

Processos e metodologias não tradicionais no Ensino Superior de Engenharia Elétrica: a percepção de coordenadores de curso em dois países lusófonos

CLEBER A. PEREIRA^I

PAULO M. OLIVEIRA^{II}

MANUEL J. C. S. REIS^{III}

<http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v12i34.2219>

Resumo

O objetivo é investigar as ferramentas e metodologias utilizadas no Ensino Superior (ES) de Engenharia Elétrica e de Computadores (EEC), identificando as unidades curriculares que as utilizaram. A análise foi baseada na percepção dos coordenadores de curso. Utilizou-se a triangulação entre múltiplas metodologias e diferentes métodos de análise, combinando a análise léxica, análise de *keywords* e análise de conteúdo. Entrevistou-se coordenadores de curso em três universidades em Portugal e no Brasil. Na análise de conteúdo emergiram duas categorias: percepção dos coordenadores sobre metodologias não tradicionais e percepção sobre ferramentas de *software* como recursos didáticos. As iniciativas utilizando processos e metodologias de ensino não tradicionais foram reduzidas e pontuais, com ações individuais dos docentes e não de padrões de ensino discutidos e institucionalizados. A precariedade da infraestrutura dos laboratórios e das licenças de *software* foi um relato comum.

Palavras-chave: Metodologias não Tradicionais. Coordenadores de Curso. Ferramentas. Engenharia Elétrica. Ensino Superior.

Submetido em: 07/03/2019

Aprovado em: 18/11/2019

^I Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal; <http://orcid.org/0000-0002-7704-2343>; e-mail: al63361@utad.eu.

^{II} Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal; <http://orcid.org/0000-0003-4283-1243>; e-mail: oliveira@utad.pt.

^{III} Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal; <http://orcid.org/0000-0002-8872-5721>; e-mail: mcabral@utad.pt.

Non-traditional processes and methodologies in Higher Education in Electrical Engineering: the perception of course coordinators in two Portuguese-speaking countries

Abstract

The objective is to investigate the tools and methodologies used in Higher Education (HE) of Electrical and Computer Engineering (ECE), identifying the curricular units that used them. The analysis was based on the perception of the course coordinators. Triangulation between multiple methodologies and different methods of analysis was used, combining lexical analysis, analysis of keywords and content analysis. Course coordinators were interviewed at three universities in Portugal and Brazil. In the content analysis, two categories emerged: the coordinators' perception of non-traditional methodologies, and the perception of software tools as didactic resources. The initiatives using non-traditional teaching processes and methodologies were reduced and punctual, with individual actions by teachers and not of educational standards discussed and institutionalized. The precariousness of laboratory infrastructure and software licenses was a common report.

Keywords: Non-traditional Methodologies. Course Coordinators. Tools. Electrical Engineering. Higher Education.

Procesos y metodologías no tradicionales en la Educación Superior en Ingeniería Eléctrica: la percepción de los coordinadores de cursos en dos países de habla portuguesa

Resumen

El objetivo es investigar las herramientas y metodologías utilizadas en la Educación Superior (ES) de Ingeniería Eléctrica e Informática (EEC), identificando las unidades curriculares que las utilizaron. El análisis se basó en la percepción de los coordinadores del curso. Se utilizó la triangulación entre múltiples metodologías y diferentes métodos de análisis, combinando análisis léxico, análisis de palabras clave y análisis de contenido. Los coordinadores del curso fueron entrevistados en tres universidades en Portugal y en Brasil. En el análisis de contenido, surgieron dos categorías: la percepción de los coordinadores de las metodologías no tradicionales y la percepción de las herramientas de software como recursos didácticos. Las iniciativas que utilizan procesos y metodologías de enseñanza no tradicionales fueron reducidas y puntuales, con acciones individuales de los docentes y no de estándares educativos discutidos e institucionalizados. La precariedad de la infraestructura de los laboratorios y de las licencias de software fue un informe común.

Palabras clave: Metodologías no Tradicionales. Coordinadores de Cursos. Herramientas. Ingeniería Eléctrica. Educación Superior.

Introdução

Inúmeras soluções têm sido desenvolvidas com novas tecnologias, com o intuito de contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem no Ensino Superior (ES). Segundo Thomaz, Aglaé, Fernandes, Pitta, Azevedo, Burlamaqui, Silva e Gonçalves (2009), estas podem ser habilmente alinhadas às necessidades dos estudantes e utilizadas pelos professores.

No caso específico dos cursos de engenharia, estas soluções têm-se mostrado adequadas à melhoria do ensino-aprendizagem dos estudantes (BENITTI, 2012; CORTER; ESCHE; CHASSAPIS; JING; NICKERSON, 2011; CORTIZO; RODRÍGUEZ; VIJANDE; SIERRA; NORIEGA, 2010; DÍAZ-MÉNDEZ; GUMMESSON, 2012; FABREGAS; FARIAS; DORMIDO-CANTO; DORMIDO; ESQUEMBRE, 2011; GARRISON; KANUKA, 2004; YI-HAN; YU-TONG; DI; RUN-LONG; LI, 2018; TIERNAN, 2010; TIRADO-MORUETA; SÁNCHEZ-HERRERA; MÁRQUEZ-SÁNCHEZ; MEJÍAS-BORRERO; ANDUJAR-MÁRQUEZ, 2018; VIEGAS et al., 2018; WEBSTER; KADEL; NEWSTETTER, 2020). Nestes cursos foram testadas soluções, por exemplo, em unidades curriculares (UC) de automação e robótica, recorrendo a *Blended-Learning* – BL (JARA; CANDELAS; PUENTE; TORRES, 2011), no ensino da linguagem de programação JAVA (ALONSO; MANRIQUE; VIÑES, 2009), em UC de introdução à programação, utilizando aprendizagem ativa segundo as recomendações sugeridas pela Declaração de Bolonha (FERNANDEZ; DÍEZ; ZARRAONANDIA; TORRES, 2011), em testes de matemática (MACEDO-ROUET; NEY; CHARLES; LALLICH-BOIDIN, 2009), todas elas apresentando bons resultados em termos de aprendizagem dos estudantes, quando comparados ao ensino presencial.

Nas UC de engenharia de controle, a literatura tem relatado avanços com a utilização de laboratórios remotos, embora ainda existam algumas lacunas pedagógicas a serem vencidas (BINDU; SRIVIDYA; SYAMALA, 2020; DORMIDO; VARGAS; DURO; SÁNCHEZ; DORMIDO-CANTO; FARIAS; ESQUEMBRE; DORMIDO, 2008; GOMES; COITO; COSTA; PALMA; ALMEIDA, 2007; GOMES; BOGOSYAN, 2009; JARA; CANDELAS; PUENTE; TORRES, 2011; LAZAR; CARARI, 2008; YABANOVA; TASKIN; EKIZ; OGUZ; AKASLAN; YUMURTACI, 2016).

Inúmeras metodologias, oriundas de outras áreas do saber, têm sido aplicadas no ES de engenharia, destacando-se: o “Estudo de Caso”, “*Grounded Theory*”, “Pesquisa-Ação”, “*Problem-Based Learning*” – PBL (ARAÚJO; COSTA; JOSEPH;

GUZMÁN, 2020) e “Análise Narrativa” (CASE; LIGHT, 2011). Inclui-se ainda nesta lista a metodologia “*Systematic Literature Review*” (BORREGO; FOSTER; FROYD, 2014).

Este estudo tem o objetivo de investigar as ferramentas e metodologias utilizadas no ensino superior de Engenharia Elétrica e de Computadores (EEC), identificando as unidades curriculares que as utilizaram. A abordagem será pela percepção dos Coordenadores de curso quanto às práticas do seu professorado.

Referencial Teórico

O referencial teórico aborda as experiências de soluções pedagógicas aplicadas nas UC durante o ensino de engenharia; experiências metodológicas com BL e PBL e a utilização de laboratórios não tradicionais; e, por fim, algumas dificuldades para a sua adoção e implantação.

Experiências pedagógicas bem-sucedidas nas UC dos cursos de Engenharia

Benitti (2012) analisou publicações entre 2000-2009 com as palavras-chave “robotics”, “school”, em bases de dados referenciais, apresentando dez estudos com processos de ensino que utilizaram experiências com robôs. Como resultados, Benitti (2012) constatou que nas UC de engenharia: Programação de computadores; conceitos geoespaciais e Engenharia/robótica¹; Computação e Sistemas², as habilidades desenvolvidas nos estudantes foram: habilidades de pensamento; avaliação de soluções, geração de hipóteses, teste de hipóteses e controle de variáveis; Abordagens de resolução de problemas; e trabalho em equipe.

Em uma experiência de quatro anos com 91 estudantes de automação industrial, Tiernan (2010) atuou almejando estimular o interesse pela investigação e incorporação de programação ligada a *hardware*. Observou e registrou o interesse dos alunos no *software* LabVIEW, uma linguagem gráfica para programação de controle e aquisição de dados. No estudo, os estudantes utilizaram o *software* para descrever e simular fenômenos físicos usando um modelo matemático. Os resultados demonstraram que as experiências dos estudantes com o LabVIEW aumentaram o interesse e entusiasmo na disciplina.

¹ As UC citadas são oriundas dos estudos de: Barker e Ansorge (2007), Nugent et al. (2009) e Nugent; Barker; Grandgenett (2008).

² Disciplina oriunda do estudo de Sullivan (2008).

Um estudo de caso de Fernandez, Díez, Zarraonandia e Torres (2011) em disciplina introdutória à programação baseou-se em estratégias de aprendizagem ativa. A iniciativa testou os efeitos da aplicação dos princípios da Declaração de Bolonha, de adotar métodos de ensino com metodologias focadas na aprendizagem dos alunos. Os resultados mostraram que o método pode ser favorável para os discentes, mas os componentes do sistema de ensino não estavam preparados para apoiar o novo processo de instrução.

Experiências com BL, PBL e adoção de Laboratórios não tradicionais

O estudo de Garrison e Kanuka (2004) abre esta seção por fornecer uma clássica discussão sobre o potencial transformador do BL no ensino superior. Apresenta o BL como apoio da aprendizagem e discute a necessidade de repensar e reestruturar a experiência de aprendizagem através do seu potencial. Passados 15 anos de sua escrita, a premissa lançada confirma que o BL é consistente com os valores das Instituições tradicionais de ES e tem o potencial de melhorar significativamente as experiências de aprendizagem quando afirma:

The academic benefit, evidence, and competitive advantages are clear; only the will and commitment remains. Blended learning can begin the necessary process of redefining higher education institutions as being learning centered and facilitating a higher learning experience (GARRISON; KANUKA, 2004, p. 104).

