

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS-UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
NÍVEL DOUTORADO**

JULIANA MEREGALLI SCHREIBER MORAES

**JOGOS DE LINGUAGEM MATEMÁTICOS NO ENSINO EM
ENGENHARIA CIVIL**

SÃO LEOPOLDO-RS

2019

JULIANA MEREGALLI SCHREIBER MORAES

**JOGOS DE LINGUAGEM MATEMÁTICOS NO ENSINO EM
ENGENHARIA CIVIL**

**Tese apresentada como requisito parcial para a
obtenção do título de Doutora pelo Programa de
Pós-Graduação em Educação da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS
Linha de Pesquisa: Formação de Professores,
Currículo e Práticas Pedagógicas**

Orientadora: Profa. Dra. Gelsa Knijnik

**São Leopoldo-RS
2019**

M827j Moraes, Juliana Meregalli Schreiber.
Jogos de linguagem matemáticos no ensino em
Engenharia civil / por Juliana Meregalli Schreiber
Moraes. – 2019.
196 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) — Universidade do Vale do Rio
dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em
Educação, São Leopoldo, RS, 2019.

“Orientadora: Dra. Gelsa Knijnik”.

1. Educação matemática. 2. Engenharia civil.
3. Jogos de linguagem. 4. Educação em Engenharia
civil. I. Título.

CDU: 37.02:51:624

Juliana Meregalli Schreiber Moraes

**JOGOS DE LINGUAGEM MATEMÁTICOS NO ENSINO EM
ENGENHARIA CIVIL**

Tese apresentada como requisito parcial para a
obtenção do título de Doutora, pelo Programa de Pós-
Graduação em Educação da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos - UNISINOS

Linha de Pesquisa: Formação de Professores,
Currículo e Práticas Pedagógicas

Orientadora: Profa. Dra. Gelsa Knijnik

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Marli Teresinha Quartieri – UNIVATES

Professora Dra. Fernanda Wanderer – UFRGS

Professora Dra. Betina Schuler – UNISINOS

Professora Dra. Maura Corcini Lopes – UNISINOS

São Leopoldo-RS

2019

Dedico este estudo a minha mãe, meu maior exemplo, e ao meu amado filho Arthur: és minha razão de viver.

AGRADECIMENTOS

Nesta etapa final, gostaria de agradecer aos que contribuíram para que meu sonho se tornasse possível. Àqueles e àquelas que compartilharam comigo momentos de alegria e de incerteza, desejo-lhes dizer: Muito obrigada!

À minha querida orientadora, Gelsa Knijnik, agradeço pela dedicação, convivência e por acreditar em minha capacidade. Mais do que orientadora, você foi um exemplo de professora. Agradeço também as palavras sábias e os conhecimentos transmitidos durante esses anos em que fui sua orientanda de Doutorado.

Às professoras Marli, Fernanda, Betina e Maura, obrigada por aceitarem o convite para participar da banca examinadora desta Tese. Obrigada pela rigorosa leitura e contribuições. Sou imensamente grata pelas sugestões e comentários feitos.

Aos meus pais, Julio e Zélia, agradeço por sempre estarem presentes em minha vida acadêmica, incentivando-me a nunca desistir de meus sonhos. A você, pai, agradeço pela criação, pelo carinho, pelo amor e pela preocupação demonstrados. Mãe amada, obrigada pelas conversas e pelos sorrisos que sempre me instigaram, pelos maravilhosos momentos e horas a mim dispensadas. Com certeza, a vocês devo o que hoje sou.

À minha maravilhosa irmã Natany, obrigada pelo afeto e pela ajuda ao longo de toda a minha formação. Não encontro palavras para manifestar o meu amor. Agradeço pela torcida e por estar profundamente envolvida com minha trajetória pessoal e profissional.

Ao Arthur, por mesmo sem saber, me encorajar durante a caminhada da escrita da Tese. O amor que tenho por ti, me faz quere um mundo muito melhor.

Ao Thiago, agradeço o amor, a atenção e a compreensão de ter encarado meus projetos e segurado minha mão durante esse período.

Aos meus colegas e amigos do grupo de pesquisa, obrigada pelas valiosas contribuições acadêmicas que me proporcionaram. Em especial, agradeço à Márcia e a Fernanda Zorzi pelas discussões e pelos questionamentos acerca da pesquisa, os quais foram muito importantes nesse processo.

Aos colegas da Universidade La Salle, pessoas queridas que estão além da vida acadêmica.

A querida Ângela pela amizade e pela revisão destas páginas.

À Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Educação, agradeço pela qualidade do ensino. Aos professores do Curso de Doutorado, obrigada pelo incentivo, pela sabedoria e pelos conhecimentos desenvolvidos durante esses anos de formação.

À CAPES, agradeço pelo auxílio financeiro que tornou possível a realização desta investigação.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Educação, agradeço pelo auxílio e pela atenção sempre que precisei.

Aos meus colegas de Doutorado, obrigada pelos momentos de estudos durante os quais dividíamos nossos anseios e aprendizagens. De modo

especial, agradeço às colegas e amigas “de linha de pesquisa” com quem compartilhei as escritas deste trabalho.

Aos participantes das entrevistas, em especial, aos professores de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, agradeço pelos ensinamentos, pela disposição, pelo entusiasmo e pelo interesse em colaborar com este trabalho.

Aos meus amigos e familiares que, de uma forma ou outra contribuíram com sua amizade e sugestões para a realização deste trabalho, minha profunda gratidão.

Em geral, os pesquisadores trabalham numa órbita bem conhecida quando promovem uma experiência para provar ou invalidar uma hipótese. Num outro tipo de experiência, os pesquisadores levam a sério imprevistas dos dados, o que pode levá-los a sair dos trilhos e pensar “fora da caixa”. Analisam contradições e ambiguidades, detendo-se um pouco nessas dificuldades, em vez de tentar imediatamente resolvê-las ou descartá-las. O primeiro tipo de experiência é fechado, na medida em que responde a uma pergunta predeterminada: sim ou não. Os pesquisadores do segundo tipo de experiência trabalham mais abertamente, pois fazem perguntas que não podem ser respondidas dessa maneira (SENNETT, 2018, p.15).

RESUMO

A tese tem como objetivo examinar o que tem sido produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos nela praticados. Os aportes teóricos que sustentam a investigação vinculam-se às teorizações de Ludwig Wittgenstein, especificamente àquelas que correspondem à sua fase de maturidade, cuja obra mais conhecida é “Investigações Filosóficas”. O material de pesquisa é composto por: trabalhos dos *Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia* (COBENGE), especificamente os exemplares disponibilizados entre os anos de 2014 e 2018; e por entrevistas realizadas com cinco pesquisadores, que também atuavam como docentes em um Curso de Graduação em Engenharia Civil. O exercício analítico sobre esse material possibilitou concluir que: a) em sintonia com o mundo tecnocientificado em que vivemos, a educação em Engenharia Civil abrange, para a resolução de situações-problema da Área, a transmissão de conhecimentos relativos ao uso de *softwares* já disponíveis ou à produção de novos *softwares*; b) os jogos de linguagem matemáticos utilizados na Educação em Engenharia Civil têm como característica comum o uso do simbolismo matemático, sendo esse simbolismo o que torna possível expressá-los formalmente, com as regras que lhe dão sustentação; e c) a formação do engenheiro civil, na atualidade, está fortemente alinhada com a lógica neoliberal, marcada pelo empreendedorismo, competitividade, processos de gestão e acesso ao mercado de trabalho.

Palavras-chave: Educação Matemática. Wittgenstein. Jogos de Linguagem. Educação em Engenharia Civil.

ABSTRACT

The thesis aims to examine what has been produced, more recently, in Civil Engineering Education, in what refers to the mathematical language games played in it. The theoretical contributions that support the research are linked to the theorization of Ludwig Wittgenstein, specifically those that correspond to his stage of maturity, whose best known work is "Philosophical Investigations". The research material is composed of: articles from the *Brazilian Congress Annals on Engineering Education* (COBENGE), specifically the copies made available between 2014 and 2018; and by interviews with five researchers, who also worked as teachers in a Civil Engineering Graduation Course. The analytical exercise on this material made it possible to conclude that: a) in line with the techno-scientific world in which we live, Civil Engineering education encompass, for the resolution of situation-problem in the Area, the transmission of knowledge related to the use of softwares already available or to the production of new free softwares; b) the mathematical language games used in Civil Engineering Education have as a common characteristic the use of mathematical symbolism, being this symbolism what makes it possible to express them formally, with the rules that support it; and c) the formation of the civil engineer, nowadays, is strongly aligned with the neoliberal logic, marked by entrepreneurship, competitiveness, management processes and access to the labor market.

Keywords: Mathematics Education. Wittgenstein. Language Games. Education in Civil Engineering.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO...	12
1 A TRAJETÓRIA: PERCURSOS DA PROFESSORA/PESQUISADORA.	15
1.1 Um olhar sobre os estudos e investigações que se relacionam com o tema de pesquisa	25
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ...	33
3 NOTAS SOBRE A ENGENHARIA CIVIL E A FORMAÇÃO DE SEUS PROFISSIONAIS	62
4 REFERENCIAL TEÓRICO DO ESTUDO...	88
5 ANÁLISE DO MATERIAL DE PESQUISA...	108
5.1 Dos jogos de linguagem matemáticos na Educação em Engenharia Civil	109
5.1.1 O uso de <i>softwares</i> para a resolução de práticas da engenharia civil	111
5.1.2 O uso de de jogos de linguagem matemáticos (sem o uso de <i>softwares</i>) para a resolução de práticas da engenharia civil	124
5.2 Da racionalidade neoliberal na Educação em Engenharia Civil	147
FINALIZANDO	159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
ANEXOS	177

LISTA DE ABREVIATURAS

ABENC - Associação Brasileira de Educação em Engenharia.

BIM - *Building Information Modeling* - Modelagem de Informações da Construção

Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq/MCTI – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

GIPEMS - Grupo Interinstitucional de Pesquisa em Educação Matemática e Sociedade

MEC – Ministério da Educação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Professores entrevistados	42
Quadro 2 – Análise inicial dos trabalhos do COBENGE.	59
Quadro 3 - Análise inicial dos trabalhos do COBENGE – primeira pergunta de pesquisa	60
Quadro 4 - Análise inicial dos trabalhos do COBENGE – segunda pergunta de pesquisa	61
Quadro 5 – Atividades que o engenheiro pode desenvolver no âmbito profissional de acordo com o documento do CONFEA.	78

INTRODUÇÃO

O papel está em branco, não se tem nenhuma ideia, e depois, pouco a pouco, ao cabo de duas horas, ou de dois dias, ou de duas semanas, no próprio interior da atividade de escrever, uma porção de coisas tornaram-se presentes. O texto existe, sabe-se sobre ele muito mais do que antes. A cabeça estava vazia, agora está cheia, porque a escrita não esvazia, ela preenche. (FOUCAULT, 2006, p. 82).

Ele tem que impor uma ordem a essa promiscuidade de livros abertos e a esse caderno abarrotado de notas e borrões. Ele tem que dar uma forma a esse murmúrio em que se ouvem demasiadas coisas e, justamente por isso, não se ouve nada. O estudante tem que começar a escrever. (LARROSA, 2003, p. 73).

As epígrafes selecionadas para inspirar a escrita desta Tese me levam a refletir acerca dos movimentos que envolveram a atividade de redação deste Trabalho. Os dois excertos tornam presentes em minha memória os vários livros na estante, que sempre pareciam poucos, e as idas e vindas à biblioteca à procura de materiais, o que, ao final da escrita, passou a ser mais constante.

As palavras de Foucault, filósofo francês que “faz do pensamento uma prática ativa de problematizar as questões do seu tempo” (CASTRO, 2009, p. 11), me dizem muito com relação ao exercício de organizar as ideias, de sair da tela em branco e das folhas rascunhadas e de construir novas inquietações com a cabeça cheia, “porque a escrita não esvazia, ela preenche”. Como explicita o filósofo, o exercício da escrita demanda angústias, dificuldades, tensões, solidão, prazeres e desprazeres. Por diversas vezes, como incita Larrosa, coloquei “uma ordem [n]essa promiscuidade de livros abertos e [n]esse caderno abarrotado de notas e borrões”, pondo em “xeque” pensamentos e ações

de minha trajetória de professora e pesquisadora da área da Educação Matemática.

Os aportes teóricos que sustentam a investigação vinculam-se às teorizações de Michel Foucault e de Ludwig Wittgenstein, especificamente sua fase de maturidade, cuja obra mais conhecida é “Investigações Filosóficas”¹. O material empírico foi constituído por trabalhos dos Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), especificamente os exemplares disponibilizados entre os anos de 2014 e 2018; e por entrevistas realizadas com cinco pesquisadores, que também atuavam como docentes em um Curso de Graduação em Engenharia Civil².

Inspirada nas formulações do filósofo francês, busquei, no estudo, entender a Educação em Engenharia Civil na contemporaneidade. As teorizações de Foucault, além de me incitarem a questionamentos sobre “o meu próprio pensamento”, possibilitaram-me compreender os estreitos vínculos da educação dos futuros engenheiros civis com a racionalidade neoliberal da sociedade contemporânea. As ideias de Wittgenstein do período de sua maturidade ganharam centralidade no estudo na medida em que, com elas, pude identificar e, posteriormente, examinar os jogos de linguagem matemáticos presentes nas entrevistas com os professores e principalmente nos trabalhos do COBENGE que conformaram o material de pesquisa. Com base nessas breves considerações enuncio o objetivo central da Tese:

Examinar o que tem sido produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos nela praticados.

¹ Os aportes teóricos que dão sustentação ao exercício analítico empreendido na Tese são apresentados no Capítulo 4 do Trabalho.

² A descrição do material de pesquisa e sua relevância no campo da Educação em Engenharia Civil estão apresentadas no Capítulo 2 do Trabalho.

Para atingir esse objetivo, estruturei a Tese, em cinco capítulos, aos quais acrescentei o texto nomeado por “Finalizando”, as “Referências Bibliográficas” e os “Anexos” do Trabalho. No primeiro capítulo, intitulado “A Trajetória: percursos da professora/pesquisadora” evidencio a minha própria trajetória enquanto professora de matemática no Curso de Engenharia Civil e enquanto estudante do Curso de Doutorado em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Essa trajetória profissional me levou a definir como temática da Tese a “educação matemática e a formação do engenheiro civil”. Também no primeiro capítulo, mostro algumas produções acadêmicas vinculadas à Engenharia Civil e suas articulações com a minha pesquisa, possibilitando novos elementos para discutir a Educação Matemática e a produção do conhecimento nesse contexto.

No segundo capítulo, cujo título é “Procedimentos metodológicos do estudo”, demarco as opções teórico-metodológicas realizadas na investigação, descrevendo o material empírico produzido. No terceiro capítulo, descrevo brevemente o contexto do estudo, trazendo elementos para pensar o Curso de Engenharia Civil, indicando desdobramentos para a futura análise.

No quarto capítulo, mostro as lentes teóricas com as quais analisei o material de pesquisa. No quinto capítulo, apresento a análise empreendida e os resultados encontrados. Termina a Tese tecendo problematizações acerca do campo da Educação Matemática.

1 A TRAJETÓRIA: PERCURSOS DA PROFESSORA/PESQUISADORA

Apresento, neste capítulo, os caminhos acadêmicos e profissionais que me conduziram à realização da Tese. O estudo está ancorado em minha caminhada profissional de professora de Ensino Superior, graduada em Matemática e estudante do Curso de Doutorado em Educação. Destaco que, com esta escrita, não pretendo mostrar uma linearidade nos acontecimentos, tampouco evidenciar um começo. Acompanhando Foucault (2009), estou ciente que faço parte de uma rede discursiva na qual aquilo que está sendo dito não se origina naquele que fala, de modo que “não haveria [...] começo”. Nessa perspectiva, “em vez de ser aquele de quem parte o discurso”, eu seria, antes, “ao acaso de seu desenrolar, uma estreita lacuna, o ponto de seu desaparecimento possível”. (FOUCAULT, 2009, p. 3).

Ao descrever os caminhos que me inquietaram e que foram fundamentais na escolha do tema desta pesquisa, percebo que a semente está no meu ingresso como professora de Matemática na Universidade La Salle³, em fevereiro de 2014, e na participação no Grupo Interinstitucional de Pesquisa em Educação Matemática e Sociedade (GIPEMS), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Unisinos.

Para escrever sobre a professora, volto-me, ainda, aos primeiros semestres do Curso de Graduação em Licenciatura em Matemática, no ano de 2005, quando passei a participar, como bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, do GIPEMS, coordenado pela professora Dra. Gelsa Knijnik. Desse modo, tive a oportunidade de me aproximar do

³ A Universidade La Salle localiza-se na cidade de Canoas, na região metropolitana de Porto Alegre - Rio Grande do Sul. Em 2017, o então Centro Universitário La Salle foi reconhecido como Universidade. A instituição tem sua história ligada à trajetória das Obras Educativas Lassaletas. Atualmente, as Instituições Lassaletas estão presentes em 82 países e contam com mais de 4.600 Irmãos, 70.000 Educadores e 1.055 Comunidades Educativas que atendem, aproximadamente, a 950.000 crianças, jovens e adultos.

campo da Etnomatemática⁴ e das teorizações foucaultianas e wittgensteinianas. Os estudos ali iniciados e aprofundados no Curso de Mestrado em Educação, na mesma Instituição de Ensino, possibilitaram, por exemplo, compreender as regras que instituíam os jogos de linguagem praticados ao longo da primeira edição do Curso de Tecnologia de Gestão de Cooperativas⁵.

Foram as produções do Grupo de Pesquisa, apoiadas nas teorizações de Foucault e Wittgenstein, que tornaram possíveis e produtivas o modo com que passei a pensar a racionalidade contemporânea, sem a preocupação de buscar a razão, a “essência”, mas sim de pensar “de outro modo”. (GIONGO, 2008). “Talvez um dos aspectos mais importantes dessa filosofia [do Segundo Wittgenstein] seja possibilitar, a partir do caráter relacional dos usos nos seus diversos contextos e situações, um novo modelo de racionalidade”. (CONDÉ, 2004, p. 49). Escrever sobre minha participação no Grupo de Pesquisa desde a graduação tem como intenção mostrar o quanto o presente trabalho está articulado aos outros trabalhos gestados e produzidos no GIPEMS.

No ano de 2014, ainda lecionando na Educação Básica, iniciei minha trajetória como docente do Ensino Superior, atuando principalmente no Curso de Engenharia Civil, ministrando componentes curriculares vinculados à Matemática, como Álgebra e Geometria Analítica. Nesse novo contexto, as inquietações foram surgindo. De acordo com Paraiso (2012), nós mesmos/as, em nossas trajetórias de pesquisa, buscando inspiração em diferentes textos, autores/as,

⁴ A perspectiva Etnomatemática é concebida por Knijnik (2017) como uma caixa de ferramentas teóricas que permite analisar os jogos de linguagem matemáticos de diferentes formas de vida e suas semelhanças familiares pode ser usada para pensar a matemática escolar, pois possibilita a problematização acerca do discurso eurocêntrico da matemática escolar e seus efeitos verdade (KNIJNIK, 2017, p. 12).

⁵ Esse foi um dos propósitos do estudo que realizei no Curso de Mestrado, resultando na dissertação intitulada “Jogos de Linguagem e Educação Matemática em um curso de Tecnologia em Gestão de Cooperativas”, defendida em 2012, sob a orientação da professora Dr^a Gelsa Knijnik.

linguagens, materiais e artefatos, estabelecemos nossos objetos de pesquisa, elaborando nossas interrogações.

Ao exercer a atividade docente observava, em sala de aula, em reuniões de colegiado e também em conversas com os alunos, recorrentes falas vinculadas à formação de engenheiros. Muitas delas enfatizavam quase que exclusivamente aspectos técnicos da profissão. Passei a ficar mais atenta ao mundo da construção civil, que contemplava materiais e componentes de construção, processos construtivos, estrutura, mecânica de solos, hidráulica, rodovias, entre outras temáticas. Da mesma forma, passei a questionar se os jogos de linguagem praticados pelos estudantes nas aulas que eu lecionava, que primavam pelo formalismo, assepsia e abstração, tinham semelhanças de família⁶ com aqueles que os professores de Engenharia Civil usavam em suas aulas. A busca pela resposta a esse questionamento deu início ao estudo.

Pesquisas realizadas no GIPEMS, como as de Toledo (2017), Knijnik e Wanderer (2016, 2013), Wanderer (2014), Knijnik (2014a; 2014b), Knijnik e Junges (2014), Silveira (2011), Schreiber (2012), Knijnik e Duarte (2010), Bocasanta (2009), Knijnik e Giongo (2009) e Giongo (2008), utilizaram em suas análises as formulações de Michel Foucault e ideias da fase tardia da obra de Ludwig Wittgenstein, colocando “[...] sob suspeição a noção de uma linguagem matemática universal, que poderia ser ‘desdobrada’, ‘aplicada’ em múltiplas práticas produzidas pelos diferentes grupos culturais” (KNIJNIK, 2015, p. 13), evidenciando o uso da noção de jogos de linguagem. Ainda sobre a produção do grupo de pesquisa, vale destacar que há um expressivo número de trabalhos voltados à análise da matemática transmitida na Educação Básica e no Ensino Técnico. Nesse sentido, este estudo avança em relação ao que foi até aqui realizado, por ser a primeira produção do Grupo com um olhar voltado a um Curso de Ensino

⁶ " Essa noção será discutida no Capítulo 3.

Superior.

Daiane Bocasanta (2014), na tese intitulada “Dispositivo da tecnocientificidade: a iniciação científica ao alcance de todos”, discute a noção foucaultiana de dispositivo⁷. Assim, a noção de dispositivo da tecnocientificidade, formulada pela autora, se refere a diferentes instâncias do social que, na contemporaneidade, operam sobre o indivíduo e a sociedade, com vistas a uma crescente necessidade de serem tecnocientificadas. (BOCASANTA, 2014).

A partir da noção de tecnocientificidade formulada por Bocasanta (2014), o GPEMS iniciou o Projeto intitulado “Educação matemática e o dispositivo da tecnocientificidade”. Tal projeto teve como objetivo geral analisar como, em diferentes formas de vida escolares, opera o discurso da educação matemática em suas articulações com o dispositivo da tecnocientificidade.

A tecnociência tem um importante destaque na contemporaneidade. Isso fica evidenciado, por exemplo, nos esforços, em nível global, que vêm sendo realizados para educar cientificamente as novas gerações. Bocasanta (2014, p. 24) salienta que “a ideia de educação apresentada nos documentos [documentos nacionais que analisa em sua tese] a posiciona como salvação de uma nação que precisa empreender esforços para colocar-se em um cenário competitivo e de acelerados avanços.” A autora observa, a partir desses documentos, que a educação ocupava um lugar privilegiado, sendo entendida como peça-chave na constituição de sujeitos “[...] capazes de lidar com o conhecimento tecnocientífico e [com] a disseminação desse conhecimento no tecido social – [a partir do] que se espera poder, conseqüentemente, atrair um grande contingente de indivíduos para as

⁷ O filósofo considera o dispositivo como uma heterogênea rede de “[...] discursos, instituições, organizações arquitetônicas, decisões regulamentares, leis, medidas administrativas, enunciados científicos, proposições filosóficas, morais e filantrópicas”. (FOUCAULT, 2008a, p. 244).

carreiras científicas”. (IBIDEM).

O discurso tecnocientífico está presente nas escolas, nas universidades, nas empresas e em diversas áreas do conhecimento. As principais atribuições do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que é uma agência do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), são “fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros”⁸. Tanto os objetivos quanto a missão e a visão do CNPq convergem para o discurso tecnocientífico de que a ciência e a tecnologia são elementos centrais para possibilitar o avanço. Nesse sentido, a missão do conselho é “Fomentar a Ciência, a Tecnologia e a Inovação e atuar na formulação de suas políticas, contribuindo para o avanço das fronteiras do conhecimento, para o desenvolvimento sustentável e para a soberania nacional”. Já a Visão do órgão é “ser uma instituição de reconhecida excelência na promoção da Ciência, da Tecnologia e da Inovação como elementos centrais do pleno desenvolvimento da Nação brasileira”. Sendo assim, o CNPq viabilizou/viabiliza muitas pesquisas, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de estudos e para a formação de pesquisadores (mestres, doutores e especialistas em várias áreas de conhecimento). Stevanato (2018) apresenta, em seus estudos, uma densa análise de documentos nacionais, relacionando-os ao dispositivo de tecnociência e ao programa Ciências Sem Fronteira.

Bocasanta (2014) afirma que ciência, tecnologia e inovação são entendidas como alavancas que serviriam para desbloquear o progresso do país, sendo responsáveis por atender aos “‘reclamos’ e aos ‘anseios’ da ‘sociedade’”. Para a autora, essa “fé” de que a ciência promoverá o progresso existe porque se acredita que “as conquistas no avanço do conhecimento e das tecnologias indicam possibilidades objetivas de o país se colocar, de forma satisfatória, no seio dessa ordem, de modo a

⁸ Informações retiradas do site http://cnpq.br/apresentacao_institucional/. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

aproveitar as oportunidades internacionais existentes”. (p. 37).

Outra pesquisa vinculada ao GIPEMS foi a realizada por Toledo (2017). Esse estudo teve como objetivo central discutir sobre a formação do técnico agrícola do IFRS-Sertão, em especial no que se refere à educação matemática. A autora mostrou que a tecnociência adentrou o setor agropecuário brasileiro produzindo cada vez mais os efeitos desejados, especialmente no que diz respeito ao aumento da produtividade desencadeado pela expansão e desenvolvimento da ciência e da tecnologia – tecnociência no campo. Para a autora, os participantes de seu estudo, estudantes da educação profissional e tecnológica, tanto do passado quanto da contemporaneidade, são envolvidos pelo dispositivo e, “[...] são objetivados e subjetivados, seguindo a lógica do capitalismo vigente, a serem empresários de si mesmos. No cenário dos avanços tecnocientíficos – da tecnociência –, a verdade produzida insere-se em uma racionalidade cada vez mais disseminada, que busca tornar, cada um, empresário de si mesmo” (TOLEDO, 2017, p. 126). Para a autora, nesse processo, o conhecimento científico deixou de ser entendido como um fim e um bem em si mesmo, para se transformar em um meio para outras finalidades, sejam políticas, econômicas ou sociais. A tecnociência, no sentido utilizado pela autora, significa o entrelaçamento da produção de conhecimento científico, das técnicas e do capitalismo no interior da racionalidade neoliberal vigente.

Os estudos realizados por Bocasanta (2014), Toledo (2017), Stevanato (2018), Bocasanta e Knijnik (2016) e Silva e Fabris (2013) mostram o lugar privilegiado que a educação ocupa nessa busca de tecnocientificar os indivíduos e a sociedade. Para Bocasanta e Knijnik (2016), há um número significativo

de justificativas para que a educação escolar seja engajada em uma cruzada que pretende posicionar a tecnociência no centro do processo educativo: as revoluções científicas em curso no século XXI (a genômica, a ecotecnológica e a da comunicação e

informação), a necessidade de um grande número de profissionais bem qualificados para atuar nos grandes projetos – tecnocientíficos – previstos para a próxima década, a construção de uma sociedade sustentável, a busca de um futuro mais próspero, etc. (BOCASANTA; KNIJNIK, 2016, p. 149).

Os estudos realizados no contexto do Grupo de Pesquisa impulsionaram o meu interesse em estudar questões da contemporaneidade vinculadas à tecnociência e à inovação. Atualmente, o desenvolvimento da tecnologia acelera e substitui processos. O regime capitalista está em plena consolidação e, conseqüentemente, vivenciam-se disputas de grandes potências por territórios, matérias-primas e mercados consumidores. Frente a isso, o “importante é [analisar] as atuais transformações no espaço e no tempo em termos de suas proveniências e emergências, bem como de seus desdobramentos e efeitos na vida humana”. (VEIGA-NETO; SARAIVA, 2018, p. 166). Em uma entrevista intitulada “Transformações espaço-temporais e educação na contemporaneidade”, os autores em questão refletem sobre a contemporaneidade e as potencialidades de se pensar as “coisas do nosso tempo”:

De um lado, essas transformações – nas maneiras de percebermos e representarmos o espaço e o tempo e de fazermos uso de ambos – estão acontecendo muito ampla e rapidamente, acarretando muitos “desconfortos” e desajustes no dia a dia de todos nós. De outro lado, tais transformações nos fornecem um rico “material” para investigarmos os diferentes modos de subjetivação a que estamos sujeitos. Talvez ainda mais importante, essas transformações nos mostram as conexões imanentes entre as novas espacialidades e temporalidades sociais e a racionalidade neoliberal. O neoliberalismo e as correlatas demandas do capitalismo cognitivo não apenas dependem das novas percepções e usos que temos e fazemos do espaço e do tempo, mas também, e ao mesmo tempo, tais percepções e usos são reforçados e aprofundados pela racionalidade neoliberal e pelo capitalismo. Ao se combinarem, essas conexões se reforçam, se alastram e, nos envolvendo cada vez mais intimamente, nos parecem naturais. (VEIGA-NETO; SARAIVA, 2018, p. 165).

É preciso problematizar este tempo, por mais que, como argumenta Inês Hennigen (2017), “analisar a contemporaneidade [seja] difícil não só em função da sua complexidade e mutabilidade, mas porque é complicado nos distanciarmos de nosso próprio tempo”. Assim, é necessário investigar os diferentes modos de subjetivação a que estamos sujeitos, como propõe Veiga-Neto (2018).

Urge, ainda, entender como esse processo é fortemente marcado pela racionalidade neoliberal. Nessa perspectiva, é necessário atentar a como o indivíduo é caracterizado nesta sociedade neoliberal. O sujeito passa a ser o encarregado de sua própria vida, de seu trabalho, de sua qualificação, etc., sendo que, para manter-se e progredir nos tempos atuais, é preciso seguir aprendendo “ao longo da vida” ou por toda a vida. (GADELHA, 2009). Na contemporaneidade, a educação e, em particular, a Escola, a Universidade (como instituições que fazem parte dessa sociedade) “têm sido partícipes na afirmação dessas características neoliberais, muitas vezes tomadas sem questionamento como as únicas possibilidades de progresso individual e social”. (VEIGA-NETO, 2001; GADELHA, 2009; POPKEWITZ, 2009). No cenário dos avanços tecnocientíficos, “a verdade produzida insere-se em uma racionalidade cada vez mais disseminada, que busca tornar, cada um, empresário de si mesmo”. (TOLEDO, 2017, p. 123). O empreendedorismo constitui-se como “uma verdade dos nossos tempos” e “[...] cria novas subjetividades que aparecem em estreita consonância com a racionalidade neoliberal”. (LOCKMANN, 2013, p. 138).

Nessa perspectiva, o próprio conhecimento, segundo Silva (2015), passa a ser situado como um fator de produção. Com a consolidação das políticas de inspiração neoliberal, os saberes e os valores formativos são deslocados do âmbito de uma “cultura universal” e tornam-se regidos por novos critérios operacionais, dentre os quais se destacam “a eficácia, a mobilidade e o interesse”. (SILVA, 2015, p. 31).

É possível afirmar que o setor da construção civil também está

articulado às inovações e tecnologias da atualidade. Há muitos engenheiros e pesquisadores da área em busca de melhorias, avanços e métodos menos agressivos ao meio ambiente. Em muitos estudos da área da Engenharia, observa-se a importância de considerar cada região, cada tipo de terreno, materiais diferenciados, arquiteturas e técnicas construtivas. Outro aspecto importante a se destacar é que as mudanças contemporâneas, como, por exemplo, o crescimento elevado de veículos circulando nas grandes cidades, também influenciam a engenharia civil, pois novas construções são criadas para atender às necessidades da população. As pessoas adquirem mais veículos, o que acaba exigindo a construção de garagens nos prédios, de mais túneis, viadutos, etc.

A matéria “O uso da tecnologia vai transformar o jeito de trabalhar na construção civil”⁹ indica que a tecnologia entrará definitivamente em pauta na construção civil nos próximos anos, conforme projeção de especialistas do setor. Para José Carlos Martins, presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), essa mudança vai impactar a cadeia de fornecedores e a mão de obra empregada, que terão que se qualificar e adaptar aos novos modelos de construção, a fim de atender às demandas. Com papel fundamental em um canteiro, o mestre de obras, segundo Martins, terá de dominar também conhecimentos como o da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* - Modelagem de Informações da Construção), processo que cria digitalmente modelos virtuais de uma construção e permite melhor análise e controle em relação aos processos manuais.

É recorrente a fala de que os profissionais, na atualidade, precisam estar capacitados a utilizar a tecnologia no exercício de suas atividades. No caso do engenheiro civil, o uso de sofisticados sistemas, que associam o processamento de cálculos ao tratamento de imagens,

⁹ Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/uso-da-tecnologia-vai-transformar-o-jeito-de-trabalhar-na-construcao-civil.ghtml>. Data da reportagem: 15/12/2017.

pode melhorar sensivelmente processos e produtos, reduzindo o tempo de elaboração dos projetos e aumentando a qualidade dos resultados. O coordenador de Projetos Estratégicos da Construção Civil do Sebrae/Rio de Janeiro, Marcos Vasconcellos¹⁰, em entrevista a um portal de notícias de grande circulação, afirma que não há como retroceder na perspectiva tecnológica. A construção civil vai se aproximar do modelo da indústria automobilística, em que “cada vez mais a construtora busca um sistemista (como é chamado o fornecedor de produtos acabados na indústria automobilística) que entregue soluções, não simplesmente mão de obra. Nessa dinâmica, não se quer mais quem forneça tijolo, mas sim a parede pronta”. Vasconcellos acredita que essa nova configuração abrirá espaço para o micro e pequeno empreendedor especialista, o que vai ao encontro também da Lei das Terceirizações, que permite à construtora terceirizar a contratação de funcionários.

No livro “Redes ou Paredes: A escola em tempo de dispersão”, ao realizar uma análise do “jovem de hoje”, Sibilia (2012) infere que,

decididamente, tudo isso tem ressonâncias explícitas de certo discurso neoliberal que enaltece uma figura muito particular: a do indivíduo empreendedor. Muito presente na retórica empresarial, a atitude empreendedora costuma ser apresentada como um caminho para solucionar diversos problemas contemporâneos, desde a demanda de realização pessoal e sucesso individual até o desemprego estrutural que afeta a economia global. (SIBILIA, 2012, p. 125).