O estudo de Cortizo, Rodríguez, Vijande, Sierra e Noriega (2010) apresenta uma aplicação de Acoplamentos Mecânicos (AM) desenvolvida para estudantes de Engenharia Mecânica, que utilizou o BL. A ferramenta permite aos alunos: simularem montagens de AM, consultar bases de dados sobre características técnicas de acoplamentos existentes, calcular e escolher o acoplamento correto para uma aplicação específica de acionamento de força entre eixos de máquina e realizar testes de autoavaliação. Os autores analisaram as diferenças de aprendizagem existentes entre o modo tradicional e o utilizado (o BL). Os resultados destacaram que o uso da aplicação AM, combinada com o BL, aumentou o nível de conhecimento dos alunos com a média mais alta no teste. A solução diminuiu o nível de dificuldade quando comparada com o modo tradicional (CORTIZO; RODRÍGUEZ; VIJANDE; SIERRA; NORIEGA, 2010).

Méndez e González (2010) ressaltam o amplo uso do BL no ensino das UC de controle de processos em cursos de engenharia elétrica. O estudo incluiu um elemento

reativo, um controlador baseado em lógica difusa (*fuzzy logic*) que foi projetado para regular a carga de trabalho de cada aluno, de acordo com a sua atividade e o seu desempenho. O BL combinou aulas presenciais tradicionais com recursos *on-line*: Ambiente Virtual de Aprendizagem Orientado a Objetos (*Moodle*), um Sistema de Gestão de Conteúdo e o simulador *ControlWeb* (MÉNDEZ; GONZÁLEZ, 2010). Os resultados pedagógicos do uso da metodologia atestaram a sua eficiência em termos de grau de aprendizagem, em satisfação e motivação no curso e em desempenho dos discentes.

O estudo de Wenliang, Gajski, Farkas e Warschauer (2015) investigou o impacto da PBL sobre a compreensão conceitual dos estudantes de graduação em EEC, comparado com as aulas tradicionais, em uma experiência com 55 alunos. Os participantes completaram pré e pós-testes sobre os tópicos do estudo e uma pesquisa de avaliação de aprendizagem. Os resultados sugerem que os participantes com PBL obtiveram o dobro do ganho de aprendizagem tradicional.

Quanto ao uso de Laboratórios: Interativos, Virtuais ou Remotos nos cursos de graduação em EEC, as atividades práticas exigem experiências em laboratório. Estas são fundamentais para a aquisição de habilidades nas disciplinas específicas, podem reforçar e aprofundar a compreensão conceitual do conteúdo. Neste contexto, adicionando o fator distância: acesso remoto, acesso virtual e acesso interativo, a literatura é ampla (ALHARBI, 2018; BINDU; SRIVIDYA; SYAMALA, 2020; BROISIN; VENANT; VIDAL, 2017; FAULCONER; GRUSS, 2018; JUDGE, 2017; VIEGAS et al., 2018; YI-HAN; YU-TONG; DI; RUN-LONG; LI, 2018; TIRADO-MORUETA; SÁNCHEZ-HERRERA; MÁRQUEZ-SÁNCHEZ; MEJÍAS-BORRERO; ANDUJAR-MÁRQUEZ, 2018).

Faulconer e Gruss (2018) estudaram a eficácia dos laboratórios *on-line*, remotos ou à distância *versus* os tradicionais e identificaram forças e fraquezas. A comparação considerou aspectos como operação e custo de manutenção, potencial de crescimento e segurança. Os resultados mostraram que a literatura sobre laboratórios não tradicionais tem aumentado, mas os relatos são de experiências pontuais. São necessárias mais pesquisas comparativas entre diferenças de custo, desempenho de habilidades pelos discentes e de diferenças entre o tempo de contato com o professor.

Ao avaliar se essas experiências críticas podem ser efetivamente realizadas à distância, ou por simulação computacional, num estudo experimental longitudinal, Corter, Esche, Chassapis, Jing e Nickerson (2011) avaliaram os resultados de

aprendizagem por processos realizados de três tipos: operações *hands on*, operações remotas, e baseadas em simuladores. Os resultados sugerem que o trabalho com dados reais, ao invés de simulados, pode induzir níveis mais altos de motivação e que a aprendizagem com tecnologias mediadas por computador pode ser melhorada através de um desenho cuidadoso e ações de coordenações de atividades individuais e em grupo (CORTER; ESCHE; CHASSAPIS; JING; NICKERSON, 2011).

O estudo de Fabregas, Farias, Dormido-Canto, Dormido e Esquembre (2011) descreve uma orientação aos professores de como transformar um laboratório local num Laboratório Remoto Interativo (RLi) para uso no ensino das UC de sistemas de controle automático. Realizado em uma universidade espanhola, utilizando duas ferramentas de software: *Simulink* para a área de controle; e *Easy Java Simulations* (EJS), uma ferramenta de autoria que permite criar aplicações interativas em Java sem exigir dos alunos habilidades especiais de programação. O estudo proporcionou uma abordagem pedagógica aos professores para facilitar a criação de RLi (FABREGAS; FARIAS; DORMIDO-CANTO; DORMIDO; ESQUEMBRE, 2011). Os resultados relatados foram pedagogicamente positivos.

Fácil, trabalhoso ou complicado? Dificuldades para adoção e implantação

Nos cursos de EEC, a combinação de metodologias e ferramentas híbridas tem sido discutida e tem apresentado resultados favoráveis, sobretudo, na motivação e na aprendizagem dos alunos, mas existem relatos de dificuldades e necessidade de adaptações.

No estudo experimental de Bowen, Chingos, Lack e Nygren (2014), realizado com 605 alunos em seis instâncias do mesmo curso universitário de iniciativa pública, foram utilizados ensaios aleatórios. Os resultados demonstraram que o ensino híbrido não apresentou vantagem estatisticamente significativa em relação ao tradicional. Pelo contrário, estudantes de formato híbrido relataram gastar 0,3 horas a mais por semana, do que os estudantes de formato tradicional. Esta diferença implica que o aluno em formato híbrido gastaria cerca de 18% a mais de tempo em estudos do que o aluno do ensino tradicional.

Ao utilizar o termo “híbrido” notou-se que tipicamente este tem sido associado à combinação dos componentes da instrução *on-line* e da *face-to-face* (GARRISON; KANUKA, 2004). Em estudos com títulos homônimos (WARD, 2004; LINDSAY, 2004), remetem o “híbrido” como a expressão “o melhor dos dois mundos”. Em

contrapartida, um estudo realizado na disciplina de tecnologia e sociedade, com base no tempo gasto (VERKROOST; MEIJERINK; LINTSEN; VENN, 2008), destacou que não há proporções claras e comparativas entre o tempo *on-line* e o tempo presencial que permitam definir BL, podendo a sua implementação sofrer variações. Verkroost, Meijerink, Lintsen e Venn (2008) sugerem um equilíbrio na utilização da BL.

Fernandez, Díez, Zarraonandia e Torres (2011), ao realizarem uma experiência nas UC introdutórias à programação nos cursos de engenharia de computadores, discutem as dificuldades de adequação, dos professores e alunos, às formas de ensino previstas na Declaração de Bolonha. Os resultados foram favoráveis para os alunos, mas o sistema de ensino nos cursos de engenharia não está totalmente preparado, estando passível de inúmeras adaptações.

Em um mapeamento das UC do ensino superior de EEC, Pereira, Oliveira e Reis (2018) listaram oito disciplinas do curso com resultados positivos pela utilização de processos de ensino não tradicionais ou ferramentas de tecnologias da informação: Programação de computadores; Programação em JAVA; Engenharia de controle; Automação; Acoplamentos mecânicos; Robótica; Matemática e Tópicos de controle de processos. As principais metodologias não tradicionais identificadas nos cursos de EEC foram: PBL, BL e *Active Learning*. As ferramentas não tradicionais foram: Laboratórios Remotos e Virtuais; Simulação por computador e Laboratórios Remotos Interativos.

Metodologia

Neste estudo foram utilizadas abordagens metodológicas distintas, este método é denominado como triangulação (CRESWELL; CLARK, 2015). A triangulação ocorre pela aplicação de múltiplas metodologias e diferentes métodos de análise (FLICK, 2008; 2009; 2012) para um mesmo objeto ou fenômeno, e utiliza dados adicionais para validar ou ampliar as interpretações feitas pelo investigador (STAKE, 2016).

Aqui, o termo triangulação deve ser entendido como uma estratégia de análise dos eventos, pontos de vista ou variáveis, combinando diferentes ângulos ou perspectivas (ARCHIBALD, 2015; DENZIN, 1978; FIELDING, 2012). Mais especificamente, utilizou-se a categoria definida por Denzin (1978) como triangulação metodológica, em que foi realizada a combinação entre análise de texto com análise léxica; medidas descritivas de análise estatística de palavras aplicadas às palavras-chave

extraídas das entrevistas; e inferência qualitativa baseada em *software* como base para a análise de conteúdo, obedecendo às etapas definidas por Bardin (1977).

Estruturação das Entrevistas e amostra

Foram aplicadas entrevistas estruturadas a três coordenadores de curso do ensino superior de EEC. Os cursos são de Instituições de Ensino Superior (IES) públicas de dois países lusófonos: uma de Portugal e duas do Brasil.

A seleção das unidades amostrais não probabilísticas foi realizada por conveniência, sendo que a inclusão de IES portuguesa no estudo ocorreu por ocasião da realização de programa de doutorado no exterior, por um dos autores deste estudo, entre 2016 e 2017.

Em Portugal, os dados foram recolhidos em outubro de 2017 no curso de Mestrado Integrado em EEC, aqui denominada "Pt-EEC"³. No Brasil, os dados foram recolhidos numa universidade federal e uma estadual. A primeira no curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, doravante denominada "Br-BEE"⁴. A segunda no curso de Bacharelado em Engenharia de Computação, doravante denominado "Br-BEC"⁵. As entrevistas foram realizadas entre 15 de novembro e 29 de dezembro de 2017.

A entrevista foi dividida em dois blocos: o primeiro analisou informações do curso, da gestão e de infraestrutura, o segundo bloco abordou as características pedagógicas e os métodos e ferramentas utilizadas no ensino. Foram gravadas em áudio e, após cada ocorrência, imediatamente transcritas e codificadas.

Métodos aplicados na Análise das Entrevistas

A análise do primeiro bloco foi realizada através do cruzamento das respostas dos entrevistados com a análise documental dos cursos, tal como publicados oficialmente pelas agências de acreditação⁶ e avaliação⁷.