A autora evidencia que “o empreendedorismo neoliberal está presente também no âmbito das reformas pedagógicas em curso”. (SIBILIA, 2012, p. 46). É nessa perspectiva que busco examinar o que está sendo produzido atualmente na Educação em Engenharia e quais são as aproximações dessas produções com a lógica neoliberal,

¹⁰ Esse relato integra a reportagem “O uso da tecnologia vai transformar o jeito de trabalhar na construção civil” Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/empovimento/noticia/uso-da-tecnologia-vai-transformar-o-jeito-de-trabalhar-na-construcao-civil.ghtml>. Data da reportagem: 15/12/2017.

entendendo que se vive em um contexto bastante distinto daquele que no qual, por exemplo, foram elaborados as diretrizes curriculares vigentes de Cursos de Engenharia Civil¹¹.

O movimento seguinte que realizei foi, mapear as produções acadêmicas que abordavam tema similar ao da Tese. O resultado analítico deste mapeamento apresento na próxima Seção.

1.1 Um olhar sobre os estudos relacionados com o tema da pesquisa

Para mapear produções acadêmicas que abordavam tema similar ao desta Tese, inicialmente, selecionei trabalhos (dissertações e teses) que, de diferentes formas, se relacionam ao tema desta pesquisa. Com isso, foi possível identificar o que já foi publicado sobre o assunto. Em uma busca preliminar de trabalhos no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e no Scielo, utilizei como termos de busca as expressões “Ensino de Engenharia”, “Engenharia Civil”, “Cursos de Engenharia”, “matemática para engenheiros” e “ensino de matemática e cursos de engenharia civil”. Com esses descritores, encontrei 178 resultados no Banco da CAPES e apenas 25 no Scielo.

Após a leitura dos resumos desses trabalhos, fiz uma segunda seleção, tentando encontrar as aproximações e os distanciamentos dessas pesquisas em relação ao meu tema de investigação. Assim, apresento, a seguir, as dissertações e teses que acredito serem as mais relevantes para este estudo, sabendo que corro o risco de ter excluído pesquisas importantes cujos títulos ou resumos não apresentavam

¹¹ Mesmo que guardem diferenças relacionadas a regionalidade, cidades de maior porte e menor porte, todos os Cursos de Engenharia estão submetidos as mesmas diretrizes, que são os documentos que utilizo nesta Tese.

claramente o tema abordado. É difícil decidir quais pesquisas nos permitirão um maior aprofundamento, mas é necessário fazer escolhas. Assim, construí, em um primeiro momento, um quadro, a fim de facilitar a análise. Os trabalhos tabelados foram lidos integralmente e numerados para construir a revisão de literatura.

A partir da seleção realizada, é importante destacar que cinco das pesquisas tinham como objetivo discorrer sobre o “Perfil do Engenheiro” (duas de Mestrado Acadêmico, duas de Mestrado Profissional e uma de Doutorado). Todos esses trabalhos abordavam a necessidade de atualização do acadêmico e também do egresso em Engenharia.

A dissertação de Ana Teresa Colenci (2000), cujo título é “O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica”, discorreu sobre a preocupação com o ensino de engenharia no meio acadêmico. Segundo a autora, isso ocorre porque, ao se formar e ingressar no mercado de trabalho, o profissional precisa ser treinado para compatibilizar a realidade em diferentes níveis de interpretação. Além disso, as necessidades da sociedade também têm sofrido constantes mudanças, solicitando desses engenheiros soluções criativas e diferentes das já conhecidas. “Isso significa que ‘novas soluções’ devem ser buscadas para os ‘novos problemas’”. (COLENCI, 2000, p. 4). Neste trabalho, a autora mostrou características da contemporaneidade para demarcar o perfil do Engenheiro e a necessidade de uso da tecnologia, porém não empreende uma análise a partir do neoliberalismo.

Na pesquisa de Checcucci (2014), a autora evidenciou a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) como um ambiente computacional complexo para projeção e gestão colaborativa, criado para dar suporte a todas as fases do ciclo de vida da edificação. O BIM representa o estado da arte das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas ao setor da Construção Civil. A autora realizou uma análise sobre o BIM e sobre as experiências

nacionais e internacionais de ensino-aprendizagem sobre o tema. A partir dos estudos efetuados, desenvolveu um método para identificar interfaces entre o currículo do engenheiro civil e o BIM. A pesquisa investigou a Expressão Gráfica (EG) e criou uma proposta para estruturar essa área dentro de um currículo de engenharia civil que adote o BIM. Em sua Tese, Checcucci (2014) destaca a tecnologia e a ciência, sem utilizar o termo “tecnociência”. Observou que “[os] profissionais que atuam na projeção, construção, manutenção e operação de edificações [têm] necessidade de responder aos problemas que lhes são apresentados de forma cada vez mais eficiente e eficaz.” (CHECCUCCI, 2014, p. 20).

Nos dois trabalhos anteriormente descritos, observei elementos importantes para esta investigação. Os estudos mostram o quanto o engenheiro civil, na contemporaneidade, precisa acompanhar as novas tecnologias. A partir da análise desses trabalhos, passei a questionar as características desse “novo engenheiro” – expressão presente nos dois trabalhos analisados.

Dos trabalhos analisados, dez enfocavam o Ensino de Engenharia, e assim, evidenciavam preocupação com a melhoria da qualidade do ensino da área. Dentre os trabalhos, destaco o que analisou o currículo de um curso de Engenharia Civil. Arantes (2002) realizou um estudo de caso, evidenciando as continuidades, as rupturas e as diferenças existentes entre o currículo projetado e o currículo implementado em um curso de Engenharia Civil. O autor mostrou que o curso de Engenharia Civil era o que mais requeria mudanças, tanto nos arranjos curriculares quanto nas relações entre professores e alunos. Segundo o autor, esse fato pode ser atribuído, em parte, à falta de um departamento de Engenharia Civil que abordasse as atividades curriculares com o Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Engenharia Civil. Em termos teóricos, o pesquisador contextualizou os estudos de Bourdieu, identificando “o campo científico como outro qualquer, com suas relações de força e monopólios, suas lutas e estratégias, seus

interesses e lucros, para adquirir reconhecimento e prestígio”. (ARANTES, 2002, p. 29).

O autor analisou as discussões, os conflitos, as negociações e os deslocamentos que ocorreram entre as áreas que compõem um mesmo curso de nível superior no campo da Engenharia em um processo de reforma curricular. Como resultados, evidenciou que, nos primeiros anos do curso, prevaleceu o enxugamento das matérias de formação básica, e o mesmo aconteceu nas ênfases do curso no último período, que tinham sua carga horária reduzida em mais de 50%. No entanto, no ciclo profissional, ocorreu um acréscimo de carga horária em áreas de conhecimento que “lutam por maior participação” no currículo (Saneamento/ Meio Ambiente, Transporte e Geotecnia). Ao analisar a investigação empreendida por Arantes, observei que os documentos utilizados por ele, pertencentes a Escolas de Engenharia de Minas Gerais, eram semelhantes aos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que eu estava analisando (número de disciplinas vinculadas à Matemática no Curso de Engenharia Civil, nomenclatura das disciplinas, entre outros), e de épocas próximas.

Observei que, mesmo que os cursos de Engenharia Civil de diferentes estados guardem muitas diferenças, relacionadas, por exemplo, à regionalidade, todos os Cursos estão submetidos às mesmas diretrizes, por isso existe a possibilidade de encontrar tantas semelhanças.

A tese intitulada “Humanismo e tecnologia nos Cursos de Engenharia Civil”, examinou comparativamente Cursos de Engenharia Civil de Universidades Federal, Confessional e comunitária, no que tangia às reformas e mudanças curriculares na articulação com conceitos de humanismo e tecnologia. Nas análises da autora, os entrevistados, vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, destacam que

a evolução técnico-científica deste curso se deu por um processo de gestão que outrora envolveu várias instâncias de um grande projeto: ensino, pesquisa e extensão. A divisão entre aqueles que pensam e aqueles que executam, ou, entre aqueles que pesquisam e aqueles que ensinam constitui hoje um dos dilemas do curso na sua evolução. Os atores percebem que estão diante de uma nova revolução paradigmática. Percebem que a evolução técnico-científica do curso de engenharia civil deveria se dar pela inovação radical, ou seja, por um projeto que possui as características da invenção duradoura através da colocação em evidência de um inédito ou social. (FRANCO, 2018, p. 178).

Observei que a palavra “Tecnociência” não esteve presente em nenhuma das dissertações ou teses que analisei. Da mesma forma, nenhum dos trabalhos apontou as teorizações de Wittgenstein acerca do uso de jogos de linguagem. Quando utilizei os descritores “Matemática” e “Engenharia Civil”, estes apontaram para trabalhos que articulavam o Ensino de Matemática em Cursos de Engenharia Civil.

Na pesquisa “Matemática para engenharia: unidades de ensino potencialmente significativas para superar lacunas em matemática básica”, Boff (2017) articulou o campo da matemática e o Curso de Engenharia. O objetivo da pesquisa foi “a aplicação e a avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa em uma turma da disciplina de Pré-Cálculo, de cursos de Engenharia, visando à ocorrência de uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados a funções matemáticas”. (BOFF, 2017, p. 12). A autora apresentou a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, como também as atividades utilizadas na construção dos encontros que, posteriormente, foram analisados no âmbito da pesquisa. No estudo, a pesquisadora não problematiza o lugar da matemática no currículo dos cursos de engenharia.

Outra constatação importante que fiz ao buscar pesquisas que tratassem exclusivamente sobre a abordagem da Matemática nos Cursos de Engenharia Civil, é que a maioria dos trabalhos encontrados

apresentava análises sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos dos cursos em relação, principalmente, a conteúdos de “Cálculo” e de “Cálculo Diferencial e Integral”. Nessa perspectiva, Barbosa (2011) realizou um estudo com alunos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica de uma Universidade Federal localizada na Região Sul do Brasil, analisando o rendimento nas disciplinas de Cálculo Diferencial I e II. Na mesma linha, a pesquisa realizada por Pereira Filho (2012) analisou erros produzidos por estudantes de um curso de Engenharia Civil na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Ao evidenciar os exercícios em que os alunos apresentavam dificuldades e erros, os autores utilizaram exercícios nos quais não estava presente situações vinculadas à Engenharia.

Destaco que, apesar de nenhum dos trabalhos analisados fazer uso da linguagem wittgensteiniana, pude observar que os jogos de linguagem apresentados eram aqueles que envolviam cálculos de logaritmos, limites, derivadas e integrais.

No período de realização desta pesquisa, mantive o olhar atento aos estudos desenvolvidos com relação ao tema pesquisado, especialmente aqueles que tratavam de práticas matemáticas na Educação de Engenharia Civil. Os alertas no Google Acadêmico¹² contribuíram para ampliar o escopo da revisão bibliográfica desde a Proposta apresentada quando da Banca de Qualificação. Em 2015, mantive ativos dois alertas, que enviaram regularmente, para meu e-mail, novas publicações sobre Engenharia Civil e jogos de linguagem.

Muitos dos trabalhos que recebi estavam vinculados ao Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). Trata-se de um dos mais importantes fóruns de discussão sobre formação e exercício profissional em Engenharia no Brasil. Esse congresso é realizado

¹² O Google acadêmico é uma ferramenta de pesquisa da empresa Google que permite pesquisar artigos científicos, em trabalhos acadêmicos, jornais de universidades e trabalhos variados.

anualmente, desde 1973, pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Percebi, pois, mais um aspecto relevante: a existência de um congresso para pensar questões vinculadas à Educação de Engenharia.

O mote da edição de 2015 do Congresso foi “Aprendizagem Ativa: Engenheiros Colaborativos para um Mundo Competitivo”, cujo objetivo era “preparar professores e alunos para um novo salto de qualidade e para as exigências da vida moderna”(COBENGE, 2015, p.12). Na abertura do encontro, foi destacado que a velocidade com que ocorrem as *mudanças tecnológicas* e os consequentes desafios a serem enfrentados pela população cada vez mais urbana (no que diz respeito a transporte, energia, segurança, sustentabilidade) colocam a Engenharia no centro dos problemas da sociedade. Inovar e reinventar-se deixaram, pois, de ser pressupostos meramente retóricos para se tornar requisitos obrigatórios ao novo perfil profissional¹³.

Percebi, nos trabalhos dos anais do COBENGE, um material produtivo para ser analisado, visto que muitas das Teses e Dissertações que encontrei em minhas buscas de revisão de literatura também constavam dos Anais desse Congresso.

As considerações feitas até aqui me levam a elaborar as seguintes questões de pesquisa:

- O que é produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos nela praticados? Como essa produção se expressa nos anais do COBENGE dos últimos 5 anos e nas entrevistas realizadas com pesquisadores da área?

No próximo capítulo, descrevo o material de pesquisa escolhido,

¹³ Informações retiradas do site na COBERGE: Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/index.php?ss=4>. Acesso em: 16 dez. de 2017.

bem como os encaminhamentos metodológicos utilizados. Posteriormente, analiso o material com ferramentas advindas das teorizações foucaultianas, em particular, a análise do discurso.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO

Uma metodologia de pesquisa é sempre pedagógica porque se refere a um como fazer, como faremos ou como faço minha pesquisa. Trata-se de caminhos a percorrer, de percursos a trilhar, de trajetos a realizar, de forma que sempre tem por base um conteúdo, uma perspectiva ou uma teoria. Pode se referir a formas mais ou menos rígidas de proceder ou realizar uma pesquisa, mas sempre se refere a um como fazer. Uma metodologia de pesquisa é pedagógica, portanto, porque se trata de uma condução: como conduzo ou conduzimos nossa pesquisa. (MEYER; PARAÍSO, 2012, p. 15).

Neste capítulo, mostro como foi constituído o material de pesquisa que compõe o Trabalho. A construção do material de pesquisa é um exercício constante de interrogações, sem um método rígido de condução. No entanto, aponto caminhos e possibilidades, mostrando um modo de olhar, de analisar e de descrever o objeto de pesquisa em consonância com o referencial teórico da Tese.

Procuró, neste capítulo, com base nesse entendimento, dar visibilidade ao “como realizei esta pesquisa”. Nesse processo, percorri caminhos investigativos que me levaram a utilizar diferentes estratégias para constituir o material de pesquisa. Realizei, pois, um conjunto de atividades em diferentes tempos, mais precisamente de junho de 2016 a dezembro de 2018.

O material de pesquisa é composto por: trabalhos dos Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), especificamente os exemplares disponibilizados entre os anos de 2014 e 2018; e por entrevistas realizadas com cinco pesquisadores, que também atuavam como docentes em um Curso de Graduação em Engenharia Civil. Com inspiração na Tese de Duarte (2009), para dar

visibilidade e diferenciar o material empírico da investigação, optei por demarcá-lo e apresentá-lo em “caixas” (retângulos).

Caixas simples apresentam excertos dos trabalhos do COBENGE.

Caixas com sombreado trazem excertos das entrevistas realizadas com pesquisadores, que também atuavam como docentes em um Curso de Graduação em Engenharia Civil. Os excertos das entrevistas são apresentados em fonte 11, com grifados em itálico para destaques necessários na construção de argumentos que perpassam a Tese.

Ao se referir às pesquisas que realizava, Foucault (2003, p. 229) explicita:

Não tenho um método que se aplicaria, do mesmo modo, a domínios diferentes. Ao contrário, diria que é um mesmo campo de objetos que procuro isolar, utilizando instrumentos encontrados ou forjados por mim, no exato momento em que faço minha pesquisa, mas sem privilegiar de modo algum o problema do método [...] Eu tateio, fabrico como posso instrumentos que são destinados a fazer objetos. Os objetos são um pouquinho determinados pelos instrumentos, bons ou maus, fabricados por mim. [...] Procuro corrigir meus instrumentos através dos objetos que penso descobrir, e, neste momento, o instrumento corrigido faz aparecer que o objeto definido por mim não era exatamente aquele. É assim que eu hesito ou titubeio.

Tem-se, pois, na perspectiva foucaultiana, que é na construção do problema ou do objeto de pesquisa que o método da investigação deve ser definido. Este deve ser pensado caso a caso, conduzindo o pesquisador na escolha de estratégias e instrumentos, uma vez que não

está, *a priori*, na pesquisa. Nesta investigação, a metodologia foi sendo revista, retificada e alterada durante o processo da pesquisa.

Movimento importante realizado com vista, em um primeiro momento, à composição do material de pesquisa, foi a busca nos acervos da Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul, localizada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre. Os arquivos encontrados possibilitaram entender um pouco mais sobre o Curso de Engenharia Civil, já que tal curso dessa instituição foi o pioneiro da área no Rio Grande do Sul. Os documentos não fazem parte do material de pesquisa, mas foram fundamentais para compreender a própria composição do Curso. Estão nesse rol de documentos portarias do Ministério da Educação, notícias de jornais de diferentes épocas e documentos relacionados ao Curso de uma forma geral.