Para a análise dos dados do segundo bloco de perguntas das entrevistas foi realizada a análise léxica e de *keywords*, que serviu como organizadora do *corpus*

³ A sigla Pt-EEC representa o curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores de uma universidade pública de Portugal.

⁴ A sigla Br-BEE representa o curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica de uma universidade federal brasileira.

⁵ A sigla Br-BEC representa o curso de Bacharelado em Engenharia de Computação de uma universidade estadual brasileira.

⁶ Em Portugal utilizou-se os dados da Agência de Acreditação e Avaliação do Ensino Superior (A3ES).

⁷ No Brasil utilizou-se os dados do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior (Sinaes).

textual e facilitadora para a definição das categorias de análise. Para esta análise, utilizou-se como recursos organizadores os *softwares* WebQDA (COSTA, 2016) e Iramuteq (CHAVES; SANTOS; SANTOS; LAROCCA, 2017).

Depois foi realizada a análise de conteúdo baseada na metodologia proposta por Bardin (1977). Foram seguidas as três etapas sugeridas na metodologia: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na pré-análise, foram sistematizadas as ideias da revisão de literatura e estabelecidos indicadores para a interpretação dos dados. Foi realizada a leitura flutuante e a definição do *corpus* de análise. Após a definição dos indicadores, para a seleção dos dados utilizou-se os critérios de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência (BARDIN, 1977). Como ferramenta de produtividade, nesta etapa foi utilizado o *software* WebQDA (COSTA, 2016) na sistematização do material e como facilitador da categorização do *corpus* das entrevistas.

Codificação e categorização temática

Para a exploração do material transcrito foram realizadas as operações de codificação. Assim, a transcrição das entrevistas foi recortada em unidades de registro (LAVILLE; DIONNE, 1999) e agrupada em categorias temáticas. No tratamento dos resultados, inferência e interpretação, foi testado o cruzamento dos dados através de comparação e justaposição de diferentes categorias. Nesta etapa, foram geradas matrizes no *software* WebQDA, que auxiliaram na descoberta de inter-relações com o referencial teórico.

Bardin (1977) ressalta que a análise de conteúdo compreende diversas técnicas para a análise dos dados, com a utilização de procedimentos sistemáticos, com a intenção de obter indicadores, quantitativos ou qualitativos, que permitam inferir conhecimentos sobre as mensagens analisadas. Como a investigação ocorreu em universidades de países diferentes, houve a necessidade de adaptação da linguagem utilizada.

Resultados

Esta seção apresenta a percepção dos coordenadores quanto à realidade dos cursos de EEC. Os cursos no Brasil são de ES e com duração de quatro anos. O curso de Portugal é um mestrado integrado com duração de cinco anos, sendo que os

primeiros três anos atribuem o diploma de graduação, e os dois anos seguintes, o título de mestrado.

Discussões contextualizadas na análise

Esta análise apresenta a composição dos cursos de engenharia, analisados do prisma de infraestrutura e corpo docente. Em seguida, apresentamos a análise da composição individual da fala de cada coordenador com base na frequência das palavras utilizadas nas entrevistas. As discussões aqui apresentadas sumarizam:

- a) a formação e a experiência dos professores e do coordenador de curso;
- b) as principais ferramentas de *software* utilizadas e o caso das licenças de *software*;
- c) os resultados da análise léxica e de *keywords*, destacando as palavras mais utilizadas, as suas formas gramaticais e frequência de ocorrências (estatísticas textuais), sendo apresentadas no diagrama de análise fatorial combinatória e em nuvem de palavras.

Os achados do primeiro bloco da entrevista iniciam esta seção: a análise aqui realizada confrontou as respostas dos coordenadores de curso com a documentação institucional. Foram complementados por relatórios de gestão relativos a docentes, laboratórios e relatórios de alunos das agências reguladoras do ES de cada país.

Titulação, experiência e conhecimento da legislação

O total de docentes nos três cursos e a sua titulação foram equivalentes (Tabela 1), notando-se uma diferença considerável na quantidade de alunos. O fato justifica-se quando se considera o caso da expansão e democratização do ES brasileiro, como relatada por Arruda e Gomes (2015), e a adoção do regime de duas entradas anuais de ingressantes, com duas novas turmas por ano, uma a cada semestre; diferente do menor volume de ingressantes e da única entrada anual que ocorre em Portugal.

Tabela 1 – Síntese comparativa dos cursos e da gestão

	Elementos	Pt-EEC	Br-BEE	Br-BEC
Curso	Quantidade de alunos	151	358	380
	Total de docentes	32	32	25
	Principal titulação docente	Ph.D.	Ph.D.	Ph.D.
	Relação alunos por docente*	4,72	11,19	15,28

Continua

Coord.	Conclusão			
	Experiência em gestão (anos)	6	2	3,5
	Experiência acadêmica (anos)	27	17	15
	Conhecimento da legislação	Bom	Bom	Bom

Legenda: * quantidade de alunos no curso dividida pela quantidade de docentes

Fonte: Os autores (2020).

Quanto ao item que avaliou a principal titulação docente, destaque-se que, embora todos os cursos apresentem a maioria de professores doutores, quando analisamos entre doutores, mestres e especialistas, a ordem de classificação é a seguinte: Pt-EEC, Br-BEE e, por último, o curso Br-BEC. Este apresentou o quadro mais reduzido, com 10 professores doutores. Quanto aos docentes, percebeu-se um fato interessante: no curso Br-BEE, não atuam professores substitutos ou convidados, os 32 professores são de carreira, tratando-se de um caso único na IES, como relatado pelo coordenador, em que os professores da casa têm atendido a demanda de turmas sem a necessidade de contratações temporárias.

O tempo de experiência acadêmica e de experiência em gestão do coordenador de curso é um item que se destacou no curso Pt-EEC em relação aos outros. Afirmou o coordenador que "o corpo docente do curso é velho, já foi jovem", espera-se que os professores se destaquem na experiência acadêmica, na comparação aos demais cursos.

Questionados quanto ao conhecimento da legislação aplicável ao curso, os coordenadores demonstraram conhecimento das normas das IES e das políticas, tanto das agências de acreditação, como do ES de cada país. Um fator que se repetiu foi a afirmação de que "apenas o conhecimento da legislação, tanto da IES como das agências de controle, não leva ao cumprimento de todas as regras por parte do curso".

Foram relatados exemplos de limitações, físicas e operacionais das IES, que impediram os cursos de alcançar resultados melhores nas avaliações pelas agências de regulação. O relato do coordenador do Br-BEE foi: "Os melhores laboratórios que temos nasceram de verbas que são herança de projetos de pesquisa ou empréstimos não formalizados. Se esperar o investimento da universidade, não sai" (Coord. 02).

Por exemplo, dois cursos relataram que a maioria dos equipamentos em uso são oriundos da herança de projetos de investigação que receberam recursos financeiros

e de infraestrutura e, após concluídos, cederam os equipamentos para suprir as necessidades dos cursos não atendidas pelas IES.

Ferramentas adotadas nas unidades curriculares

Das ferramentas de software utilizadas nas diferentes UC dos cursos, destacou-se a utilização do JDK e do Matlab em todos os cursos, e do LabView e Proteus em dois cursos (Tabela 2).

Tabela 2 – Principais ferramentas de software utilizados nos cursos

Software	Descrição*	Qtde	Software	Descrição*	Qtde
JDK	utilitários para criar software para a plataforma Java	3	MpLab	desenvolvimento de aplicações em sistemas embarcados	1
Matlab	software interativo aplicado ao cálculo numérico	3	MultiSim	design de circuitos e simulação de esquemas eletrônicos	1
LabView	aplicação para virtualização de medições e automação	2	Python	linguagem de programação de alto nível	1
Proteus	programas para o projeto de circuitos integrados	2	Radio Mobile	ferramenta para predição de potência em telecomunicações	1
CelPlanner	para planejamento, projeto e validação de redes sem fio	1	SimuLink	para modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos	1
Cisco Packet Tracer	programa para simulação de rede de computadores	1	Spice National	ferramenta para simulação de circuitos elétricos	1
CodeWarrior	software de compilação para microcontroladores	1			

Legenda: * quantidade de alunos no curso dividida pela quantidade de docentes

Fonte: Os autores (2020).

Uma observação de dois entrevistados foi quanto à limitação imposta pelas licenças de software. No primeiro caso o coordenador explicou que as licenças são compradas pela escola (agrupamento de cursos) e, de certa forma, ele sente-se mais aliviado por dividir com os demais cursos da escola a responsabilidade de pedidos e cobranças institucionais relacionados com a aquisição. Já outro coordenador apontou que o problema de licenças tem sido um limitador das ações pedagógicas no curso:

O grande problema do curso hoje são limitações de infraestrutura física associada à falta de licenças de software. Por exemplo, para que o curso continue a funcionar, tivemos que adotar a solução de licenças parciais, ou seja, nos laboratórios só há parte dos softwares licenciados (Coord. 02).

Quanto à utilização de laboratórios remotos, virtuais ou interativos, nenhum dos cursos declarou utilizar formalmente o recurso. Ao confrontar o cenário de não utilização destes com os achados da revisão de literatura, notou-se que, em uma das IES inquiridas, utiliza-se o *software SimuLink*, o mesmo utilizado numa experiência de transformação de um laboratório local em um RLi, numa IES Espanhola (FABREGAS; FARIAS; DORMIDO-CANTO; DORMIDO; ESQUEMBRE, 2011).

Análise Léxica e de Keywords

Para a análise léxica e de *keywords*, utilizou-se como auxílio o *software Iramuteq* que se executa como um *plugin* do *software R* de análise estatística. A utilização de um *software* nesta análise facilitou as ações do investigador e auxiliou no mapeamento inicial do *corpus* textual. Houve um esforço adicional para aprender as linhas de comando e verificar se os resultados foram coerentes com os princípios teóricos.

Padronização e preparação do corpus textual

O *corpus* textual foi constituído pelos textos das três entrevistas aos coordenadores de curso. O texto foi codificado, removendo-se os trechos das perguntas, pois a proposta é realizar a análise das respostas. Esta etapa é denominada pré-processamento de texto e tem o objetivo de remover os dados desnecessários ao entendimento do texto e extração do conhecimento (GOLDSCHMIDT; PASSOS; BEZERRA, 2015).