Para analisar o material de pesquisa utilizo, como estratégia metodológica, a análise do discurso, discutida pelo filósofo Michel Foucault e já amplamente difundida em pesquisas da área da educação. Para Foucault (2013) os discursos, constituídos por um conjunto de enunciados, podem ser compreendidos como práticas que formam sistematicamente os objetos que falam, afastando-se do entendimento de que seriam um puro e simples entrecruzamento de coisas e palavras. Nessa perspectiva, procuro olhar para os materiais de pesquisa por aquilo que dizem e pelas regras que os geram, não me atendo aos significados dos signos que os compõem.

O discurso, segundo Foucault, geralmente designa “um conjunto de enunciados que podem pertencer a campos diferentes, mas que obedecem, apesar de tudo, a regras de funcionamento comuns”. (REVEL, 2011, p. 41). Tais regras reproduzem “uma série de divisões historicamente determinadas”, constituindo uma “ordem do discurso” que é “própria de um período particular” e que tem uma “função normativa e reguladora”, estabelecendo “mecanismos de organização real por meio da produção de saberes, de estratégias e de práticas” (Ibidem). Uma

prática discursiva “não é uma ação concreta e individual de pronunciar discursos, mas o conjunto de enunciados que compõem o discurso e que se conecta com outros e mais outros”. (VEIGA-NETO, 2011).

O enunciado “não é nem uma proposição, nem um ato de fala, nem uma manifestação psicológica de alguma entidade que se situa abaixo ou mais por perto daquele que fala”, nem precisa “se restringir a uma verbalização sujeita a regras gramaticais”. Assim, “um horário de trens, uma fotografia ou um mapa podem ser um enunciado”, desde que “sejam tomados como manifestações de um saber e que, por isso, sejam aceitos, repetidos e transmitidos”. (Ibidem, p. 94). O enunciado é um tipo de ato discursivo que constitui um campo “mais ou menos autônomo e raro de sentidos” que devem “ser aceitos e sancionados numa rede discursiva”, “seja em função do seu conteúdo de verdade, seja em função daquele que praticou a enunciação, seja em função de uma instituição que o acolhe”. (Ibidem).

Wanderer e Schefer (2016, p. 40) mencionam que “o próprio sujeito passa a ser fruto dos jogos de linguagem em que está inserido, sendo fabricado e regulado pelos vários discursos que o interpelam”. Fundamentadas em Foucault, as autoras mencionam que “os discursos não possuem uma origem no sujeito, não remetem a um sujeito”, mas “o sujeito passa a ser considerado como uma função do enunciado” criando, ao mesmo tempo, “o sujeito e o objeto da enunciação”.

Ademais, é relevante referir que, a partir de uma perspectiva foucaultiana, os sujeitos não são entendidos como causa ou origem do discurso, mas como efeitos do discurso. Sendo assim, fazemos parte de um mundo em que os discursos já existem, e tornamo-nos sujeitos constituídos a partir desses discursos. (VEIGA-NETO, 2007, p. 91). Veiga-Neto destaca que, para Foucault, o sujeito de um discurso não é a “origem individual e autônoma de um ato” que tem como função fazer aparecer os enunciados desse discurso, como também não é o “dono de uma intenção comunicativa”, como se tivesse a capacidade de

posicionar-se de fora dele para falar sobre ele. (VEIGA-NETO, 2007, p. 91). A partir dos pensamentos de Foucault, é importante destacar, ainda, que

[...] aqui não se trata de cultuar um autor e sua obra. Não se trata, tampouco, de pensar que ele tem a chave, a solução, a verdade; nem mesmo de pensar que ele chegou mais perto de uma suposta verdade. Trata-se, tão somente, de colocar em movimento uma vontade de saber. (VEIGA-NETO, 2007, p. 11).

Foucault se dedicou a estudar o sujeito nas suas mais variadas relações: o sujeito como produtor de saberes, o sujeito nas relações de poder e o sujeito na relação consigo mesmo e com os outros. Essa vontade de saber, citada por Veiga-Neto (2007) com inspiração em Foucault, é o que me mobiliza e desafia a pensar em uma perspectiva não binária, sem juízo de valor, levantando novas perguntas e pensando de outros modos a relação entre a matemática e a Engenharia Civil. Portanto, em consonância com Wittgenstein e Foucault, busco

não perguntar 'o que é isso?', mas sim perguntar 'como isso funciona?', ou 'aquilo que está oculto não nos interessa' – que equivale a dar as costas à Metafísica – ou 'a verdade é aquilo que dizemos ser verdadeiro' – que equivale a dizer que as verdades não são descobertas pela razão, mas sim inventadas por ela. (VEIGA-NETO, 2003, p. 108).

Portanto, é relevante destacar que os estudos sobre discurso empreendidos por Foucault estão vinculados à forma como o filósofo compreende a linguagem. Desse modo, podem-se apontar aproximações das teorizações de Michel Foucault com Wittgenstein, em sua fase tardia, já que Foucault buscar examinar a linguagem em uso, concebendo-a “em sua historicidade, em sua dispersão, em sua materialidade”. (CASTRO, 2009, p. 251).

Em consonância com Foucault, Wittgenstein também refuta a ideia de interpretação ou de explicação [...] Foucault e Wittgenstein compartilham o entendimento sobre a linguagem. Em termos metodológicos, Hillesheim (2011) percebe um deslocamento assumido na segunda fase do pensamento de Wittgenstein ao passar a analisar as experiências pela descrição e não mais pela explicação ou interpretação. Afirma Wittgenstein: “toda explicação deve desaparecer e ser substituída apenas pela descrição” (1999, p. 109). Isso porque é preciso ser levado em consideração que a análise de uma experiência depende diretamente do olhar do observador. Diríamos que no caso de uma pesquisa, depende do olhar e das ferramentas teóricas [de] que o pesquisador irá se servir para compreender o acontecimento, posto que o estado das coisas adquire sentido ao ser pensado e valorado (DIAZ, 2010). (WANDERER; JUNGES, 2018, p.21).

De acordo com as teorizações de Foucault e Wittgenstein, pode-se dizer que os discursos são examinados não pela decodificação dos signos que os compõem, mas pelas regras que os geram/constituem. Wanderer e Junges (2018) destacam que na fase de maturidade de Wittgenstein, em termos analíticos, o filósofo destaca a descrição dos acontecimentos observados ou das experiências narradas sem a interpolação de um juízo de valor, mas como uma maneira de associá-los à prática.

A crítica filosófica de Wittgenstein, ao combater a pretensão da explicação totalizadora e racionalista, nos convida a ver que os jogos de linguagem (inclusive científicos), estando associados a formas de vida, ou seja, sendo construídos por nós, dão sentido e consistência a termos que pertencem à inescapável lógica da pesquisa científica, impondo às ciências humanas a utilização de conceitos, tais como, justificação, explanação e razão, sem a devida problematização do sentido conferido a tais conceitos em determinados contextos (WANDERER; JUNGES, 2018, P. 24)

A filosofia do segundo Wittgenstein¹⁴ dedica-se a descrever os usos, possibilitando a compreensão das regras que configuram os jogos de linguagem. Nesse contexto, desejo investigar, a partir do que já sei, ou a partir de minhas experiências como professora de Matemática do Curso de Engenharia Civil, o que ainda não sei sobre os usos, regras e jogos de linguagem matemáticos no Ensino de Engenharia. A partir disso, é o desejo que me move, e aqui me refiro ao desejo de realidade anunciado por Larrosa (2008, p. 186), desejo que “[...] está ligado à experiência, no sentido de que o real só acontece se experimentado”. Em outras palavras, a realidade é construída a partir das nossas experiências.

Com o propósito inicial de examinar os jogos de linguagens matemáticos utilizados nas atividades da construção civil¹⁵, realizei entrevistas com cinco professores do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os primeiros contatos foram feitos por e-mail. A princípio, realizei uma busca em sites de Instituições de Ensino Superior que possuíam Programas de Pós Graduação na área da Engenharia. Após ler as breves informações disponíveis na internet sobre os projetos e as linhas de pesquisa de tais programas, entrei em contato com vinte professores pesquisadores dessas instituições. Recebi retorno de nove docentes. Como cinco deles eram de uma mesma instituição de ensino, optei por realizar as entrevistas com eles. Um aspecto relevante é que cada um desses cinco professores pertencia a uma subárea da Engenharia Civil.

Descrevo, no quadro a seguir, a formação e a área de atuação de cada um dos professores entrevistados. Para facilitar a visualização,

¹⁴ Utilizarei, assim como outros comentadores de Wittgenstein, a expressão ‘segundo Wittgenstein’, em referência às suas formulações após a obra *Tratatus Logico-Philosophicus*.

¹⁵ Este objetivo amplo foi apresentado na qualificação desta Tese e, de acordo com as contribuições dos integrantes da banca de qualificação e de minha orientadora, foi sendo mais bem delineado.

nomeei os docentes como Professor 1(P1), Professor 2 (P2), Professor 3 (P3), Professor 4 (P4) e Professor 5 (P5).

Quadro 1 – Professores entrevistados

	Breve apresentação
Professor 1	Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia Civil. Atualmente é professor, com experiência na área de Engenharia Civil (ênfase em Estruturas). Atua principalmente nos seguintes temas: computação paralela, dinâmica dos sólidos computacional, dinâmica dos fluidos computacional, métodos dos elementos finitos.
Professor 2	Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e doutorado em Hidrologia, além de pós-doutorado em Drenagem Urbana. Atualmente é professor, e exerce atividades de ensino de graduação e pós-graduação para alunos de Engenharia e Arquitetura. Tem experiência em ensino, pesquisa e extensão na área de Engenharia Civil (ênfase em Hidrologia). Atua principalmente nos seguintes temas: hidrologia urbana, modelagem hidrológica, regionalização hidrológica, controle de enchentes e estiagens, desenvolvimento de planos diretores, erosão e sedimentação, escoamento em meio não saturado e incerteza nos processos hidrossedimentológicos.
Professor 3	Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia de Produção e doutorado em Engenharia de Produção. De 1988 a 2006 atuou na área de projetos viários. Tem experiência na área de Engenharia Civil (ênfase em rodovias, projeto e construção). Atua principalmente nos seguintes temas: projeto geométrico, consistência geométrica e segurança viária.
Professor 4	Possui graduação em Engenharia Mecânica, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia Civil. Tem experiência na área de Engenharia Civil (ênfase em mecânica das estruturas). Atua principalmente nos seguintes temas: elementos hexaédricos – um ponto de integração, projeto de estruturas metálicas, análise de fadiga de estruturas metálicas, mecânica da fratura, vida útil de estruturas de ônibus, simulação de estruturas mistas

	empregando elementos finitos.
Professor 5	Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia Civil. Tem experiência na área de Engenharia Civil (ênfase em construção civil). Desenvolve, principalmente, os seguintes temas: tecnologia de concretos convencionais e especiais, aproveitamento de resíduos em materiais de construção, desenvolvimento de novos materiais, avaliação de desempenho de materiais e componentes da construção, patologia e recuperação de estruturas e construções e processos construtivos. Orientou 73 bolsistas de iniciação científica e formou 75 mestres e 38 doutores.

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

No e-mail que encaminhei aos professores, perguntei sobre a possibilidade de conversarmos sobre questões vinculadas à Engenharia e Matemática. A partir da manifestação de disponibilidade, marquei um horário na própria Instituição de Ensino em que o professor lecionava, a fim de estabelecermos um primeiro diálogo. Organizei as entrevistas com perguntas acerca do Curso e das atividades que o professor exercia enquanto docente do Curso de Engenharia Civil. Finalizei cada entrevista com o questionamento em torno da matemática e de sua articulação com as disciplinas de Engenharia.

Eu estava ciente de que os professores, quando questionados sobre algum assunto, poderiam responder de acordo com o que pensam que a entrevistadora gostaria de escutar. Portanto, naquele momento, eu pensava que o professor falaria comigo sobre matemática a partir do que ele imaginava ser o meu interesse enquanto professora de matemática.

As experiências narradas pelos professores “[...] não constituem o passado em si, mas sim aquilo que os/as informantes continuamente (re) constroem desse passado, como sujeitos dos discursos que lhes permitem significar suas trajetórias [...] de determinados modos”.

(ANDRADE, 2012, p. 176). Em consonância com o referencial teórico, as entrevistas foram tratadas como constituidoras de regimes de verdades, alicerçadas na linguagem e produzidas em uma determinada cultura.

As histórias que me foram narradas por meio das entrevistas não são dados prontos ou acabados, mas documentos produzidos na cultura por meio da linguagem, no encontro entre pesquisadora e sujeitos da pesquisa; documentos que adquirem diferentes significados ao serem analisados no contexto de determinado referencial teórico, época e circunstância social e cultural. (ANDRADE, 2012, p. 176).

Depois de realizar uma primeira entrevista com cada um dos cinco professores, com duração média de uma hora, realizei a transcrição de todo o material e executei um primeiro ensaio analítico, agrupando as falas por semelhanças. Ao realizar esse agrupamento, percebi que as perguntas não abordavam exemplos de como os conhecimentos matemáticos são usados nas aulas dos docentes no curso de graduação em Engenharia Civil. Assim, realizei um novo conjunto de entrevistas com cada um dos cinco professores.

Essas novas entrevistas foram muito planejadas a fim de suscitar exemplos vinculados à Matemática e Engenharia Civil. Para tanto, levei aos encontros artigos produzidos pelo professor entrevistado acerca de pesquisas realizadas em sua área de atuação, como meio de iniciar a entrevista. Pedi que o professor me explicasse mais sobre a produção daquela pesquisa e sobre o uso de conhecimentos matemáticos na área da engenharia. Agrupando novamente os excertos das entrevistas com os professores, constatei que as regras que instituem os jogos de linguagem matemáticos praticados nas aulas de Engenharia Civil, principalmente no campo da pesquisa, apresentavam semelhanças de família com a matemática acadêmica no que diz respeito ao formalismo. Os exemplos que foram dados pelos professores foram os mesmos presentes nos artigos que eu havia levado para iniciar o diálogo.

Além de efetuar as entrevistas com professores pesquisadores do Curso de Engenharia, percebi a relevância de entrevistar, também, egressos da mesma instituição em que os docentes pesquisados lecionam, a fim de averiguar os conhecimentos matemáticos que são usados por esses ex-alunos nas atividades laborais na construção civil.

A busca por egressos foi realizada, primeiramente, na rede social Facebook¹⁶, por meio de uma publicação em meu perfil, solicitando voluntários com as seguintes características: formados em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2007 e 2017 e atuantes na área. Outro espaço que também utilizei para encontrar os participantes da pesquisa foi o grupo intitulado “Engenharia Civil - UFRGS”, também no Facebook.

A partir dessas ferramentas de busca, foram localizados e entrevistados cinco egressos que atuavam na área da Engenharia Civil. Essas entrevistas também foram gravadas e, posteriormente, transcritas. As conversas aconteceram nos ambientes de trabalho dos entrevistados, o que acabou interferindo no andamento das entrevistas, que duraram, em média, vinte minutos.

Após as entrevistas, cada participante da pesquisa (professores e egressos) assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido¹⁷. Contudo, é importante salientar que somente a formalização do termo não é suficiente. De acordo com Dal’Igna (2011, p. 73),

Numa perspectiva ética, a responsabilidade do pesquisador engloba todos os processos de uma pesquisa: planejamento, execução e divulgação de resultados. Dizendo de outro modo, as responsabilidades éticas não podem ser traduzidas ou encerradas pelo termo de consentimento.

¹⁶ O facebook é uma rede social virtual lançada em 2004. Tem como um dos seus objetivos o compartilhamento de informações, fotos e vídeos.

¹⁷ O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado na pesquisa é apresentado nos anexos deste trabalho.

Compartilho desse entendimento da autora em relação à ética na pesquisa. A ética deve pautar todo o trabalho de pesquisa, não só em relação aos entrevistados, mas também no tocante à manipulação dos dados coletados e à posterior divulgação.

O conjunto de entrevistas com os egressos não possibilitou uma análise mais densa sobre os jogos de linguagem matemáticos na Educação de Engenharia Civil. Desse modo, essas entrevistas não se configuraram como corpus¹⁸ de pesquisa, por não apresentar um material fértil para a análise.

O exercício analítico que empreendi teve como fio condutor os Anais do COBENGE, mas é importante destacar que as entrevistas foram relevantes porque me possibilitaram ter uma iniciação ao que é realizado, na contemporaneidade, tanto no campo da pesquisa em Engenharia Civil como no canteiro de obras. Posteriormente, foram as entrevistas que favoreceram meu acesso a especificidades de jogos de linguagem matemáticos praticados na engenharia civil, nem sempre explicitados nos Anais e que, para mim, professora de Matemática, eram desconhecidos.

A estratégia de usar artigos que envolviam conteúdos matemáticos em situações vinculadas à Engenharia nas entrevistas com os professores Engenheiros inspirou-me a analisar os Anais do COBENGE. A seguir, apresento o primeiro agrupamento dos excertos transcrito a partir de falas dos professores:

¹⁸ A noção de *corpus* de pesquisa, em consonância com a perspectiva teórica deste estudo, indica o conjunto de excertos extraído do material de pesquisa (trabalhos disponíveis nos anais do COBENGE (Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia), especificamente os exemplares disponibilizados entre os anos de 2014 e 2018, os quais analiso no capítulo cinco da Tese.