O bloco de texto das respostas foi tratado, eliminando espaçamentos iniciais de parágrafos, mantendo o texto alinhado à esquerda, removidos os hífens entre palavras e substituídos por sublinhados. Também foi revista a ortografia. Foram eliminados os símbolos como “%” e transcritos como por cento, dentre ocorrências similares. Esta padronização é requisito para análises por *software*. Na análise de *corpus* textual baseada em lematização, são considerados o contexto ou as estatísticas de coocorrências das palavras do *corpus*.

Resultados das estatísticas textuais

O *corpus* foi composto por 1.604 ocorrências de palavras e separado em 45 segmentos de texto. Foram identificadas 614 formas com mais de uma ocorrência e 419 palavras distintas em ocorrências únicas. Um extrato sintético das palavras,

ordenadas por frequência de ocorrências e com a sua tipologia, é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Formas ativas das palavras e frequência das ocorrências

Forma	Freq.	Tipo	Forma	Freq.	Tipo	Forma	Freq.	Tipo
aluno	16	nom	aula	7	nom	passar	4	ver
projeto	15	nom	existir	6	ver	realidade	4	nom
área	13	nom	curso	6	nom	resistência	4	adj
professor	12	nom	disciplina	6	nom	teórico	4	adj
ano	11	nom	experiência	6	nom	utilizar	4	ver
metodologia	11	nom	docente	5	adj	dificuldade	3	nom
prático	9	adj	ferramenta	5	nom	desenvolver	3	ver
profissional	8	adj	escola	4	nom	academia	3	nom
exemplo	7	nom	pbl	4	nr	adaptar	3	ver

Nota: “nom” = nome/substantivo; “adj” = adjetivo; “ver” = verbo.
Fonte: Os autores (2020).

Através da análise estatística textual foram feitas descobertas de formas associadas a cada ocorrência e construída a matriz de concordância. A matriz de concordância destaca todas as ocorrências do termo e o contexto (frases) em que ocorreram (Figura 2).

Figura 2 – Matriz de concordância com as formas associadas de ocorrência - “projeto”

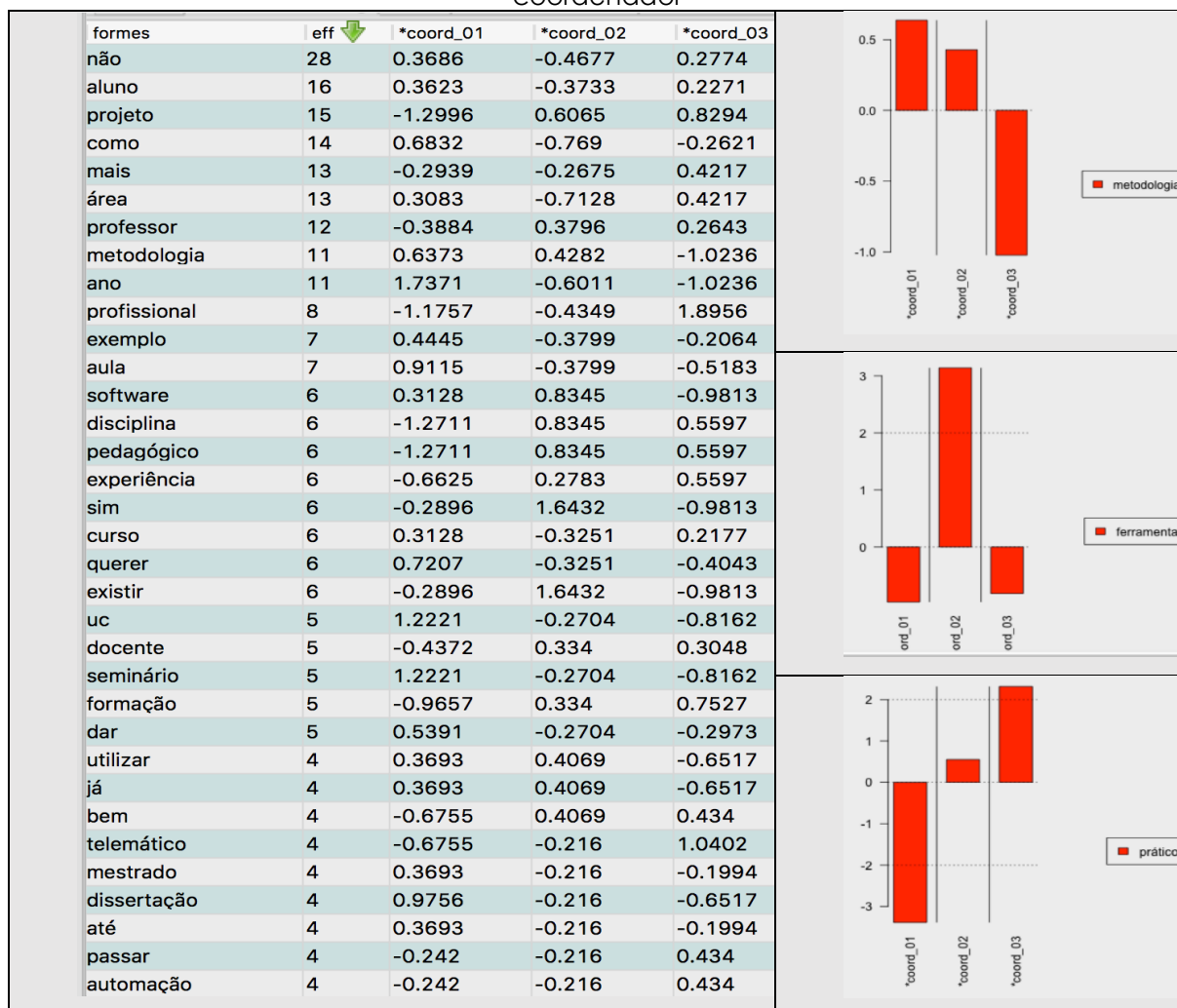
Concordância - projeto	
**** *coord_03	formalmente no projeto pedagógico não é estabelecida nenhuma metodologia como estas mas nós implementamos aprendizado baseado em problemas em algumas disciplinas para integralização do currículo nós temos buscado nos atualizar e acho que nesta próxima atualização do projeto pedagógico devemos implementar totalmente a utilização de pbl
**** *coord_01	nas teórico_práticas se faz inicialmente uma introdução teórica da matéria mas se parte logo para uma tipologia de projeto como fazer exercícios calcular coisas e tudo isto de uma maneira mais integrada
**** *coord_03	as áreas em que há relatos são em telemática a parceria da academia cisco que proporciona uma formação voltada mais para o profissional não sendo bem um pbl redes de comunicações usamos projetos práticos como o que eles devem exercer na profissão
**** *coord_01	para que os alunos possam conhecer e escolher a área em que vão desenvolver o projeto a partir do 3o 4o e 5 anos alguém da área de telemática alguém da área de processamento de sinal
**** *coord_01	da área da biomédica e demais áreas de atuação que não são poucas depois finalmente temos mais 2 temos o projeto este não tem aulas mas os alunos têm um conjunto de horas restritas ao projeto têm um acompanhamento tutorial
**** *coord_01	ocorre no terceiro ano para que eles apliquem o que sabem logo ali no terceiro ano seria como o projeto final de licenciatura que foi adaptado para a transição ao modelo de mestrado integrado com 5 anos

Fonte: Chaves; Santos; Santos; Larocca (2017).

Análise Fatorial Confirmatória

Esta análise demonstra, no plano fatorial, as principais palavras do corpus textual. A análise foi realizada por ordem de variáveis, aqui representadas pelos coordenadores de curso. O critério utilizado foi a consideração de, no mínimo, quatro repetições de cada palavra. Foi gerada uma lista com as palavras selecionadas do corpus textual (Figura 3).

Figura 3 – Lista de palavras selecionadas do corpus textual e sua frequência por coordenador



Notas: O painel da direita destaca, em gráficos, as palavras mais utilizadas por cada coordenador, enquanto o painel da esquerda lista, de forma decrescente, as palavras utilizadas por cada coordenador de curso. Pela utilização da lematização, as palavras são apresentadas na sua forma reduzida, no masculino e singular. Os adjetivos, substantivos e verbo são usados no infinitivo. Fonte: Os autores (2020).

A segunda coluna da Figura 3 apresenta a quantidade de ocorrências categorizadas por coordenador. Nas colunas 3 a 5, as frequências das ocorrências nas entrevistas de cada um. Ao total emergiram 44 palavras com o critério de quatro ocorrências mínimas.

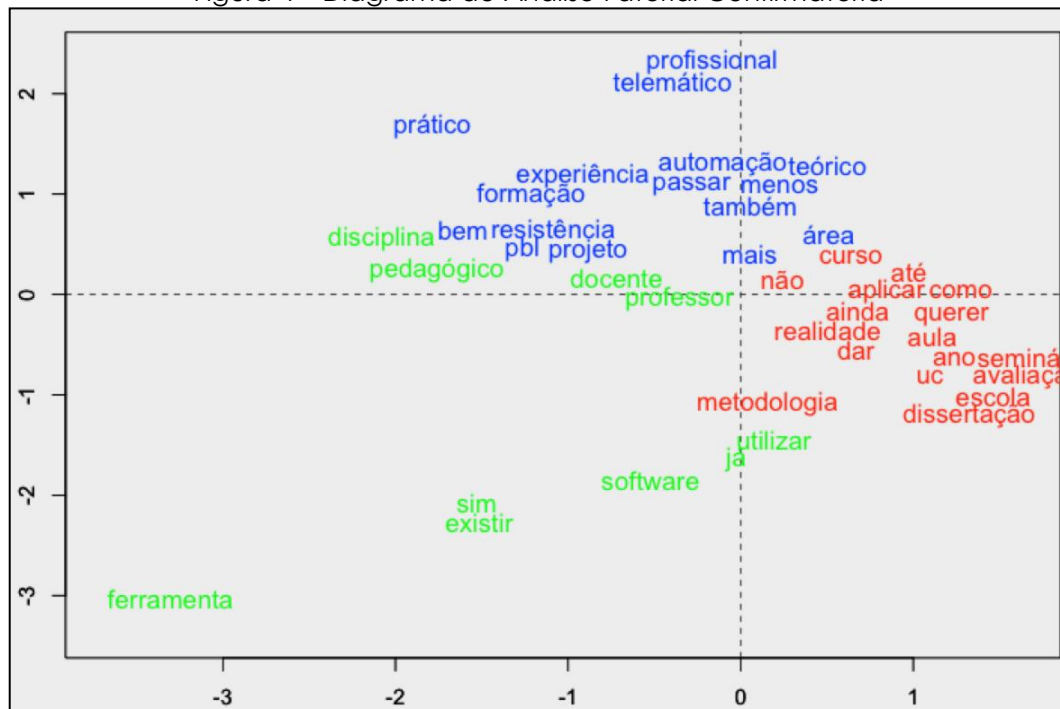
Na extremidade direita da Figura 3, é ilustrada a palavra mais utilizada por coordenador (o termo com maior repetição). No primeiro quadrante direito é mostrado um gráfico comparativo da palavra “metodologia”, destacando-se a sua ocorrência mais frequente no primeiro discurso. No segundo quadrante direito a ocorrência da palavra “ferramenta”, que foi a mais abundante na fala do segundo

coordenador. Por último é apresentada a ocorrência da palavra “prático”, e evidenciada a sua maior repetição pelo terceiro coordenador.