Bom, na graduação nós ensinamos um *conceito trazendo uma fórmula muitas vezes não demonstrada*, se fosse demonstrar, eles [alunos de graduação] veriam com mais clareza como chegamos à fórmula a partir de um cálculo de derivada, por exemplo. Já o aluno da pós temos e conseguimos demonstrar, conseguimos mostrar a especificidade da matemática utilizada e eles usam muito em suas pesquisas. (Excerto da entrevista com o professor P4)

Observo minhas aulas, e eu leciono na graduação e na pós, é diferente a abordagem também na matemática. *Na pós-graduação usamos conteúdos mais complexos com relação à matemática, na graduação, nas cadeiras que leciono, usamos muitas questões mais simples, realizando apenas trocas de valores nas fórmulas mesmo, e realizando operações matemáticas mais simples, como nesse artigo que tu trouxe.* (Excerto da entrevista com o professor P3)

Na construção dessas catapultas [professor mostra na sala durante a entrevista] os alunos precisam ter muitas noções de conteúdos matemáticos, mas, por exemplo, *ele não calcula a derivada, pois a fórmula já está pronta.* Muito porque as coisas já estão prontas. (Excerto da entrevista com o professor P5)

*Tudo depende de como eles vão se aproximar do tema, no caso da graduação ele [o aluno] acaba tendo uma apresentação [dos conteúdos], mas tem aqueles alunos que na própria graduação já se encontram, aí já eles vão atrás e conseguem com nossa ajuda chegar a resolver situações através das equações, mas isso é mais frequente na pós. Na aula de hidrologia, em recursos hídricos no geral, a gente tem apenas cerca de 10% dos alunos que vão para essa área. Eu leciono uma disciplina obrigatória, e o que acontece, todos passaram por ela, então eu cobro o mínimo, assim só fico na parte da apresentação mesmo. *Eu ensino o mínimo que o engenheiro civil precisa saber de recursos hídricos e é muito importante mostrar os problemas reais da vida de um engenheiro.* (Excerto da entrevista com o professor P2)*

Falar do nosso egresso ou do perfil que queremos, *precisamos estar alinhados com a tecnologia que surge a cada dia, seja na construção ou na gestão das obras. Esse ramo vem crescendo muito.* (Excerto da entrevista com o professor P1)

Para fazer todo o trabalho final da disciplina de projetos rodoviários, eles precisam saber manipular o software SAEPRO. A demora para fazer os cálculos de forma manual é absurda. O que eles precisam saber é a noção de inclinação, de máximo e mínimo, e para tudo trabalhamos com cálculos bem matemáticos. Não adianta o aluno saber usar o software se ele não consegue relacionar os dados corretamente. Por isso que trabalhamos as fórmulas, às vezes ele coloca um número erradamente e consegue entender a partir de um intervalo de possível resposta calculado anteriormente em uma aula. (Excerto da entrevista com o professor 3)

Tudo o que falamos em aplicação de conhecimento depende muito da área que o Engenheiro vai trabalhar. Mas precisa ficar claro que, por exemplo, falando em construção, precisamos fazer todo o desenho gráfico e utilizamos software bem interessante. Para o encarregado da construção, esse desenho precisa estar o mais claro possível. [...] *Na minha disciplina eu acabo usando a matemática quando ela tem mesmo sua utilidade na explicação do conteúdo.* (Excerto da entrevista com o professor 1)

Tenho aqui [mostra um papel] fórmula com as principais derivadas e integrais que utilizo na parte de gradientes e divergentes. Essa noção passa no processo físico quando a gente passa por mecânica dos fluidos, eu só posso fazer dessa forma, mas na graduação eu não consigo adentrar, fico mais na parte de apresentar e dizer que pode ser resolvido de determinada forma e relatamos os conteúdos, esses aí matemáticos, que podemos utilizar na resolução. *Lembro aqui que temos fórmulas prontas só para serem utilizadas.* (Excerto da entrevista com o professor 3)

Os excertos acima, extraídos das entrevistas, indicam que, nas disciplinas específicas da graduação em Engenharia Civil, o uso da matemática ocorre, muitas vezes, a partir de “trocas de valores nas fórmulas mesmo e realizando operações matemáticas simples”, a partir de “fórmulas não demonstradas em sala de aula”. Também é relatado que em situações de “problemas reais na vida do Engenheiro” os alunos acabam usando uma “matemática mais complexa”, pois acompanham o desenvolvimento de demonstrações a fim de utilizar modelos matemáticos em futuras pesquisas. Os professores participantes da pesquisa recorrentemente expressam que, no Curso de Graduação em Engenharia Civil, quando apresentam informações matemáticas, trazem principalmente os conteúdos de derivadas, integrais e equações diferenciais em seus exemplos de uso em fórmulas. Os professores evidenciam que muitas fórmulas “já estão prontas” e, caso o aluno construísse a fórmula, teria que entender conteúdos matemáticos mais complexos. Os docentes também relatam que a Engenharia é muito ampla, e quando lecionam componentes curriculares introdutórios e comuns a mais de uma área da Engenharia não conseguem desenvolver aplicações mais complexas, dessa forma “fazem uso da matemática”, e “só usam a matemática quando ela tem mesmo sua utilidade na explicação do conteúdo”.

Outro aspecto relevante que observei nas entrevistas foi a dependência de ferramentas matemáticas para utilizar *softwares* voltados à área de Engenharia. Ao serem questionados de uma forma geral sobre o uso de tecnologia na área de atuação como Engenheiros, todos mencionaram o uso de *softwares*, de aplicativos da área da construção civil e de ferramentas disponíveis no pacote Office como fundamentais para o atual engenheiro. Silva (2011) aponta que em um cenário de significativo crescimento da ciência e da tecnologia no Brasil, “a ciência, em suas diferentes possibilidades de organização”, “modifica-se na direção de uma articulação mais sistemática com a produção

tecnológica”, fazendo emergir, sob essas condições, questões relacionadas à tecnociência.

Como mostram um dos excertos acima, o “perfil do novo engenheiro” precisa estar relacionado às “tecnologias que surgem a cada dia”; o egresso do curso de engenharia precisa “continuar atento às novidades do ramo da construção” e também “aprender a gerir uma obra”, sendo, de fato, “um bom gestor”. Falas como essas me instigam a buscar elementos para examinar “como ser um novo engenheiro” na contemporaneidade.

Foram os exemplos¹⁹, os inúmeros encontros e horas destinados à preparação, realização e transcrição das entrevistas, que auxiliaram a compreender o *ethos*²⁰ do Engenheiro. Alguns elementos abordados pelos professores entrevistados foram extremamente úteis na análise do material da investigação.

Com o objetivo de examinar o que tem sido produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos nela praticados e seus vínculos com a lógica neoliberal, apresento, como analisei -- além dos excertos das entrevistas - os trabalhos publicados nos anais do Congresso Brasileiro de Educação de Engenharia (COBENGE), especificamente exemplares dos anos de 2014 a 2018.

¹⁹ Aqui cabe mencionar que, de acordo com Silveira (2007, p. 118), as entrevistas foram vistas como “[...] eventos discursivos complexos, forjados não só pela dupla entrevistador/entrevistado”, como também “[...] pelas imagens, representações, expectativas que circulam – de parte a parte – no momento e situação de realização das mesmas e, posteriormente, de sua escrita e análise”. Assim sendo, os poucos exemplos citados nas entrevistas pelos professores engenheiros também sinalizam a dificuldade da pesquisadora em realizar “boas perguntas”, de modo a emergir situações de sala de aula evidenciando o uso da matemática.

²⁰ Entendo como *ethos*, a exemplo de Fabris e Dal’Igna (2015), um certo modo de ser e de agir, compreendendo hábitos e expressões do Engenheiro. “Etimologicamente, a palavra grega *ethos* é polissêmica, podendo significar um conjunto de hábitos – *ethos*-hábito – e de valores, ideias ou crenças característicos de uma determinada cultura – *ethos*-costume”. (FABRIS, DAL’IGMA, 2015, p. 81).

O COBENGE constitui-se em um local de produção, legitimação e disseminação de verdades sobre a educação de engenheiros. Como afirma Foucault (2000b, p. 113), “se existe uma geografia da verdade, esta é a dos espaços onde reside, e não simplesmente a dos lugares onde nos colocamos para melhor observá-la”. A importância desse evento para a educação em engenharia “pode ser evidenciada pelo número de participantes e pelo contínuo incremento no número de trabalhos apresentados em cada nova edição”. (DUTRA; TOZZI, 2013, p. 26).

Sílvia Costa Dutra e Marcos José Tozzi (2013), no artigo intitulado “O Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE”, apresentam a história da criação da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) e do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), com o principal objetivo de reunir alguns fragmentos da história, de deixar registradas as mudanças e inovações ocorridas e de explicitar aspectos que se mantêm até momento da escrita do artigo. Para tanto, os autores tiveram como referência os primeiros números da Revista da ABENGE, Atas das reuniões das Diretorias e Informativos, e outros documentos da ABENGE²¹.

A ideia de realização do congresso surgiu a partir da preocupação da Diretoria da ABENGE, desde a sua criação, em 1973, de reunir escolas e professores para, junto com órgãos governamentais e outras entidades interessadas no ensino de engenharia, compartilhar experiências, promover debates e propor estratégias para formar profissionais cada vez mais qualificados e capacitados para o atendimento das necessidades do país. Inicialmente, esses encontros eram organizados pela Diretoria da ABENGE, e o principal fórum era a Assembleia Anual da ABENGE, sempre a ser realizada no segundo semestre do ano, sem nenhuma interrupção desde a sua fundação. Posteriormente, junto com a Assembleia, passou-se a realizar o Congresso, cuja

²¹ Alguns dos documentos da ABENGE utilizados no referido artigo também foram abordados no capítulo anterior desta Tese.

numeração atual contabiliza as Assembleias realizadas a partir de 1973. (DUTRA; TOZZI, 2013, p. 26).

A ABENGE foi criada a partir de uma proposta da Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia do MEC. A entidade “foi assumindo um papel cada vez mais relevante em conexão com a Comissão de Especialistas”. (VIEIRA, 1982, p. 7). Desde o surgimento da ABENGE, a produção de material, por parte dos professores associados, para utilização como bibliografia complementar pelas instituições de engenharia brasileiras, sempre foi bastante estimulada. (DUTRA; TOZZI, 2013).

Em 1979, uma comissão propôs realizar um congresso simultaneamente a VI Assembleia da ABENGE, sugerindo incluir palestras e comunicações. Além de palestras e de apresentações de trabalhos, “a programação também contou com visitas técnicas a empresas e instituições de engenharia”. (DUTRA; TOZZI, 2013). De acordo com Dutra e Tozzi (2013), o Congresso contou com um público de aproximadamente 50 pessoas.

A sigla COBENGE foi adotada a partir de 1982, por decisão da Diretoria eleita no III Congresso de Ensino de Engenharia. A partir daí, passou-se a utilizar a sigla seguida do ano de realização. A numeração, adotada atualmente, com o número romano antecedendo a sigla, só foi encontrada em registros sobre o XVIII COBENGE, ocorrido em 1990. Portanto, a numeração atual acompanha a numeração das Assembleias da ABENGE, que não corresponde à realização do I Congresso. (DUTRA; TOZZI, 2013, p. 26).

Ao longo dos anos, a ABENGE apresentou-se atenta ao “cenário da engenharia internacional e às necessidades nacionais” (IBIDEM, p. 28). A ABENGE, como também o COBENGE, influenciam bastante o ensino de engenharia. Dutra e Tozzi (2013) destacam as seguintes

contribuições como fruto de discussões de fóruns regionais e nacionais promovidos pela ABENGE:

- a Resolução 48/76;
- a elaboração e a implantação dos Termos de Referência do Edital do Programa de Desenvolvimento das Engenharias - PRODENGE/ REENGE, em 1995;
- a instituição do Exame Nacional de Cursos, o chamado “Provão”, em 1996;
- a elaboração da proposta para as novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia, em resposta ao Edital SESu/MEC04/97 e 05/98, que foi sistematizada por um grupo de trabalho designado pela Diretoria da ABENGE, e foi incorporada quase integralmente na proposição final da SESu, aprovada pelo CNE.
- a internacionalização do ensino de engenharia;
- a implantação dos SINAES, especialmente nas comissões do ENADE;
- O programa Inova Engenharia, a partir do PROMOVE - Programa de Modernização e Valorização das Engenharias;
- a nova proposta das atribuições profissionais - Resolução 1010, do sistema CONFEA/CREA;
- a discussão da proposta dos Referenciais Curriculares para os cursos de Engenharia, proposta pela SESu em 2009, que teve a manifestação contrária da ABENGE e não foi implantada. (DUTRA; TOZZI, 2013, p. 27).

Atualmente, as mudanças nas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia são pautas importantes para a ABENGE e para o COBENGE. Outra importante mudança no COBENGE ocorreu em 2007, quando a denominação do Congresso, apesar de manter a sigla COBENGE, foi alterada de “Congresso Brasileiro de Ensino de

Engenharia” para “Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia”.

Essa alteração, também ocorrida no nome da ABENGE, teve origem em um longo processo de discussão ocorrido a partir da aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1996, e da discussão das novas Diretrizes Curriculares, que estabeleceu um novo paradigma para a formação no ensino superior brasileiro. Esse novo paradigma rompe com a ideia de um ensino conteudista, centrado no professor que ensina e coloca o aluno em uma posição passiva. Assim, a mudança do nome de “ensino” para “educação” representa uma adesão da ABENGE a esse novo paradigma, que propõe um processo de educação bem mais amplo, tendo como foco o desenvolvimento de competências que vão além da formação técnica de qualidade. (DUTRA; TOZZI, 2013, p. 30).

O Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, como já elencado, “destaca-se e firma-se cada vez mais como o mais importante fórum de reflexão sobre educação em Engenharia no Brasil”. (IBIDEM, p.32). Segundo Dutra e Tozzi (2013), as propostas inovadoras e atuais apresentadas a cada ano sobre a melhoria da qualidade do ensino de engenharia “tornaram a “Educação em Engenharia” um tema prioritário para a comunidade acadêmico-científica do nosso país”. (IBIDEM, p. 33).

A quadragésima segunda edição do evento, realizada em Juiz de Fora no ano de 2014, foi organizada pela Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG). Vale destacar que Juiz de Fora foi a primeira cidade do interior e a sétima cidade do país a oferecer cursos de Engenharia. A primeira foi o Rio de Janeiro (1792), a segunda foi Ouro Preto (1874), a terceira foi São Paulo (1893), a quarta foi Recife (1895), a quinta foi Porto Alegre (1896) e a sexta cidade foi Salvador (1897). O símbolo do COBENGE 2014 foi a construção da primeira usina

hidrelétrica da América do Sul. O tema central do COBENGE 2014 foi “Engenharia: Múltiplos Saberes e Atuações”, buscando “entender melhor qual é o verdadeiro papel do engenheiro na sociedade”. (COBENGE, 2014, p. 1). Dessa forma,

O perfil profissional do engenheiro necessário ao país não restringe suas atividades apenas ao campo da Engenharia, mas também aos diversos setores que necessitam do conhecimento desenvolvido na formação desse profissional que é preparado para atuar em praticamente todos os campos inerentes ao desenvolvimento do país. Além disso, não se pode prescindir desse perfil profissional como parte do sistema de gestão e de tomada de decisão no país. Ao par disso busca-se fazer coro com um dos principais lemas da ABENGE que é a luta pela FORMAÇÃO DE MAIS E MELHORES ENGENHEIROS. (COBENGE, 2014, Grifos da autora).

A quadragésima terceira edição do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia aconteceu na Universidade Federal do ABC, no ABC paulista, tendo como tema central “Aprendizagem Ativa: Engenheiros Colaborativos para um Mundo Competitivo”. Dentre as atividades realizadas no encontro, destacam-se conferências internacionais, visitas técnicas a empresas da Grande São Paulo, minicursos, Feira Tecnológica e apresentações de dezenas de trabalhos em sessões técnicas e pôsteres.

Uma das sessões plenárias ocorridas na 43ª edição do COBENGE foi a discussão sobre o “Ensino de Engenharia e as Necessidades do Mercado”. Segundo os anais, o congresso

busca atender à demanda por um engenheiro mais bem preparado para lidar com as necessidades do mundo atual. A Aprendizagem Ativa, o Ensino Baseado em Problemas e o Ensino Baseado em Projetos extrapolam a atividade intelectual, estando vinculados às estratégias práticas desenvolvidas pelo mercado. (COBENGE, 2015).

O COBENGE, em sua quadragésima quarta edição, ocorreu em Natal, Rio Grande do Norte, organizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). A temática abordada em tal edição foi “20 anos de REENGE: Caminhos da Engenharia”. A proposta foi visitar e discutir ideias e conceitos originais do REENGE²² - Reengenharia da Engenharia.

No ano de 2017, o COBENGE ocorreu em Joinville, Santa Catarina, e teve como enfoque a inovação. Nos materiais de divulgação do congresso, há destaque aos debates filosóficos e paradigmáticos do processo de ensino e aprendizagem de Engenharia e Tecnologia. O tema desse quadragésimo quinto congresso foi “Inovação no Ensino Aprendizagem em Engenharia”, visando à Engenharia como “uma área intimamente ligada à atualização contínua e à busca por inovações”. Nesse cenário, é importante “inovar também na forma de transmissão e criação do conhecimento.” (COBENGE, 2017).