Estas palavras, “metodologia”, “ferramenta” e “prático”, foram as que mais ocorreram nas entrevistas dos coordenadores de curso. Por consequência, estes termos foram auxiliares na definição das subcategorias de análise que serão apresentadas na seção 5.

Na análise fatorial, os resultados permitiram distinguir as diferentes evocações de cada coordenador, emergindo características específicas, independentes das categorias a que pertencem. As análises foram realizadas em modo comparativo entre os coordenadores.

Figura 4 – Diagrama de Análise Fatorial Confirmatória



Fonte: Os autores (2020), adaptado de CHAVES; SANTOS; SANTOS; LARROCCA (2017).

O coordenador do primeiro curso evocou de forma mais concentrada palavras como: “seminário”, “dissertação”, “avaliação”, “metodologia”, “software”, “mestrado”, enquanto o coordenador do segundo curso destacou “ferramenta”, “software”, “disciplina”, “pedagógico”, “metodologia”, “docente” e “experiência”. O coordenador do terceiro curso utilizou as palavras: “profissional”, “prático”, “telemático”, “experiência”, “formação”, “resistência” e “teórico”. Neste cenário,

pode-se distinguir a existência de uma abordagem de gestão distinta para cada coordenador de curso.

O primeiro coordenador apresentou uma fala voltada para as metodologias aplicadas ao projeto pedagógico do curso (Figura 4 – palavras na cor vermelha), inferindo a preocupação com a demonstração dos padrões em vigor no curso: “seminário”, “dissertação”, “avaliação”, “metodologia”, indicando experiência em gestão acadêmica. Depois aborda, de forma menos complexa, as situações das unidades curriculares (“software”) e retoma a preocupação com os egressos, por ser um curso de graduação integrada ao mestrado.

O segundo coordenador (Figura 4 – palavras na cor verde) faz uma abordagem com traços de perfil mais técnico: “ferramenta”, “software” e com maior aproximação ao corpo discente e docente: “disciplina”, “pedagógico”, “metodologia”, “docente” e “experiência”.

Para o terceiro coordenador de curso, uma fala mais aproximada de uma formação baseada em práticas: “profissional”, “prático”, “telemático”, “formação” e “experiência”. Como os cursos superiores de curta duração com formação em tecnologia, oferecidos no Brasil ou com similaridades aos cursos de formação mais técnica oferecidos pelos Institutos Politécnicos em Portugal (Figura 4 – palavras na cor azul). Percebe-se uma linha tênue entre o desejo de uma formação mais especializada: “resistência” e “teórico”.

Uma complementação da representação visual é apresentada na Figura 5 através da nuvem de palavras. A sua função é apresentar um conglomerado de palavras estruturadas em forma de nuvem, as palavras são apresentadas em tamanhos diferentes, as maiores apresentam maior relevância no *corpus* textual. O tamanho das palavras é referenciado pelo indicador de frequência estatística com que ocorre no *corpus*.

Diferentemente do diagrama de análise fatorial, a visualização em nuvem não categoriza as ocorrências por entrevistado, mas permite a visão holística dos termos dentro do universo das falas dos coordenadores.

A word cloud visualization of terms related to the Brazilian Higher Education System. The words are arranged in a circular pattern, with larger words indicating higher frequency or importance. The most prominent words include "professor", "aluno", "projeto", "metodologia", "exemplo", "formação", "área", "prático", "disciplina", "profissional", "curso", "aula", "pedagógico", "resistência", "uc aplicar", "perfil", "cisco", "seminário", "teórico", "utilizar", "inglês", "teleológico", "mercado", "dissertação", "parceria", "laboratório", "avaliação", "computação", "ferramenta", "software", "automação", "experiência", "docente", "mestrado", "realidade", "academia", "adaptar", "bolonha", "desenvolver", "controlado", "pol", "saber", "fuc", "resultado", "utilização".

Análise de conteúdo e discussão

São apresentadas as categorias de análise definidas durante o processamento do *corpus* textual das entrevistas e o detalhamento da composição das principais categorias de análise seguidas por suas respectivas subcategorias.

Como resultado do processo de codificação da transcrição das entrevistas, foram elencadas as duas categorias principais de análise:

- Conforme a metodologia adotada (Bardin, 1977), as categorias são constituídas por trechos dos relatos dos entrevistados e foram recortadas do *corpus* de análise, respeitando as prerrogativas da revisão de literatura.

A matriz de análise de conteúdo foi composta pelas unidades de registro. As unidades de registro (LAVILLE; DIONNE, 1999) são fragmentos do discurso manifestado: palavras, expressões, frases ou ideias referentes aos temas de cada recorte. As unidades de registro deram origem às subcategorias de análise. As

categorias e subcategorias da análise de conteúdo são apresentadas na Figura 6 e serão explicadas nas seções seguintes.

Figura 6 – Categorias e subcategorias da análise de conteúdo

Categoria de análise 1		
5.2 Percepção dos coordenadores sobre metodologias não tradicionais		
Subcategorias		
5.2.1 Compreensão do termo "metodologias não tradicionais"	5.2.2 Diferenciação entre metodologia do Projeto Pedagógico e metodologia específica de cada UC	5.2.3 Adoção de metodologias não tradicionais – diferentes perspectivas
Categoria de análise 2		
5.3 Percepção sobre "ferramentas de software" como recursos didáticos		
Subcategorias		
5.3.1 Ferramentas de uso geral	5.3.2 Avaliação nas UC específicas e práticas	

Fonte: Os autores (2020).

Percepção dos coordenadores sobre metodologias não tradicionais

Esta categoria de análise emerge dos resultados da análise léxica e de *keywords*, combinada com os extratos da matriz de análise de conteúdo. As palavras mais frequentes que ajudaram nesta categorização foram: "Projeto", "professor", "metodologia", "profissional", "disciplina", "pedagógico", "formação", "uc", "avaliação", "dissertação", "realidade", "academia", "controle", "acompanhar" e "conhecimento".

Esta categoria funciona como um guarda-chuva, em que emergem quatro subcategorias distintas, mas inter-relacionadas, que têm o objetivo de tratar o *corpus* textual com foco na percepção dos coordenadores sobre a utilização de metodologias não tradicionais nos cursos superiores de engenharia.

Compreensão do termo: metodologias não tradicionais

Inicialmente, os extratos permitiram apresentar as conexões entre as percepções dos coordenadores. Notou-se, de forma generalizada, que a percepção quanto à adoção de metodologias ainda é um paradoxo que, embora desejável nos cursos de engenharia, está em fase inicial devido a iniciativas pontuais dos docentes. Esta percepção dos coordenadores remete às experiências de Cortizo, Rodríguez, Vijande, Sierra e Noriega (2010), quando avaliaram como positivas as diferenças de aprendizagem existentes entre o modo tradicional e o BL.

Percebe-se que, no âmbito dos projetos pedagógicos dos cursos, pode existir a menção prévia ou desejo informal de aplicação de uma metodologia, mas, nas falas dos entrevistados, não se identificou um mecanismo formalizado e articulado: “na engenharia, todos trabalhamos um bocado assim [...] Eu já vi um colega meu utilizar esta metodologia (PBL) em Aveiro, e gostei” (Coord. 01).

No projeto pedagógico, há menção e orientação para aplicação de metodologias, mas não centra em uma única proposta [...] Existem professores que utilizam PBL e outras metodologias ou um misto, mas com algumas restrições e/ou adequações (Coord. 02).

Formalmente no projeto pedagógico não é estabelecida nenhuma metodologia como estas [...] nós implementamos o PBL em algumas disciplinas para integralização do currículo [...] nesta próxima atualização do projeto pedagógico devemos implementar totalmente o PBL (Coord. 03).

Embora se apresentem evidências de utilização destas metodologias nos extratos do corpus textual, percebe-se, conforme pressuposto por Fernandez, Díez, Zarraonandia e Torres (2011), que os docentes, no ensino dos cursos de EEC, não estão preparados para apoiar o novo processo instrucional, justificando-se através da adoção de inúmeras adaptações. Outro prisma importante da adoção de metodologias como o PBL foi reportado por Wenliang, Gajski, Farkas e Warschauer (2015) que, ao investigar o impacto da PBL sobre a compreensão dos estudantes de graduação, apurou o dobro do ganho quando comparado à aprendizagem tradicional.

Diferenciação entre metodologias do Projeto Pedagógico e metodologia específica de cada UC

No Projeto Pedagógico (PP) ficou clara a ocorrência da diferenciação: “Há um perfil genérico, por exemplo no tipo das aulas que são dadas, que se encaixa naquela metodologia de aulas teóricas, teórico-práticas e aulas práticas” (Coord. 01). No extrato, o coordenador diferencia a metodologia quanto ao tipo de aulas que são aplicadas, explica que o docente é responsável pela categorização numa Ficha de Unidade Curricular (FUC) e continua apresentando mais três componentes curriculares que se destacam na proposta do curso:

seminário é do primeiro ano, também serve para os alunos terem contacto com as investigações das áreas de concentração do curso [...] o projeto, este não tem aulas, mas os alunos têm um conjunto de

horas restritas ao projeto, têm um acompanhamento tutorial [...] a dissertação, em que o aluno faz o seminário em automação e controle, já conhece os professores, as matérias, e vai entrando devagarinho na dissertação, no quarto ano vai adquirir conhecimentos por cima daqueles e, em seguida, aplica-os na dissertação (Coord. 01).

Percebeu-se o iminente contraste na fala do Coord. 03. O método implícito é utilizar a prática nas UC, pois, em sua análise, o percurso acadêmico direcionado pela prática pode dispensar a necessidade do estágio supervisionado: "A ideia é ensinar na academia o que ele precisa para exercer a profissão, sem a necessidade do aluno fazer um estágio para aprender" (Coord. 03).

Embora a abordagem dos entrevistados tenha relatos de metodologias aplicadas no PP, o que se percebe é que nenhuma das ocorrências citadas trata de metodologias não tradicionais. Pelo contrário, algumas iniciativas apontam para uma criteriosa e institucionalizada metodologia tradicional aplicada no PP dos cursos.

Já nas UC houve a apresentação de exemplos bem específicos das distintas metodologias em cada atuação individual: "Existem professores que utilizam 'Problem Based Learning' e outras metodologias, ou um misto" (Coord. 02).

Identificou-se já existirem intenções de aplicação de metodologias não tradicionais nas UC por alguns docentes: "também desenvolvemos vários projetos em algumas disciplinas com o objetivo de dar uma formação mais profissional para os alunos" (Coord. 03).

Percebeu-se também algumas práticas não fundamentadas que podem gerar conflitos para a gestão, como o caso forçado de exigências de práticas docentes não necessariamente previstas no PP: "a direção (do curso) estabelece que os professores sigam determinadas práticas e fiscaliza isso" (Coord. 03).

A metodologia é diferenciada e depende de UC para UC [...] o seminário, que é uma UC que tem metodologia própria. Geralmente preferimos que venha cá uma pessoa de fora falar sobre coisas [...] temos as FUC, Ficha de Unidade Curricular, que devem ser preenchidas e entregues até 15 dias após o início das aulas, em que os regentes das UC definem a sua metodologia (Coord. 01).

As áreas em que há relatos são: em telemática a parceria da academia cisco, que proporciona uma formação voltada mais para o profissional, não sendo bem um PBL; redes de comunicações, usamos projetos práticos como o que eles devem exercer na profissão; na área de automação, programação de PLC, algumas plantas industriais (Coord. 03).

Na apresentação do Coord. 01, existem mecanismos institucionalizados de controle das práticas nas UC. O que não foi explicitamente identificado nos outros cursos. Note que, por não estar formalmente estabelecido o uso de metodologias não tradicionais pela gestão dos cursos, percebeu-se que as experiências pelos docentes obedecem uma tendência híbrida (Coord. 03), fato que vai em direção aos achados de Garrison e Kanuka (2004), embora as metodologias utilizadas de forma híbrida não necessariamente levem a resultados diferentes como relatou Bowen, Chingos, Lack e Nygren (2014). Isto justifica-se pela notória novidade, na percepção dos discentes, que tendem a apresentar dificuldades de absorver novos métodos por não haver histórico anterior ou fundamentação adequada por parte dos docentes ou coordenador.

Além de terem sido identificadas diferenças entre os significados específicos de utilização de metodologias não tradicionais entre o PP e as UC do curso, pretende-se ainda avaliar na próxima seção os diferentes olhares: será que existem diferenças entre as perspectivas dos coordenadores, docentes e discentes?

Adoção de metodologias não tradicionais – as diferentes perspectivas

Nesta categoria são apresentadas as diferenças entre as perspectivas dos coordenadores, docentes e discentes. Ressalta-se que as três percepções emergiram do olhar dos coordenadores de curso, sendo a sua representação social da adoção, ou não, de metodologias não tradicionais.

- **Perspectiva dos coordenadores**

A visão dos diretores, quanto à utilização de metodologias não tradicionais, apresentou traços de receptividade: “Como os professores têm muita experiência profissional eles sabem passar isto” (Coord. 03).

Porém, percebeu-se uma preocupação com a efetividade da sua adoção. Como os coordenadores também são docentes do curso, notou-se que podem existir conflitos não explícitos entre os pares quando se tratar de uma adoção formalizada e institucionalizada.

se surgir alguma metodologia deste tipo (PBL) no curso eu vejo com agrado, também depois teríamos que acompanhar e ver se deu resultado ou não deu resultado [...] Do meu ponto de vista, metodologias como esta são bem-vindas, desde que não vão contra os regulamentos da instituição (Coord.01).

O relato do Coord. 03 demonstra a clara distinção quanto a aspectos da formação dos docentes que podem interferir diretamente no *modus operandi* do curso:

Temos um canal com o mercado para ver se a formação está aderente ou não e procuramos nos adaptar. Ainda não conseguimos adaptar isto a 100% por causa do perfil dos docentes. Pois temos professores sem experiência profissional (Coord. 03).

Na análise do Coord. 03, os professores mais graduados e de forte atuação acadêmica, em detrimento da atuação no mercado, podem ser elementos de resistência num perfil de formação mais prática a ser direcionada aos discentes. Em contrapartida, percebe-se que existem casos de corpo docente com maiores titulações e menor vínculo com outras atividades burocráticas ou profissionais. Isto tenderia a maximizar o tempo dos docentes para dedicação às atividades de ensino, e, no caso de implantação de novas metodologias no curso, este *timing* pode ser favorável à redução de resistências.

- Perspectiva dos docentes

Nesta subcategoria, os coordenadores “falaram” pelos docentes, ou seja, a representação simbólica de uma percepção que pode não expressar a realidade. Mas houve coerência em aspectos importantes, como a inerente resistência que pode surgir e dificuldades de implantação por razões específicas de cada domínio, seja por fraquezas de liderança na gestão do curso, ou por limitações de infraestrutura.

Claro que sim. O nosso corpo docente está a envelhecer... Mas eu acho que ainda há espaço para a introdução de novas tecnologias por uma parte deles [...] desde que lhes seja mostrado que não seria a nível do coordenador de curso, mas [...], se for a nível da escola ou do departamento (Coord. 01).

Não existe resistência formal dos professores [...] Contudo, pode sofrer pela limitação de infraestrutura e recursos para sua implementação [...] Não há um almoxarifado com os componentes para circuitos digitais. É muito difícil a componente de circuitos digitais ser ofertada com condições mínimas de utilização (Coord. 02).

Os professores que têm experiência profissional e que trabalharam no mercado não têm resistência, pelo contrário, eles até incentivam os alunos e fazem por conta própria [...] Agora aqueles que têm carreira meramente acadêmica, que fizeram graduação, mestrado e doutorado e vieram para a sala de aula, estes têm enorme resistência

[...] A proporção refere-se a mais ou menos 50% do perfil docente (Coord. 03).

Destacou-se a percepção do Coord. 03, falando pelos seus docentes, no sentido de que os professores com maior titulação, constituiriam a face resistente de implantação no curso.

Mas as iniciativas pontuais de professores pareceram ser bem discernidas pelos coordenadores, pois na sua maioria apresentam concordância linear entre si: "Não existe resistência formal dos professores" (Coord. 02), ou ainda, "eles seriam capazes de fazer pequenas experiências, e que fossem alargando, à medida dos resultados destas novas experiências [...] Resistência sim, oposição acredito que não" (Coord. 01).

- Perspectiva dos alunos (*pela abordagem dos coordenadores*)

Nesta subcategoria ficou claro que, mediante cuidados durante a implantação, a resistência discente não se tornaria um fator limitador para o curso: "Eles não terão grandes problemas se tivermos o cuidado de explicar o que se está a passar" (Coord. 01). "Sim, para os alunos, seriam bem vistas, pois tornariam as disciplinas mais interativas" (Coord. 02). "Eu queria que as dissertações do mestrado pudessem ser feitas, como previsto na lei, quer em inglês, quer português [...] Os mais velhos resistem e dizem que pagaram a propina para aulas em português" (Coord. 01). "A situação do curso é esta: temos um ingresso de 40 alunos ao início do curso e saída de quatro ou cinco por turma, mais ou menos 20% da entrada no curso" (Coord. 02).

Foram evidenciadas situações limitadoras que podem influenciar no contexto, e que poderiam atuar como potenciais maximizadores de conflitos, como por exemplo, no relato do Coord. 01, o fato de já existirem resistências formais pela grande maioria dos discentes e, no caso do Coord. 02, o notável índice de evasão no percurso acadêmico dos alunos.

A sugestão de experiências com alunos neste cenário poderia minimizar resistências. A experiência reportada por Díaz-Méndez e Gummesson (2012) utilizando o BL apresentou bons resultados baseados no *feedback* dos alunos. A replicação de experiências deste tipo poderia atuar diretamente na satisfação e motivação dos alunos em relação ao curso.

Percepção sobre “ferramentas de software” como recursos didáticos

Nesta segunda categoria principal, as palavras mais representativas e com maior frequência, identificadas durante a análise léxica e de *keywords*, foram: “aluno”, “projeto”, “professor”, “prático”, “profissional”, “aula”, “exemplo”, “curso”, “experiência”, “software”, “ferramenta”, “formação”, “UC”, “aplicar”, “automação”, “avaliação”, “utilizar”, “adaptar”, “Bolonha”, “cisco”, “computação”, “controle”, “desenvolver”, “dificuldade”, “laboratório”, “mercado”, “parceria”, “perfil”, “trabalho”, “utilização”, “aprender”, “autônomo” e “conhecimento”. As frequências de ocorrência variaram entre 16 e duas ocorrências para a matriz de palavras.

Notou-se, durante o tratamento do *corpus* textual desta categoria, a necessidade de ouvir a “voz dos docentes”, tendo em vista que a fala apresentada pelos coordenadores se tornou muito abrangente e generalista. Considerando que no curso de EEC existem áreas de formação específicas como telemática, automação e controle e computação, o domínio de conhecimento do coordenador tornou-se limitado a ponto de esclarecer minúcias e tendências presenciadas e tratadas especificamente pelos docentes de cada área de conhecimento. Além disto, o referencial teórico apontou para bons resultados com a utilização destas ferramentas em diversas áreas do curso (BOWEN; CHINGOS; LACK; NYGREN, 2014; CORTER; ESCHE; CHASSAPIS; JING; NICKERSON, 2011; FABREGAS; FARIAS; DORMIDO-CANTO; DORMIDO; ESQUEMBRE, 2011; JARA; CANDELAS; PUENTE; TORRES, 2011; TIERNAN, 2010).

Esta categoria foi subdividida em: Ferramentas de uso geral, e Avaliação das UC específicas e práticas do curso.