Em sua mais recente edição, a quadragésima sexta, o COBENGE, ocorreu na Bahia, simultaneamente ao 1º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE. Nessa edição, o tema principal foi “Educação Inovadora para uma Engenharia Sustentável”. Dentre as atividades ocorridas no congresso, destaca-se o registro do Grupo de Trabalho (GT-2) intitulado “Ciências Básicas e Matemática na Engenharia”, o qual realizou as seguintes discussões:

- Que caminhos ou possibilidades concretas podem ser indicados para apresentar aos estudantes, durante os

²² REENGE (Reengenharia da Engenharia) é um subprograma do PRODENGE. Foi um programa iniciado em 1995 com o objetivo de apoiar a atualização do ensino de engenharia para adequar os métodos de ensino à modernização da tecnologia. O programa teve como princípio uma aproximação do aluno de engenharia com as indústrias, propondo que as universidades dessem treinamento operacional mínimo, programas de estágios, entre outros. Trata-se de uma discussão entre as IES de Engenharia sobre o ensino de graduação em engenharia, orientando-se em experiências nacionais e internacionais para novas propostas do ensino em engenharia. (COBENGE, 2016).

dois primeiros anos dos cursos de Engenharia, a *importância ou a aplicabilidade de conceitos* e propriedades trabalhadas nas disciplinas das áreas de Ciências Básicas e de Matemática ministradas em cursos de Engenharia?

- Quais são as dificuldades enfrentadas pelos professores dos cursos de Engenharia no que tange ao ensino e à aprendizagem das Ciências Básicas e da Matemática? (COBENGE, 2018) [Grifos da autora].

Reflexões como essas estão presentes em minha caminhada como professora de Matemática no Curso de Engenharia. Ao observar o questionamento sobre “a importância ou a aplicabilidade de conceitos” nos Cursos de Engenharia, penso que examinar as regras dos jogos de linguagem matemáticos existentes nos anais do COBENGE também trará respostas às minhas inquietações enquanto professora.

Os dados que apresentei sobre as edições do COBENGE apontam para a relevância que o evento possui no campo da Educação em Engenharia. Com isso, ele faz circular, entre um conjunto amplo de integrantes da comunidade acadêmica, de empresas e de profissionais que atuam na área, uma produção que abriga uma diversidade de perspectivas que acaba por instituir verdades sobre a engenharia e o ensino e a aprendizagem em engenharia. Isso me levou a escolher as cinco últimas edições do COBENGE para integrar o material de pesquisa da Tese, de modo a analisar as produções mais recentes.

Ao definir também como materiais de pesquisa os anais do COBENGE, brevemente caracterizados acima, não tive a pretensão de esgotá-los em um exame minucioso. Busquei selecionar, dentre a totalidade de documentos desses eventos, um conjunto de textos suficientemente denso que remetesse ao objetivo de pesquisa. Na busca pelos trabalhos, a primeira dificuldade que enfrentei foi o campo de uso

de descritores, apenas disponibilizado nos anais das edições dos anos de 2017 e 2018. Para os anos de 2014 a 2016, foi preciso criar uma planilha (em anexo) para a busca de trabalhos que contribuíssem para a análise no material.

A primeira busca foi a partir do descritor “Engenharia Civil”. O quadro abaixo mostra que, no período considerado para esta investigação, a saber, 2014 a 2018, existe um número quase igualitário entre os anos em destaque. Cabe expressar, ainda, que esses trabalhos foram produzidos por estudantes, professores e pesquisadores da área da Engenharia.

Quadro 2 – Análise inicial dos trabalhos do COBENGE

Ano dos anais do COBENGE	Número total de trabalhos coletados	Número de trabalhos selecionados com o descritor: “Engenharia Civil”
2014	321	43
2015	543	52
2016	452	57
2017	634	86
2018	555	88

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora(2018)

Ao iniciar a busca com o descritor “Engenharia Civil”, sei que corri o risco de excluir pesquisas importantes que não apresentam tal expressão no título ou no resumo. No entanto, era necessário partir de

algum ponto, fazendo alguma escolha. A partir do material obtido, minha primeira intenção foi verificar o que circula sobre os jogos de linguagem matemáticos nos Cursos de Engenharia Civil. Ao realizar um “segundo filtro” com a palavra matemática, encontrei poucos trabalhos. Os que continham “matemática” no título ou nas palavras-chave evidenciavam práticas pedagógicas de professores de disciplinas vinculadas à área da matemática no ensino para Engenheiros.

O documento resultante da reunião do Grupo de Trabalho do COBENGE de 2018, referido como GT-2, apontava a existência de textos articulando “Ciências Básicas e Matemática” com as seguintes temáticas: Problema dos pórticos; Dispersão de poluentes; Vigas Estaiadas; Projeto interdisciplinar; Robótica; Modelagem de um tanque e Circuitos Elétricos. Assim, em seguida, dediquei-me a buscar esses trabalhos completos e realizei uma primeira leitura. Verifiquei que os títulos, como também os resumos, eram muito sucintos e, em muitos casos, insuficientes para verificar a possibilidade de encontrar jogos de linguagem matemáticos.

Ao observar que seria muito difícil criar um descritor para encontrar trabalhos que envolvessem Matemática e Engenharia Civil, passei a tabelar os 326 trabalhos encontrados anteriormente com o descritor de busca “Engenharia Civil” e selecionar os que apresentassem conteúdos matemáticos em uma primeira leitura. Nessa nova seleção, foram agrupados 33 trabalhos para a realização da análise.

Quadro 3 – Análise inicial dos trabalhos do COBENGE – Primeira questão de pesquisa

Ano dos anais do COBENGE	Trabalhos relacionados à Engenharia Civil e à Matemática
--------------------------------	---

2014	7
2015	4
2016	5
2017	8
2018	9

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Para melhor identificar os trabalhos e a fim de criar as categorias que, *a priori*, eu imaginava poder estabelecer, montei painéis que, marcados com diferentes cores, indicavam, na minha visão, possíveis entrelaçamentos. Após dedicar-me ao exercício de identificar os jogos de linguagem matemáticos presentes nos trabalhos do COBENGE, vinculados à matemática e à Engenharia Civil, busquei analisar outras recorrências. Meu objetivo foi não apenas “olhar” o “que de matemática” estava presente naqueles trabalhos, “mas respirar o ar pedagógico”. (DUARTE, 2009). Nesse segundo movimento, pude observar, dentre a multiplicidade de abordagens contidas no COBENGE, a presença do “perfil de um novo engenheiro”. Em consonância com as mudanças nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, que apresentam novas características para o perfil do egresso, os temas dos COBENGEs também passaram a problematizar o Engenheiro e o ensino da engenharia na contemporaneidade.

A partir da leitura dos textos completos e com a intenção de responder à questão de pesquisa “O que é produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere a seus vínculos com a lógica neoliberal? Como essa produção se expressa nos anais do COBENGE dos últimos 5 anos e nas entrevistas realizadas com pesquisadores da área?”, iniciei um processo de busca

por palavras que se repetiam, nomeando-as por categorias emergentes. Para responder a essas questões, outros 35 trabalhos foram lidos na íntegra e posteriormente analisados.

Quadro 4 – Análise dos trabalhos do COBENGE – Segunda questão de pesquisa

Ano dos anais do COBENGE	Trabalhos selecionados
2014	7
2015	7
2016	5
2017	8
2018	10

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Foucault (2002), ao trabalhar com documentos, mostra ser interessante tomá-los como monumentos. Nessa perspectiva, “não se trata de interpretar o documento para ver se ele expressa “a” verdade, mas trabalhar desde seu interior. Essas reflexões estão presentes nos estudos sobre a arqueologia”. (WANDERER; JUNGES, 2018, p. 46). Veiga-Neto afirma que ao realizar o exercício de tomar os documentos como monumentos, a leitura do enunciado passa a ser realizada

pela exterioridade do texto, sem entrar na lógica interna que comanda a ordem dos enunciados, estabelecendo as relações entre os enunciados e o que eles descrevem, para, a partir daí, compreender a que poder (es) atendem tais enunciados, qual/quais poder (es) os enunciados ativam e colocam em circulação. (2003, p. 125).

O exercício que propus realizar na análise do material teve como baliza o “olhar” para o documento na perspectiva foucaultiana, buscando [...] não interpretá-lo, não determinar se diz a verdade nem qual é o seu valor expressivo, mas sim trabalhá-lo no interior e elaborá-lo [...]. (FOUCAULT, 2002, p. 7). Desse modo, procurei transformar os documentos que analisei em monumentos (Ibidem, p. 8), destacando as recorrências nos materiais de pesquisa, organizando as singularidades e observando as especificidades.

Os estudos de Foucault não consideram discursos como documento, como signos de outra coisa, mas como monumentos, isto é, segundo sua descrição própria (intrínseca). (CASTRO, 2009). Desse modo, o autor

não busca neles (documentos) os rastros que os homens tenham podido deixar, mas desdobra um conjunto de elementos, isola-os, agrupa-os, estabelece relações, reúne-os segundo níveis de pertinência [...]. Não trata os documentos como signos de outra coisa, mas os descreve como práticas. (CASTRO, 2009, p. 41).

No capítulo anterior, abordei as aproximações entre o tema de pesquisa e a minha trajetória acadêmica e profissional. Destaquei que, a partir dos estudos desenvolvidos no Curso de Doutorado, passei a olhar para a Educação em Engenharia de outro modo, problematizando alguns discursos produzidos. Neste capítulo, mostrei como foi constituído o material de pesquisa que compõe o trabalho. Descrevi, brevemente, o processo de realização e transcrição das entrevistas, como também o COBENGE, destacando a produtividade do material disponível nos Anais do referido congresso.

3 NOTAS SOBRE A ENGENHARIA CIVIL E A FORMAÇÃO DE SEUS PROFISSIONAIS

Justifica-se o resgate histórico da profissão no sentido de colher dados que, juntamente com os processos de formação humana e de formação profissional, forneçam a compreensão da construção das profissões de engenheiro, arquiteto e agrônomo. Essas formações estão atreladas aos dados históricos os quais trazem subjacentes a compreensão das mudanças e os avanços científicos e tecnológicos. (FLORENÇANO; ABUD, 2002).

Como descrito na epígrafe, e em consonância com um dos teóricos utilizados nesta Tese, o filósofo Michel Foucault, ao descrever aspectos históricos sobre a Engenharia Civil, opto por uma “perspectiva não fundacionista, não essencialista e não representacionista [...], que rejeita qualquer relação de dominação [...], e que exercita o questionamento contra qualquer relação de dominação”. (VEIGA-NETO; LOPES, 2010, p. 148). Assim, o único princípio é o *a priori histórico*.

Recorro ao exercício de olhar para o passado para responder às minhas inquietações do presente, buscando nos “dados históricos” compreender “mudanças e avanços científicos e tecnológicos” atuais na área da Engenharia Civil. Não é proposta deste capítulo fazer uma varredura histórica acerca do desenvolvimento da profissão e do ensino no Curso de Engenharia Civil, mas pinçar alguns fatos que potencializam a problematização da pesquisa. Para Foucault, “temos que conhecer as condições históricas que motivam nossa conceituação. Necessitamos de uma consciência histórica da situação presente”. (FOUCAULT, 1995, p. 232).

Ao longo deste capítulo, apresento um breve histórico do Curso de Engenharia Civil²³, como também apontamentos sobre a caracterização do profissional dessa área a partir de documentos relacionados ao Curso. Ao final, evidencio possíveis mudanças nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia por meio de um documento veiculado pelo Ministério da Educação, por intermédio de uma consultoria pública, no mês de agosto de 2018.

Inicialmente, é preciso situar a Educação em Engenharia Civil no tempo presente, um tempo marcado por mudanças em todas as esferas da vida humana (cultura, economia, sociedade, política, ética, estética, etc.). Para Veiga-Neto (2000), ainda que sejam interessantes as muitas discussões que procuram caracterizar o mundo atual – ora como pós-moderno, ora como neomoderno, ora como um mundo moderno que está em crise, etc. – interessa considerar que vivemos em um mundo que vem se transformando profunda e rapidamente nas últimas décadas.

Praticamente tudo o que fazemos hoje é afetado direta ou indiretamente pela ciência e pela tecnologia, dentre muitas atividades se pode citar, por exemplo, a retirada de uma senha na sala de espera de atendimento; as transações de autoatendimento bancário *on-line*; as redefinições do corpo humano; as possibilidades de projeção de estruturas de construção; possibilitadas pelo saber científico; a manipulação das informações genéticas que promovem a reprogramação celular e da produção da vida humana em laboratórios. De certa forma, nos acostumamos e somos assujeitados pela racionalidade política, econômica, social e científica que domina a contemporaneidade. O que se observa é que, muitas vezes, nos submetemos a essas mudanças. As Instituições de ensino estão, também, fortemente afetadas por estas transformações que ocorrem no mundo social e cultural.

²³ Como já mencionado anteriormente, mesmo que guardem diferenças relacionadas a regionalidade, cidades de maior porte e menor porte, todos os Cursos de Engenharia estão submetidos as mesmas diretrizes, que são os documentos que utilizo nesta Tese.

O tempo em que vivemos se caracteriza pela incerteza, efemeridade e fragmentação, características essas que fazem parte dos processos de globalização e permeiam as esferas econômicas, sociais e políticas, as quais, evidentemente, se refletem sobre os espaços educacionais. O estudo de alguns autores contemporâneos, como Sennet (2011), Lazaratto (2006) e Latour (2009), discutem a lógica neoliberal, que é da ordem do econômico e do político, mas que também se estende às demais instâncias de nossas vidas, auxilia nas problematizações acerca da relação entre o que acontece no mundo e nas comunidades locais, que pode ser expresso pelo termo glocal. Esse termo aponta para o caráter não saturante da globalização, isso é, por mais invasiva e pervasiva que ela seja sempre haverá a possibilidade de ativar determinadas condições locais — em termos de resistências, adaptações e filtragens — de modo a se opor à simples importação, invasão ou imposição de práticas, significados e valores não próprios daquele lugar. Bruno Latour (2009), por exemplo, considera que não haveria como se ter acesso direto ao global porque o indivíduo sempre se move de um lugar para o seguinte através de estreitos corredores (p. 141), nele permanecendo. Em outras palavras, o global é parte das histórias locais (p.142). Esse significado atribuído às relações entre o global e o local aponta para a relevância de os dispositivos que operam e constituem a globalização sejam examinados localmente – na especificidade das diferentes formas de vida que deles fazem parte, sem, no entanto, fazer dicotomia entre o global e o local.

A lógica neoliberal tem um caráter global, mas sua forma de operacionalização, quando examinada localmente, apresenta peculiaridades; portanto, é tem um caráter glocal. As condições de possibilidade é que mudam, impulsionadas pelos avanços na comunicação, circulação da informação, acesso e mobilidade promovidos pelos avanços tecnológicos da contemporaneidade. No que diz respeito à Instituições de ensino, o desafio é estabelecer relações entre as esferas locais e globais, sem, contudo, negar a existência de um contexto mais amplo do que o particular, ou seja, reconhecer as

marcas do nosso tempo e fazer uso da ideia de universalidade atrelada ao reconhecimento das especificidades locais. Nesse cenário, as discussões relativas à tecnociência se tornam pertinentes.

Pesquisas como as de Toledo (2017); Bocasanta e Knijnik (2016); Knijnik (2016); Bocasanta (2014) - como já mencionadas no capítulo introdutório da Tese - discutem o lugar e a importância da tecnociência na contemporaneidade para o desenvolvimento científico e social no cenário brasileiro. Bocasanta (2014) se refere às diferentes instâncias do social que, na contemporaneidade, operam sobre os indivíduos e a sociedade, especialmente pela crescente demanda do domínio e utilização das mais distintas formas em que as tecnologias se fazem presentes em nossas vidas.

Discussões como essas mostram-se pertinentes e atuais, considerando as modificações tecnológicas, científicas, culturais e sociais contemporâneas, que desafiam a humanidade de uma forma geral e atingem, especificamente, a educação. Lamentavelmente, tais modificações ocorreram de forma inversamente proporcional à diminuição da violência, distribuição de riquezas e desigualdade social. A educação matemática se insere nesse contexto de avanços e descompassos com o compromisso de pensar sobre as práticas docentes como possibilidades para que essas tensões sejam minimamente administradas e, se possível, atenuadas.

Mais do que nunca, a humanidade vive hoje sob os domínios da ciência e da tecnologia. Isso ocorre de modo tão intenso e extremo que as pessoas tendem a confiar mais nas máquinas do que nelas próprias, como por exemplo, na realização de “cálculos aritméticos simples, a dependência de uma máquina calculadora é tão forte, que as pessoas passam a não exercitar suas estratégias de cálculo mental e desconfiam de sua capacidade de calcular” (ZORZI, 2019, p.24). Não se trata de desqualificar o uso da calculadora como ferramenta de cálculo, mas de evitar a ideia extremista de substituir o seu uso pelo “pensamento do

sujeito”. Essa relação é tão forte que a lógica do comportamento humano na contemporaneidade é a lógica da eficácia tecnológica e as suas razões são as razões da própria ciência. A tecnologia, com maior ou menor intensidade, tem configurado a vida de todos. Estamos imersos em sistemas interconectados, *bytes*, *hardware*, *software*, entre outros. Além da dependência da tecnologia para a realização de atividades cotidianas, a uso de ferramentas tecnológicas também afetam a forma de se um profissional na contemporaneidade e de ser estudante, por exemplo, de um Curso de Engenharia. O engenheiro apresentado para o novo século, de acordo com documento de consulta pública²⁴, deve ser empreendedor e possuir base científica suficiente para acompanhar rapidamente as mudanças tecnológicas e antever sua função econômica. Hoje temos a o uso de diferentes *softwares* na prática de um Engenheiro Civil.

Mas nem sempre foi assim. Vamos olhar para a história para entender o Engenheiro Civil deste tempo. A própria palavra engenheiro, de origem latina (*ingenium*, “talento, qualidade nata”) é formada pelo prefixo *in-* (em) e pela raiz *gen-* (de *gignere*, que significa “produzir, gerar”). Inicialmente, o termo era aplicado a qualquer equipamento mecânico, principalmente na área militar. Encontra-se, na literatura, as mais diversas definições de engenharia. Nas primeiras páginas do livro “Introdução à Engenharia”, Mark Thomas Holtzaple e Dan Reece destacam que Engenheiros, em geral, são indivíduos que “combinam conhecimentos da ciência, da matemática e da economia para solucionar problemas técnicos com os quais a sociedade se depara” (p. 1). Silva (1997), a partir da análise de outras conceituação, aponta a engenharia como a arte profissional de organizar e dirigir o trabalho do homem, aplicando conhecimento científico e utilizando, com parcimônia, os materiais e as energias da natureza para produzir economicamente bens e serviços de interesse e necessidade da sociedade dentro de parâmetros de segurança.

²⁴ O documento mencionado será analisado posteriormente nesse capítulo.

No Brasil, é difícil estabelecer o início da atividade da Engenharia. Telles (1984) argumenta que a área passou a se firmar efetivamente com as primeiras casas feitas pelos colonizadores, que hoje não seriam classificadas como obras de engenharia. Sobre o surgimento das escolas de engenharia, Silveira (2005) descreve, no livro “A Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional”, há diferenciação entre os engenheiros militares e os engenheiros civis:

As escolas de engenharia surgiram na França no século XVIII com a função de formar corpos técnicos para o estado, dentro da hierarquia já existente na burocracia de estado. Primeiro, "engenheiros militares", para ocupar funções técnicas nas forças armadas. Depois "engenheiros civis", encarregados de pontes, estradas, construções e máquinas para os diferentes ministérios "civis". Os dois grupos eram destinados a ascender rapidamente a cargos de gerência, tanto pela qualificação e pela lógica própria às hierarquias burocráticas, quanto por sua extração social e pela extrema seletividade própria a escolas com número reduzido de vagas – e emprego garantido ao final. (SILVEIRA, 2005, p. 9).

A história da Engenharia é extremamente vinculada ao exército. Em 1810 foi fundada a Academia Real Militar, da qual descende a famosa Escola Polytechnica do Rio de Janeiro, considerada a pioneira no ensino de Engenharia no Brasil. Somente em 1858 é que alunos não militares puderam frequentar aulas nessa Instituição.

A engenharia surgiu no Brasil por meio das atividades de duas categorias de profissionais: os oficiais-engenheiros e os então chamados mestres de risco, construtores das edificações civis e religiosas, antepassados dos arquitetos. Graças a eles, os brasileiros de então contavam com tetos, repartições e templos. (TELLES, 1984). Pode-se dizer que a engenharia só teve início quando se chegou ao consenso de que tudo o que se fazia a partir de bases empíricas e

intuitivas era, na realidade, regido por leis físicas e matemáticas, as quais era necessário descobrir e estudar.

O engenheiro civil Pedro Carlos da Silva Telles é um memorialista da história da Engenharia no Brasil. Em boa parte de suas obras, descreveu os caminhos que a Engenharia percorreu ao longo dos séculos:

Na evolução geral da engenharia no Brasil podem-se caracterizar quatro grandes períodos: 1. Período colonial e até metade do Século XIX, em que as atividades de engenharia tiveram principalmente motivação política, predominando a engenharia militar; 2. Período de 1850 até a década de 1920, durante o qual a principal atividade da engenharia foi a construção ferroviária, vindo depois a construção de portos, obras públicas, etc.; 3. Período até aproximadamente 1950, no qual as principais atividades foram as obras em concreto armado, onde conseguimos 22 "records" mundiais nos mais diversos tipos de estruturas; 4. Período de 1950 em diante, onde começou, cada vez mais, a haver grande diversificação de atividades, com destaque para grandes obras públicas e expansão industrial. (TELLES, 1997).

Os primeiros cursos de Engenharia, de origem militar, dedicavam-se, especialmente, à infraestrutura urbana, de transporte e de energia, à engenharia civil, de minas e elétrica. Com a crescente industrialização no final do século XIX e no início do século XX, novas modalidades surgiram: industrial, química, metalúrgica, entre outras. Após a segunda guerra mundial, o mundo experimentou um significativo avanço tecnológico, especialmente no setor eletro/eletrônico, sendo que a invenção do transistor possibilitou o desenvolvimento da computação. Com isso, novas modalidades de engenharia surgiram para fazer frente à complexidade demandada por essas novas tecnologias. A maior parte das novas modalidades surgiu, inicialmente, como ênfase das tradicionais. A criação dos cursos de engenharia relacionados à automação e computação teve origem no Rio Grande do Sul, na Escola

de Engenharia de Porto Alegre, em agosto de 1896, por iniciativa de um grupo de engenheiros militares residentes na cidade. Sem recursos para as primeiras necessidades, a Escola acabou contando com doações privadas para ser instalada.

A obra “Trajetória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia” (2010), composta por três volumes gerais, apresenta aspectos bibliográficos referentes a essa área de conhecimento tecnológico. Segundo esse texto, o início formal dos cursos de Engenharia no Brasil foi 17 de dezembro de 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de Janeiro. Essa Academia, evolução da Aula de Regimento de Artilharia, formava oficiais para o Exército. “Os oficiais de infantaria e de cavalaria faziam apenas os três primeiros anos, os de artilharia os cinco primeiros e os de Engenharia o curso completo. O sexto ano era dedicado exclusivamente à Engenharia Civil”. (TELLES, 1984). Na Academia, nos cinco primeiros anos de formação militar, estudava-se Matemática, Artilharia, Minas, Fortificações, Ataque e Defesa das Praças. No sexto ano, voltado à Engenharia Civil, ensinava-se Arquitetura Civil, corte de Pedras e Madeira, Orçamento de Edifícios, Materiais de Construção de Edifícios, Construção de Caminhos e Calçadas, Hidráulica e Arquitetura de Pontes, Portos, Diques e Comportas. Para Pardal (1985, p. 34), “aí está claramente, o início do ensino formal da cadeira de Arquitetura Civil no Brasil, denominação, à época, da Engenharia Civil”.

Os dados coletados no Cadastro das Instituições de Ensino Superior, que consta do Portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), indicam o ano de 1811 como o do primeiro curso de Engenharia Civil do país. Tal ano marca o início de funcionamento da Academia Real Militar. (BRASIL, 2009a). O programa do curso da Academia Real Militar era bastante amplo e complexo. Era estruturado em 7 anos de estudos, apresentando a seguinte organização curricular (PARDAL, 1985):

- 1º ano: Aritmética, Álgebra, Geometria, Trigonometria e Desenho;
- 2º ano: Álgebra, Geometria, Geometria Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Descritiva e Desenho;
- 3º ano: Mecânica, Hidráulica, Balística e Desenho;
- 4º ano: Trigonometria Esférica, Física, Astronomia, Geodésia, Geografia Geral e Desenho;
- 5º ano: Tática, Estratégia, Castrametração, Fortificação de Campanha e Reconhecimento do Terreno e Química;
- 6º ano: Fortificação Regular e Irregular, Ataque e Defesa das Praças, Arquitetura Civil, Estradas, Portos e Canais;
- 7º ano: Artilharia, Minas e História Natural.

A obra do professor Paulo Pardal (1985) ainda faz referência ao fato de que poucos oficiais foram formados pela Academia, em função do currículo amplo e complexo e da ausência de pessoas capacitadas para o magistério, bem como de materiais de laboratório. Os poucos diplomados destinaram-se ao exercício da docência e à tradução de livros técnicos. Como é evidenciado pelo excerto acima, os dois primeiros anos são destinados basicamente a conteúdos relacionados ao componente curricular de matemática, não sendo apresentados conteúdos específicos da atuação de um Engenheiro Civil.

No que tange ao Rio Grande do Sul, o curso de Engenharia Civil foi o primeiro curso da Escola de Engenharia da atual Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e um dos mais antigos da UFRGS. Criado em 1896 com ênfase em Agrimensura, Hidráulica e Estradas, obteve reconhecimento em 1900.

Segundo dados da obra “Trajetória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia”, nas décadas de 60 e 70 a Engenharia Civil ganhou um novo impulso e passou a ter uma renomada importância no contexto brasileiro. A necessidade de mais profissionais no mundo do trabalho acarretou em aumentos consideráveis nos números de cursos, com grande equilíbrio entre a criação de cursos públicos e privados (década de 60: 11 públicos *versus* 14 privados;

década de 70: 18 públicos *versus* 22 privados) (BRASIL, 2007a). A partir da década de 80 e, principalmente, da década de 90, após a publicação da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), o número de cursos cresceu substancialmente, especialmente nas instituições privadas.

A Portaria 720, de 9 de julho de 1996, dispõe sobre o exame nacional de cursos de Engenharia, delineando o perfil do profissional Engenheiro Civil em nível de graduação:

- formação básica, indispensável ao exercício profissional, aliada à capacidade para enfrentar e solucionar problemas da área e para buscar atualização e aperfeiçoamento;
- formação generalista nas diversas áreas da engenharia civil: construção civil, geotecnia, transportes, recursos hídricos, saneamento básico e estruturas;
- capacidade de utilização da informática como instrumento do exercício da engenharia civil;
- domínio das técnicas básicas de gerenciamento e administração dos recursos utilizados na profissão;
- capacidade de trabalho em equipes multidisciplinares;
- senso ético-profissional, associado à responsabilidade social;
- formação abrangente que lhe propicie sensibilidade para as questões humanísticas, sociais e ambientais;
- capacidade de raciocínio espacial;
- capacidade de operacionalização de problemas numéricos;
- capacidade crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza;

- capacidade de expressão e interpretação gráfica;
- capacidade de consolidação de conhecimentos teóricos;
- capacidade de síntese, aliada à capacidade de compreensão em língua portuguesa;
- capacidade de obtenção e sistematização de informações;
- capacidade de construção de modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas;
- capacidade de análise crítica dos modelos empregados no estudo das questões de engenharia;
- capacidade de formação e avaliação de problemas de engenharia e de concepção de soluções;
- capacidade de interpretação, elaboração e execução de projetos;
- capacidade de gerenciamento e operação de sistemas de engenharia.

Ao analisar o perfil dos profissionais de engenharia civil evidenciado na Portaria 720, de 9 de julho de 1996, percebe-se uma postura de permanente busca de atualização profissional, de identificação e de resolução de problemas. Outra questão fortemente destacada na formação desses profissionais é a importância dos conhecimentos técnico-científicos, sendo condição para o exercício da profissão a capacidade de consolidação de conhecimentos teóricos por meio de uma formação generalista nas diversas áreas da engenharia civil, como construção civil, geotecnia, transportes, recursos hídricos, saneamento básico e estruturas, além de capacidade de utilização da informática, compreensão da língua portuguesa e capacidade de construção de modelos matemáticos e físicos.

A formação humanística e social também é evidenciada, com destaque ao senso ético-profissional, associado à responsabilidade social e à formação abrangente que propicie ao engenheiro sensibilidade para as questões humanísticas, sociais e ambientais. Segundo Nguyen (1998), em um ambiente de rápida mudança há um grande foco nas competências técnicas dos engenheiros, mas faltam competências não técnicas, como comunicação, capacidade de resolução de problemas e habilidades de gestão. Hoje, exige-se dos engenheiros graduados um leque de habilidades e atributos mais amplo do que apenas a capacidade técnica antigamente demandada.

No período de 2000 a 2008, o número de cursos nas instituições públicas aumentou consideravelmente, passando a 20 cursos. Salienta-se que boa parte desse crescimento se concentrou no período entre 2006 e 2008, devido à criação de novos cursos por parte do governo federal e ao aumento de cursos noturnos propiciados pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), implantado pelo Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007 (BRASIL, 2007a). Salienta-se que o crescimento nas instituições privadas bateu o recorde histórico: 65 novos cursos.

Na trajetória dos cursos de Engenharia Civil, destaca-se que, em 2007, segundo dados do Censo do Inep (BRASIL, 2009b), havia um total de 192 cursos, sendo oito deles com alguma ênfase: quatro cursos com ênfase em Construção, Estruturas, Sanitária e Transportes, criados em 1961 pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); quatro cursos com ênfase em Transporte (Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros), Meio Ambiente (Instituto de Ensino Superior e Pesquisa) e Ambiente e Sistemas Construtivos (Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos). A legislação brasileira que regula as profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro agrônomo é a Lei nº 5.194/66, que estabelece, no artigo 7º, as atividades e atribuições desses profissionais:

o planejamento ou projeto em geral de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, exploração de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária; fiscalização, direção e execução de obras e serviços técnicos; e, produção técnica especializada, industrial ou agropecuária.

De acordo com o CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), o Engenheiro Civil é o profissional que se responsabiliza por montar e executar um projeto de construção. O CONFEA é uma autarquia pública federal instituída pelo presidente Getúlio Vargas em 1933. Atualmente, o órgão possui cerca de um milhão de profissionais registrados em seu sistema de informações. A missão do conselho é atuar eficiente e eficazmente como a instância superior de verificação, de fiscalização e de aperfeiçoamento do exercício e das atividades profissionais de engenheiros, agrônomos, geólogos, geógrafos, meteorologistas, técnicos e tecnólogos, sempre orientando esses profissionais na defesa da cidadania e na promoção do desenvolvimento sustentável. O Conselho Federal tem sede em Brasília e 27 Conselhos Regionais instalados nas capitais (CREA).

Foram as transformações socioeconômicas que, segundo o documento do próprio CONFEA, motivaram a criação do CONFEA/CREA. “[...] para disciplinar a oferta de mão de obra no país, seus caminhos se tornaram paralelos desde então” (CONFEA, 2013, p. 10), pois, com a modernização industrial, o campo de trabalho se ampliou para os profissionais da área tecnológica nacional na iniciativa privada e no governo. (CONFEA, 2013).

Dessa forma, é importante destacar que o CONFEA, a partir do art. 27 da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, aprova os modelos e os critérios para expedição de carteira de identidade profissional. Assim,

os diplomados nas áreas abrangidas pelo Sistema CONFEA/CREA em cursos de nível superior e médio e outros habilitados de acordo com as leis de regulamentação profissional específicas somente poderão exercer suas profissões após o registro, previsto na Lei nº 5.194, de 1966, no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA;

Os CREAs distribuídos pelo Brasil são vinculados ao CONFEA, que é a instância superior de regulamentação das profissões abrangidas. Dessa forma, “cabe ao CONFEA garantir a unidade de ação e a normatização de todos os CREAs, exercendo funções de supervisão financeira e administrativa sobre eles”²⁵.

Inúmeras escolas foram criadas desde o surgimento das escolas de engenharia. Segundo Bazzo (2017), as escolas foram e são “capitaneadas pela preocupação central do desenvolvimento nacional imediatista”. (BAZZO, 2017, p. 81). Em contrapartida, o contexto social e econômico em que os engenheiros atuam hoje mudou desde a criação do curso destinado à formação do Engenheiro Civil, no final do século XVIII. Sobre essas mudanças na área da Engenharia, Silveira (2005) refere os anais do COBENGE²⁶, argumentando sobre a atenção voltada ao ensino da Engenharia:

Houve mudanças culturais? Houve. Basta olhar o conteúdo dos COBENGEs e da Revista de Ensino de Engenharia, publicada pela ABENGE. A discussão sobre o ensino de engenharia, suas características, sua relação com o desenvolvimento do país e sua necessidade de mudanças, ressurgiu em outros foros. A qualidade da educação em engenharia deixou de ser considerada uma simples consequência da pesquisa – ou ao menos esta questão tem sido problematizada com maior força e profundidade. (SILVEIRA, 2005, p. 79).

²⁵ Essa informação foi retirada do site no CREA-RS, disponível em: <http://www.crea-rs.org.br/site/index.php?p=instituicao>, acessado em 20 de dezembro de 2018.

²⁶ Como já mencionado o material empírico da Tese foi formado pelos trabalhos presentes nos anais do COBENGE dos últimos 5 anos.

A ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia) surgiu de uma solicitação do Ministério da Educação e Cultura (MEC), por meio da Portaria nº 667, de outubro de 1970. A Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia (CEEEng) elaborou alguns estudos sobre as condições do ensino de Engenharia no Brasil.