Ferramentas de uso geral

O objetivo desta subcategoria foi perceber como ocorreu a utilização de ferramentas nas atividades de ensino dos cursos de EEC. Além da limitação de não se estar “ouvindo a voz” dos docentes, destacaram-se outras limitações que atingem o dia-a-dia dos coordenadores de curso. A (falta de) gestão das licenças dos *softwares* foi um fator unânime nos relatos dos entrevistados, as limitações infraestruturais dos cursos e a partilha das instalações físicas com outros cursos foram as constatações limitadoras nesta categoria. Existem algumas licenças de *software* que são geridas pela escola, não pelo curso “[...] os docentes têm liberdade de utilizar

os *softwares* para as suas aulas [...], se não têm licença na escola, utilizam *freeware* ou abertos" (Coord. 01); "[...] nos laboratórios, os alunos levam seus portáteis que, na maioria das vezes, são mais rápidos que os equipamentos institucionais e acabam por suportar as instalações das ferramentas das disciplinas" (Coord. 02)

Normalmente a escolha do *software* ocorre por docente, dois docentes podem ser responsáveis pela mesma UC e, durante o semestre letivo, cada um adota a ferramenta que acredita ser mais adequada, por afinidade pessoal, ou em razão de não requerer licença. "O projeto pedagógico menciona e estimula a utilização de ferramentas específicas [...] fica ao critério do docente sua escolha e utilização [...] Ferramentas de *software* ajudam na formação" (Coord. 02). "Se há um professor da área de controle que descobre um *software* específico, ele não tem necessariamente que me informar" (Coord. 01).

Uma característica do curso, na área de concentração em computação, foi fortemente destacada pelo Coord. 02: o caso do desenvolvimento de ferramentas de *software* ou a sua utilização em projetos constituírem integralmente o conteúdo das UC, como é o caso das linguagens de programação. "Em alguns casos, as ferramentas computacionais constituem a disciplina integralmente, ou seja, o conhecimento é desenvolvido através da ferramenta de *software*. Em outros casos, a simulação precede a experiência prática" (Coord. 02).

Apenas no caso do Coord. 03, o estabelecimento de parcerias com fabricantes de *hardware* e *software*, como Cisco e Oracle, foi relatado como um contraste ao cenário limitador até aqui apresentado. A iniciativa, bem avaliada pelo entrevistado, constituiu-se como uma forma de capacitação do corpo docente. Notou-se ter conquistado o interesse dos discentes que almejam uma formação mais próxima do mercado de trabalho: "As disciplinas de telemática, redes de computadores e afins, nós seguimos totalmente a plataforma Cisco, é bem prático" (Coord. 03).

Avaliação das UC específicas e práticas do curso

Quer pela diversidade de conteúdos ofertados no curso de engenharia, pelo esforço dos docentes nas UC, ou pela sinergia destes, os docentes utilizam inúmeras formas de avaliação. Este pode ser um ponto forte, ao pensar numa migração do PP para metodologias não tradicionais. A garantia da especificidade da avaliação notou-se formalmente institucionalizada no curso do Coord. 01:

temos as FUC, Fichas de Unidade Curricular, que devem ser preenchidas e entregues até 15 dias após o início das aulas, em que os regentes das UC definem a sua metodologia e a sua forma de avaliação [...] Dentro das regras pedagógicas, cada professor tem liberdade de escolher o método de avaliação mais adequado.

O Coord. 02 apresentou a ocorrência de avaliações mais dinâmicas no curso e com foco no desenvolvimento de habilidades profissionais: "As unidades curriculares práticas são baseadas em pequenos projetos, acompanhados de relatórios e defesa oral". Um padrão similar foi destacado pelo Coord. 03: "É eclético [...] fazemos atividades práticas, passamos projetos e provas [...] Sempre tem provas, mas normalmente usamos uma nota para projetos".

Considerações finais

Quanto às metodologias não tradicionais em uso nos cursos de EEC, destacou-se intenções de adoção da PBL, relatadas por experiências realizadas por docentes, mas não institucionalizadas e não adotadas formalmente nos projetos pedagógicos dos cursos.

Embora mencionado pelos entrevistados, o *active learning* foi apresentado com muitas dificuldades na sua adequação, tanto por parte da coordenação, como a sua adoção e controle pelos docentes. O BL não foi diretamente mencionado pelos entrevistados, mas sabe-se que quando os relatos se referiam à possibilidade de adoção de alguma metodologia de forma mista ou híbrida, existiu uma grande possibilidade de se referir ao uso do BL.

Na análise dos relatos dos coordenadores dos cursos de EEC verificou-se que nenhum mencionou serem formalmente institucionalizado nenhum padrão de utilização de ferramentas e metodologias não tradicionais. Assim, pode entender-se que os resultados das experiências apresentadas resultam de iniciativas individuais dos professores e não de padrões de ensino discutidos e institucionalizados nos projetos pedagógicos dos cursos.

Percebeu-se que o número efetivo de disciplinas que recorreram às novas tecnologias ou novos processos, com base no que tem sido publicado internacionalmente, tem sido um fator limitante, no domínio da engenharia.

Os desafios impostos aos cursos de engenharia para a consolidação destas ações são grandes, sendo notório que existem dificuldades que transcendem o

ambiente de sala de aula: os professores precisam ser formados e de “comprar a ideia” de transitar entre os métodos focados no ensino e passar a utilizar metodologias centradas no aluno; os cursos e instituições precisam institucionalizar as metodologias nos seus projetos pedagógicos e assumir o ônus da sua adaptação e implantação.

A adequação dos cursos de EEC europeus às formas de ensino previstas na Declaração de Bolonha imputa responsabilidade aos cursos e IES. A adoção de metodologias de *active learning* centradas no aluno não deixa de ser desafiante para os professores. O processo de criação de uma nova cultura é demorado e precisa de acompanhamento. Cabe aos cursos de EEC prepararem-se para fornecer apoio ao novo contexto instrucional e despertarem para as inúmeras adaptações dele decorrentes.

Quanto às adequações inerentes às Diretrizes Curriculares Nacionais no ES brasileiro, a precariedade da infraestrutura identificou-se como sendo a maior dificuldade notada. Por outro lado, a falta de licenças de *software* e equipamentos atualizados nos laboratórios foi um fator comum nos relatos de todos os cursos analisados. Estas restrições são limitadoras da qualidade de formação dos futuros engenheiros.

Como limitações deste estudo, não foi possível detalhar as múltiplas associações e combinações utilizadas nas metodologias híbridas de ensino aqui relatadas, sendo que esta análise perante o professorado, pode descobrir sinergias funcionais que resultem em melhores práticas a serem adotadas no domínio da engenharia, constituindo-se como potenciais pistas para estudos futuros. Ainda numa abordagem aos docentes, poderia detalhar-se como acontece a utilização das ferramentas em sala de aula, já que neste estudo a entrevista aos coordenadores demonstrou que podem existir iniciativas pontuais e não formalizadas no curso. Ressalta-se ainda como limitação, a importância de ouvir a voz dos discentes, pois são os usuários principais do ES em engenharia. A avaliação de sua percepção forneceria o *feedback* do que está funcionando, do ponto de vista de metodologias e ferramentas não tradicionais.

Referências

- ALHARBI, A. H. A portable virtual lab for informatics education using open source software MILAB. *International Journal of Advanced Computer Science And Applications*, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 142–147, 2018. DOI: 10.14569/IJACSA.2018.090220. Disponível em: <https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=9&Issue=2&Code=IJACSA&SerialNo=20>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ALONSO, F.; MANRIQUE, D.; VIÑES, J. M. A moderate constructivist e-learning instructional model evaluated on computer specialists. *Computers & Education*, New York, v. 53, n. 1, p. 57–65, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.01.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131509000025>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- ARAÚJO, R. G. B. de.; COSTA, M. A. da; JOSEPH, B.; GUZMÁN, J. L. Developing professional and entrepreneurship skills of engineering students through problem-based learning: a case study in Brazil. *International Journal of Engineering Education*, Berlin, v. 36, n. 1, p. 155–169, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338584580_Developing_Professional_and_Entrepreneurship_Skills_of_Engineering_Students_Through_Problem-Based_Learning_A_Case_Study_in_Brazil. Acesso em: 9 jan. 2020.
- ARCHIBALD, M. M. Investigator triangulation: a collaborative strategy with potential for mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, [Thousand Oaks, CA], v. 10, n. 3, p. 228–250, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/1558689815570092>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1558689815570092?journalCode=mmra>. Acesso em: 27 dez. 2018.
- ARRUDA, A. L. B. de; GOMES, A. M. Democratização da educação superior: um estudo sobre a política REUNI. *Currículo sem fronteiras*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 543–561, 2015. Disponível em: <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol15iss2articles/arruda-gomes.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.
- BARDIN, L. *L'analyse de contenu*. France: Presses Universitaires de France, 1977.
- BARKER, B. S.; ANSORGE, J. Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 229–243, 2007.
- BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. *Computers & Education*, New York, v. 58, n. 3, p. 978–988, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511002508>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- BINDU, D. S.; SRIVIDYA, M.; SYAMALA, Y. Remote laboratory for implementation of various applications using linear and digital IC's. *Lecture Notes in Networks and*

Systems, Vijayawada, v. 80, p. 193-202, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-23162-0_18.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/334399470_Remote_Laboratory_for_Implementation_of_Various_Applications_Using_Linear_and_Digital_IC's. Acesso em: 9 jan. 2020.

BORREGO, M.; FOSTER, M. J.; FROYD, J. E. Systematic literature reviews in engineering education and other developing interdisciplinary fields. *Journal of Engineering Education*, Washington, v. 103, n. 1, p. 45-76, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1002/jee.20038>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jee.20038>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BOWEN, W. G.; CHINGOS, M. M.; LACK, K. A.; NYGREN, T. I. Interactive learning online at public universities: evidence from a six-campus randomized trial. *Journal of Policy Analysis and Management*, New York, v. 33, n. 1, p. 94-111, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1002/pam.21728>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.21728>. Acesso em: 19 nov. 2018.

BROISIN, J.; VENANT, R.; VIDAL, P. Lab4CE: a remote laboratory for computer education. *International Journal of Artificial Intelligence In Education*, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 154-180, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-015-0079-3>. Acesso em: 14 fev. 2019.

CASE, J. M.; LIGHT, G. Emerging research methodologies in engineering education research. *Journal of Engineering Education*, Washington, v. 100, n. 1, p. 186-210, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00008.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00008.x>. Acesso em: 16 nov. 2018.

CHAVES, M. M. N.; DOS SANTOS, A. P. R.; SANTOS, N. P. dos; LAROCCA, L. M. Use of the software IRAMUTEQ in qualitative research: an experience report. In: COSTA, A. P.; REIS, L. P.; MOREIRA, A. (Ed.). *Computer supported qualitative research*. Cham: Springer, 2017. p. 39-48.

CORTER, J. E.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C.; JING, M.; NICKERSON, J. V. Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, New York, v. 57, n. 3, p. 2054-2067, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013151100090X>. Acesso em: 16 nov. 2018.

CORTIZO, J. L.; RODRÍGUEZ, E.; VIJANDE, R.; SIERRA, J. M.; NORIEGA, A. Blended learning applied to the study of mechanical couplings in engineering. *Computers & Education*, New York, v. 54, n. 4, p. 1006-1019, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.10.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131509002917>. Acesso em: 17 nov. 2018.

COSTA, A. P. Cloud computing em investigação qualitativa: investigação colaborativa através do software webQDA. *Fronteiras: Journal of Social*,

Technological and Environmental Science, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 153–161, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i2.p153-161>. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2036>. Acesso em: 21 nov. 2018.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. *Pesquisa de métodos mistos*. São Paulo: Penso Editora, 2015.

DENZIN, N. K. *The research act: a theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill, 1978.

DENZIN, N. K. Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research*, [Thousand Oaks, CA], v. 6, n. 2, p. 80–88, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/1558689812437186>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1558689812437186>. Acesso em: 16 nov. 2018.

DÍAZ-MÉNDEZ, M.; GUMMESSON, E. Value co-creation and university teaching quality: consequences for the European Higher Education Area (EHEA). *Journal of Service Management*, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 571–592, 2012. DOI: 10.1108/09564231211260422. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263146925_Value_co-creation_and_university_teaching_quality_Consequences_for_the_European_Higher_Education_Area_EHEA. Acesso em: 15 nov. 2018.

DORMIDO, R.; VARGAS, H.; DURO, N.; SÁNCHEZ, J.; DORMIDO-CANTO, S.; FARIAS, G.; ESQUEMBRE, F.; DORMIDO, S. Development of a web-based control laboratory for automation technicians: the three-tank system. *IEEE Transactions on Education*, New York, v. 51, n. 1, p. 35–44, 2008. DOI: 10.1109/TE.2007.893356. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3052905_Development_of_a_Web-Based_Control_Laboratory_for_Automation_Technicians_The_Three-Tank_System. Acesso em: 16 nov. 2018.

FABREGAS, E.; FARIAS, G.; DORMIDO-CANTO, S.; DORMIDO, S.; ESQUEMBRE, F. Developing a remote laboratory for engineering education. *Computers & Education*, New York, v. 57, n. 2, p. 1686–1697, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511000716>. Acesso em: 16 nov. 2018.

FAULCONER, E. K.; GRUSS, A. B. A review to weigh the pros and cons of online, remote, and distance science laboratory experiences. *International Review of Research on Open and Distributed Learning*, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 155–168, 2018. DOI: 10.19173/irrodl.v19i2.3386. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324895712_A_Review_to_Weigh_the_Pros_and_Cons_of_Online_Remote_and_Distance_Science_Laboratory_Experiences. Acesso em: 12 fev. 2019.

FERNANDEZ, C.; DÍEZ, D.; ZARRAONANDIA, T.; TORRES, J. A student-centered introductory programming course: the cost of applying Bologna principles to computer engineering education. *International Journal of Engineering Education*, Berlin, v. 27, n. 1, p. 14–23, 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/236943109_A_Student-Centered_Introductory_Programming_Course_The_Cost_of_Applying_Bologna_Principles_to_Computer_Engineering_Education. Acesso em: 18 nov. 2018.

FIELDING, N. G. Triangulation and mixed methods designs: data integration with new research technologies. *Journal of Mixed Methods Research*, [Thousand Oaks, CA], v. 6, n. 2, p. 124–136, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/1558689812437101>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1558689812437101>. Acesso em: 7 dez. 2018.

FLICK, U. *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. São Paulo: Penso Editora, 2012.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. São Paulo: Artmed, 2008.

FLICK, U. *Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa*. São Paulo: Bookman, 2009.

GARRISON, D. R.; KANUKA, H. Blended learning: uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, Stanford, v. 7, n. 2, p. 95–105, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096751604000156>. Acesso em: 14 nov. 2018.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS, E.; BEZERRA, E. *Data mining: um guia prático, conceitos, técnicas, ferramentas, orientações e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

GOMES, L.; COITO, F.; COSTA, A.; PALMA, L. B.; ALMEIDA, P. Remote laboratories support within teaching and learning activities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOTE ENGINEERING AND VIRTUAL INSTRUMENTATION, 4., 2007, Porto. *Anais [...]*. Porto: University of Porto, 2007.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current trends in remote laboratories. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, New York, v. 56, n. 12, p. 4744–4756, 2009. DOI: 10.1109/TIE.2009.2033293. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5280206>. Acesso em: 22 dez. 2018.

JARA, C. A.; CANDELAS, F. A.; PUENTE, S. T.; TORRES, F. Hands-on experiences of undergraduate students in automatics and robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, New York, v. 57, n. 4, p. 2451–2461, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511001515>. Acesso em: 5 dez. 2018.

JUDGE, M. Large-scale laboratory teaching for first-year EEE undergraduates. *International Journal of Electrical Engineering Education*, Manchester, v. 54, n. 2, p. 164–177, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/0020720916688487>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0020720916688487>. Acesso em: 23 fev. 2019.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

LAZAR, C.; CARARI, S. A remote-control engineering laboratory. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, New York, v. 55, n. 6, p. 2368–2375, 2008. DOI:

10.1109/TIE.2008.920650. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/4470595>. Acesso em: 27 dez. 2018.

LINDSAY, E. B. The best of both worlds: teaching a hybrid course. *Academic Exchange Quarterly*, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 16–20, 2004. Disponível em:

<https://research.libraries.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/746/best%20of%20both%20worlds.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 nov. 2018.

MACEDO-ROUET, M.; NEY, M.; CHARLES, S.; LALLICH-BOIDIN, G. Students' performance and satisfaction with web vs. paper-based practice quizzes and lecture notes. *Computers & Education*, New York, v. 53, n. 2, p. 375–384, 2009. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.013>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131509000633>. Acesso em: 14 nov. 2018.

MÉNDEZ, J. A.; GONZÁLEZ, E. J. A reactive blended learning proposal for an introductory control engineering course. *Computers & Education*, New York, v. 54, n. 4, p. 856–865, 2010. DOI: 10.1016/j.compedu.2009.09.015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/222640199_A_reactive_blended_learning_proposal_for_an_introduutory_control_engineering_course. Acesso em: 14 dez. 2018.

NUGENT, G.; BARKER, B.; GRANDGENETT, N.; ADAMCHUK, V. The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 39., 2009, San Antonio, TX. *Proceedings [...]*. New Jersey: IEEE, 2009.

NUGENT, G.; BARKER, B.; GRANDGENETT, N. The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. In: EDMEDIA+ INNOVATE LEARNING, 2008, Vienna, Austria. *Proceedings [...]*. Waynesville, NC: AACE, 2008.

PEREIRA, C.; OLIVEIRA, P.; REIS, M. Non-traditional processes in higher education in engineering: a conceptual mapping. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, [Rio de Janeiro], v. 15, n. 1, 2018. DOI:

10.14488/BJOPM.2018.v15.n1.a16. Disponível em:

<https://bjopm.emnuvens.com.br/bjopm/article/view/412/635>. Acesso em: 11 jul. 2018.

STAKE, R. E. *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. São Paulo: Penso Editora, 2016.

SULLIVAN, F. R. Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 45, n.

3, p. 373–394, 2008. Disponível em: <https://people.umass.edu/florence/jrst.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

THOMAZ, S.; AGLAÉ, A.; FERNANDES, C.; PITTA, R.; AZEVEDO, S.; BURLAMAQUI, A.; SILVA, A.; GONÇALVES, L. M. G. RoboEduc: a pedagogical tool to support educational robotics. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 39., 2009, San Antonio, TX. *Proceedings* [...]. New Jersey: IEEE, 2009.

TIERNAN, P. Enhancing the learning experience of undergraduate technology students with LabVIEWTM software. *Computers & Education*, New York, v. 55, n. 4, p. 1579–1588, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131510001843>. Acesso em: 17 nov. 2018.

TIRADO-MORUETA, R.; SÁNCHEZ-HERRERA, R.; MÁRQUEZ-SÁNCHEZ, M. A.; MEJÍAS-BORRERO, A.; ANDUJAR-MÁRQUEZ, J. M. Exploratory study of the acceptance of two individual practical classes with remote labs. *European Journal of Engineering Education*, Oxfordshire, v. 43, n. 2, p. 278–295, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1363719>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03043797.2017.1363719>. Acesso em: 2 jan. 2019.

VERKROOST, M. J.; MEIJERINK, L.; LINTSEN, H.; VENN, W. Finding a balance in dimensions of blended learning. *International Journal on E-Learning*, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 499–522, 2008. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ801018>. Acesso em: 16 nov. 2018.

VIEGAS, C. et al. Impact of a remote lab on teaching practices and student learning. *Computers & Education*, New York, v. 126, p. 201–216, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131518301878>. Acesso em: 20 nov. 2018.

WARD, B. The best of both worlds: a hybrid statistics course. *Journal of Statistics Education*, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 1–12, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/10691898.2004.11910629>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10691898.2004.11910629>. Acesso em: 20 nov. 2018.

WEBSTER, D. R.; KADEL, R. S.; NEWSTETTER, W. C. What do we gain by a blended classroom?: a comparative study of student performance and perceptions in a fluid mechanics course. *International Journal of Engineering Education*, Berlin, v. 36, n. 1, p. 2–17, 2020.

WENLIANG, H.; GAJSKI, D.; FARKAS, G.; WARSCHAUER, M. Implementing flexible hybrid instruction in an electrical engineering course: the best of three worlds?. *Computers & Education*, New York, v. 81, p. 59–68, 2015. DOI: [10.1016/j.compedu.2014.09.005](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.005). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266377515_Implementing_Flexible_Hybrid

_Instruction_in_an_Electrical_Engineering_Course_The_Best_of_Three_Worlds. Acesso em: 5 dez. 2018.

YABANOVA, I.; TASKIN, S.; EKIZ, H.; OGUZ, Y.; AKASLAN, D.; YUMURTACI, M. Designing a real-time remote control system for undergraduate engineering and engineering technology students. *Journal of Engineering Technology*, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 34–43, 2016. DOI: 10.21859/jet-06016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303878299_Designing_a_Real-time_Remote_Control_System_for_Undergraduate_Engineering_and_Engineering_Technology_Students. Acesso em: 4 jan. 2019.

YI-HAN, L.; YU-TONG, H.; DI, T.; RUN-LONG, F.; LI, Y. A web-based virtual laboratory for SHRIMP. *Computer Applications in Engineering Education*, New York, v. 26, n. 5, p. 1493–1506, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22053>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22053>. Acesso em: 22 fev. 2019.