O relatório “Ensino Superior no Brasil: 1974-1978”²⁷ elenca melhorias com relação ao Ensino nos cursos de Engenharia do país:

O citado relatório, gerado por visitas a todas as instituições, não só atualizou e divulgou uma série grande de informações sobre as escolas e cursos de Engenharia no país, como também fez, em caráter de urgência, dez recomendações para melhoria do ensino de Engenharia no Brasil. Entre elas, propôs, em segundo lugar, logo após a recomendação de reformulação da “política nacional do ensino de engenharia”, a criação de uma “Associação Brasileira de Ensino de Engenharia”. (BRASIL, 2010, p. 120).

A ABENGE tem como público-alvo docentes e estudantes de graduação e pós-graduação dos cursos de engenharia do Brasil, dirigentes, reitores e docentes da ASIBEI (*Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería e demais entidades congêneres*). De acordo com o primeiro artigo do Estatuto ABENGE²⁸,

Como mencionado anteriormente, em consonância com a ideia de promover espaços de informação sobre atividades e problemas de interesse comum, a ABENGE organiza, anualmente, eventos na área de Engenharia, como o Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), em que se discutem estudos e trabalhos na área do

²⁷ Documento disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002283.pdf>, acessado em 22/01/2018.

²⁸ Documento disponível em: <http://abenge.org.br/assets/estatuto-2015.pdf>, acessado em 22/01/2018.

ensino. Além do COBENGE e do fórum de gestores (voltado para gestores de Educação em Engenharia), no ano de 2018 ocorreu o primeiro “Seminário de Educação Empreendedora em Engenharia”. A proposta central do seminário foi “Educação Empreendedora e Novas Diretrizes Curriculares em Engenharia”. Observa-se que nessa proposta é evidenciado o empreendedorismo e a capacidade de acompanhar a evolução da sociedade, desenvolvendo habilidades e competências que são condições necessárias à vida contemporânea. Há a necessidade cada vez maior de ter acesso às tecnologias, na “medida em que são produzidos sujeitos de uma aprendizagem permanente e empresários de si mesmos, sujeitos economicamente ativos em todos os domínios da vida”. (WESCHENFELDER, 2018, p. 92).

De forma mais ampla, as mudanças com relação ao currículo nacional do Curso de Graduação em Engenharia e o surgimento de um novo seminário com foco no empreendedorismo indicam seus vínculos à lógica do neoliberalismo entendido como um “conjunto de práticas que constituem formas de vida, cada vez mais conduzidas para princípios de mercado e de autorreflexão, em que os processos de ensino/aprendizagem devem ser permanentes”. (LOPES, 2009a, p. 108).

Segundo Morgenstern (2016), o neoliberalismo não é uma maneira de “governo econômico”, mas um governo que precisa atuar sobre a sociedade e, por isso, é um “governo de sociedade que tem na competição seu mecanismo regulador”. (MORGENSTERN, 2016, p. 181). Por isso, é necessário intervir sobre cada um, de modo a governá-lo e a conduzi-lo a governar a si mesmo a partir de uma atitude empreendedora. (MORGENSTERN, 2016).

As Diretrizes vigentes do Curso de Engenharia Civil constam do Parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) / Câmara de Educação Superior (CES) nº 1.362/2001, aprovado em 12 de dezembro de 2001. A Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, no Art. 4, expressa que a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o

profissional de conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- atuar em equipes multidisciplinares;
- compreender e aplicar a ética e responsabilidades profissionais;
- avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Analisando as competências e habilidades acima referidas, como “aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia”; “projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados”; “planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia”; “desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas”; entre outras, verifica-se que possibilitam uma atuação do engenheiro mais pautada em conhecimentos técnicos, específicos da área. Os saberes não técnicos são contemplados na “aplicação da ética e das responsabilidades profissionais”, como também no trabalho em equipe e na formação continuada.

Outro documento, para efeito de fiscalização do exercício profissional dos diplomados no âmbito das profissões inseridas no Sistema CONFEA/CREA, é a Resolução 1.010, de 25 de agosto de 2005. No artigo 5º dessa resolução, constam as atividades que podem ser atribuídas, de forma integral ou parcial, em conjunto ou separadamente, aos Engenheiros.

Quadro 5 – Atividades que o engenheiro pode desenvolver no âmbito profissional de acordo com o documento do CONFEA.

Atividade	Descrição da atividade
1	Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;
2	Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;
3	Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;
4	Assistência, assessoria, consultoria;
5	Direção de obra ou serviço técnico;
6	Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;
7	Desempenho de cargo ou função técnica;
8	Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;
9	Elaboração de orçamento;

10	Padronização, mensuração, controle de qualidade;
11	Execução de obra ou serviço técnico;
12	Fiscalização de obra ou serviço técnico;
13	Produção técnica e especializada;
14	Condução de serviço técnico;
15	Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
16	Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
17	Operação, manutenção de equipamento ou instalação;
18	Execução de desenho técnico.

Fonte: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

Sobre as atividades do documento do quadro 5, chama a atenção as descrições voltadas para o gerenciamento tais como, por exemplo: gestão, supervisão, controle de qualidade e condução da equipe. Rehfeldt et al. (2018), em um estudo que analisa as habilidades e competências desenvolvidas por engenheiros Civis, Mecânicos e de Produção em uma Universidade do Sul do Brasil, mostram que as atividades descritas no documento do CONFEA, no tocante à atuação do Engenheiro, estão articuladas às habilidades que constam da Diretriz Curricular vigente. Os autores exemplificam que, ao aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia, pode-se capacitar o engenheiro a realizar orçamentos, padronizar serviços, estudar a viabilidade técnico-econômica, etc. Outra competência, a comunicação eficiente nas formas escrita, oral e gráfica, também está diretamente relacionada às atividades de assessoria, escrita de laudo e pareceres técnicos. Ainda, atuar em equipes multidisciplinares auxilia o engenheiro a conduzir grupos em diferentes atividades como instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção.

Em contrapartida, é interessante atentar às características atuais, que determinam que as instituições escolares também são embaladas por competitividade, produtividade, eficiência e utilitarismo. Ordine e Gouveia (2017) discorrem e demarcam, em seu livro sobre a utilidade dos saberes, que na contemporaneidade vive-se atento ao “eu” e a “uma satisfação imediata que não passa de superficial”. (ORDINE; GOUVEIA, 2017, p. 8). Os autores criticam as reformas curriculares de cursos que, em vez de contrariarem a tendência apresentada anteriormente, “põe em questão o próprio sentido do que é, na tradição ocidental, ser educado” (IBIDEM, p. 9), acompanham e “deixam perceber uma sobrevalorização do conhecimento situado, concreto e instrumental, de ordem pragmática, que serve, no momento, para resolver problemas sociais e pessoais”. (ORDINE; GOUVEIA, 2017, p. 8).

Dessa forma, o que seria inútil ensinar na academia? Os conhecimentos que necessitam ser ensinados são apenas os que possuem aplicabilidade/utilidade na área de atuação do futuro profissional?

No intuito de refletir sobre “o relacionamento harmônico entre ciência/tecnologia/sociedade” (IBIDEM, p. 52), Ordine e Gouveia (2017) destacam que as escolas e as universidades não podem ser transformadas em empresas, e que os estudantes não podem ser considerados clientes.

O homem moderno, universal, é um homem atarefado: não tem tempo, é prisioneiro da necessidade, não compreende como algo possa não ser útil; não compreende nem mesmo como, na realidade, até mesmo o útil possa ser um peso inútil, opressivo. (ORDINE; GOUVEIA, 2017, p. 28).

Ao descrever a produção tecnocientífica, Bensaude-Vincet (2013) mostra que no início do século XX foram dados os primeiros passos da

física quântica, que tratou de explorar átomos e de construir uma teoria unitária da física. Hoje, vive-se outro tempo.

Trata-se de “moldar” o mundo: não somente o mundo material que nos cerca, mas também a nós mesmos, seja tanto desde as origens, pela procriação artificial, quanto ao longo da vida, por meio de próteses, implantes etc. (BENSAUDE-VINCET, 2013, p. 15).

O desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em mecanismos de Inteligência Artificial e computação em nuvem, possibilita novas ondas de mudanças, desde o modo de produzir, anunciar e vender. Samura (2001) atribui os moldes da profissão de engenheiro às três grandes revoluções industriais. A Primeira Revolução Industrial foi a que começou na Inglaterra no final do século XVIII, com o desenvolvimento da máquina a vapor, à qual se deve o início da industrialização. A autora destaca que, na época, o papel social e econômico da engenharia era a redução da força humana e do custo da mão de obra pelo uso da máquina.

A segunda Revolução Industrial, segundo a autora, atingiu uma área mundial mais extensa do que a primeira, especialmente os países mais desenvolvidos. Teve início com o uso do petróleo e do gás como fontes de energia. Nessa segunda revolução, teve destaque o desenvolvimento de técnicas modernas de produção industrial. Taylor lançou, na época, os fundamentos da organização e do gerenciamento da produção industrial, que se tornariam, em breve, ferramentas básicas da profissão do engenheiro do século XX, que acumularia as habilidades de gerente e administrador. Também por meio dessa revolução pode-se perceber a introdução de um relacionamento entre pesquisa científica e indústria.

Já a Terceira Revolução Industrial começou na segunda metade do século XX (e ainda prospera, segundo a autora), com a

automatização dos aparatos de trabalho, a inserção dos computadores, a utilização em massa da internet e o desenvolvimento de microprocessadores e comunicações de alta tecnologia no seio da sociedade, de forma universal. Esses elementos, por sua vez, impulsionaram a globalização da economia em nível mundial.

Para além das revoluções evidenciadas no estudo de Samura (2001) e da relação entre elas e o Curso de Engenharia, há a chamada “Quarta Revolução Industrial”. Schwab (2016) compreende a quarta revolução industrial com dois grandes diferenciais em relação às anteriores. O primeiro aspecto é que as transformações tecnológicas estão em andamento ao mesmo tempo em que se discute sua especificidade, enquanto as revoluções anteriores só foram estudadas e analisadas após suas transformações se efetuarem de fato. O autor destaca que é a fusão de diversas tecnologias e sua interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos que diferencia essa revolução das anteriores. Como exemplos, Schwab (2016) cita a nanotecnologia, o sequenciamento genético, as novas máquinas, a computação quântica e as energias renováveis.

Três razões, no entanto, sustentam minha convicção da ocorrência de uma quarta – e distinta – revolução: velocidade: ao contrário das revoluções industriais anteriores, esta evolui em um ritmo exponencial e não linear. Esse é o resultado do mundo multifacetado e profundamente interconectado em que vivemos; além disso, as novas tecnologias geram outras mais novas e cada vez mais qualificadas. Amplitude e profundidade: ela tem a revolução digital como base e combina várias tecnologias, dos negócios, e dos indivíduos. A revolução não está modificando apenas o “o quê” e “como” fazemos as coisas, mas também “quem” somos. Impacto sistêmico: ela envolve a transformação de sistemas inteiros entre países e dentro deles, em empresas, indústrias e em toda a sociedade. (SCHWAB, 2016, p. 34)

Outro elemento importante na quarta revolução é o aumento do armazenamento e processamento das informações de maneira a transformar a forma com que a sociedade se organiza em seus diversos aspectos. Schwab (2016) problematiza a ideia de que ao mesmo tempo em que emergem novos modelos de negócio, padrões de consumo e formas de se produzir e trabalhar, outros processos são descontinuados. Assim, como descreve o autor, a tecnologia avança a cada dia, alterando inclusive os modos de pensar, de agir e de viver, influenciando diretamente os processos de produção e serviços.

Novas pesquisas, novas tecnologias e novos meios de comunicação possibilitaram novas ferramentas de trabalho, exigindo, muitas vezes, formação complementar, e alterando os processos nos locais de trabalho. Assim, a emergência das novas tecnologias converge para a transformação das paisagens, impactando ambiental e socialmente, criando novos problemas e novas áreas de trabalho – e novas regulamentações a serem consideradas (ou construídas). A descoberta de novos “produtos” (tipos de energia e novas formas de distribuição e de tarifação) destinados a ocupar novos nichos de mercado passou a ser muito importante para a saúde financeira das empresas e a interessar o consumidor.

Essas mudanças, que levam à ampliação do escopo de atuação do engenheiro e à alteração da atuação desse profissional, aparecem nas definições utilizadas para “engenharia”. Silveira (2005) infere que, por volta de 1970, o engenheiro era o "profissional competente para projetar, implementar e gerenciar processos de transformação de materiais", o que exclui serviços que não tenham como objeto imediato materiais e máquinas. Após, passou-se pelos conceitos de "*problem solver*" e de "*designer*" (de base tecnológica, bem entendido), chegando a um "profissional competente para projetar, implementar e gerenciar intervenções em práticas sociais de base tecnológica, considerando seus impactos ambientais, econômicos e sociais". (SILVEIRA, 2005, p. 75).

Nesse cenário, é possível deparar-se com possibilidades de mudanças com o desenvolvimento de novas tecnologias cada vez mais rápidas e sofisticadas que direcionam a uma próxima etapa do desenvolvimento humano e também das construções. Em uma reportagem da Empresa Brasil de Comunicação (EBC²⁹), Luiz Roberto Curi, um dos atuais integrantes do Conselho Nacional de Educação (CNE), destaca em entrevista que a “Inovação é um fator essencial do trabalho do engenheiro”, e afirma que “é preciso um compromisso dos cursos [de engenharia] com processo inovativo industrial, ampliação, modernização e sofisticação da indústria”.

Em agosto de 2018 foi disponibilizado um documento³⁰ sobre Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação de Engenharia, para consulta pública, pelo Ministério da Educação. Destaca-se, no documento, “o lugar central ocupado pela Engenharia na geração de conhecimento, tecnologias e inovações”, mostrando que é “estratégico considerar essas tendências e dar ênfase à melhoria da qualidade dos cursos oferecidos no país, a fim de aumentar a produtividade e ampliar as possibilidades de crescimento econômico”. Dessa forma, a revisão das Diretrizes Nacionais Curriculares (DNCs) é considerada peça-chave desse processo.

Na introdução do documento é possível verificar que

capital humano é um dos fatores críticos para o desenvolvimento econômico e social, sendo responsável por grande parte das diferenças de produtividade e competitividade entre os países. Por esse motivo, é fundamental buscar a melhoria constante da formação e qualificação de recursos humanos. (BRASIL, 2018, p. 2).

²⁹ Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2018-06/cursos-de-engenharia-terao-novas-diretrizes-curriculares-em-julho>, acesso em 17 de novembro de 2018.

³⁰ Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192, acesso em 17 de novembro de 2018.

No excerto, podem ser observadas características da sociedade gestada pela lógica neoliberal, para a qual importa a relação custo/benefício, ou “como um indivíduo economicamente ativo faz uso dos recursos de que dispõe”. (GADELHA, 2009, p.15). Já na introdução do documento, há a descrição do perfil acadêmico e profissional do engenheiro, considerando competências, habilidades e atitudes, dentro de perspectivas e abordagens de formação pertinentes e compatíveis com as referências nacionais e internacionais. O profissional deve intervir com resolutividade, sendo capaz de atuar com qualidade e eficiência em todos os segmentos da Engenharia.

A Engenharia não pode mais ser vista como um corpo de conhecimento, ou seja, como algo que os alunos possam adquirir por meio do estudo de conhecimento técnico, ou não técnico, pela mera atividade de cursar e ser aprovado, em um número de disciplinas que completem o conteúdo desejado. A Engenharia deve ser vista como um processo. Um processo que envolve pessoas, suas necessidades, expectativas, comportamentos e que requer empatia, interesse pelo usuário, além de técnicas que permitam transformar esta observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia. A busca de soluções técnicas, como parte do processo, se utiliza do conhecimento técnico de matemática, ciências, ciências da engenharia, para que se alcance um resultado que seja tecnicamente viável e desejável pelo usuário final. O “processo” da Engenharia ainda vai além: requer que esta solução seja levada ao usuário, às pessoas, ao mercado; que seja escalável e economicamente viável, para que gere uma efetiva transformação. Conduzir este processo requer uma habilidade empreendedora e uma capacidade de sonhar, independentemente dos recursos que se tenha sob controle, exigindo que se consiga atrair e engajar diferentes *stakeholders* no alcance dos objetivos. O “processo” da Engenharia não deve ser confundido com a necessidade de desenvolver e participar de atividades práticas, presentes em muitas disciplinas de seus currículos. (BRASIL, 2018, p. 5).

O engenheiro apresentado para o novo século, de acordo com documento de consulta pública, deve ser empreendedor e possuir base científica suficiente para acompanhar rapidamente as mudanças tecnológicas e antever sua função econômica. Palavras que remetem a ideia do empreendedorismo constam em torno de dez vezes no novo documento (Diretrizes que passa por consulta pública). Nas Diretrizes vigentes do Curso de Engenharia Civil, no Parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) / Câmara de Educação Superior (CES) nº 1.362/2001, o termo encontra-se apenas uma vez:

Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Neste capítulo, apresentei algumas considerações que julgo pertinentes acerca da Engenharia e da formação de seus profissionais. Primeiramente, evidenciei aspectos históricos que mostram a influência militar na formação do Engenheiro Civil. Trago documentos que circulam nos cursos de formação de Engenharia Civil, como as Diretrizes Curriculares vigentes e em processo de modificação, para mostrar elementos que possibilitam examinar produções recentes na Educação em Engenharia Civil, no que se referem a seus vínculos com a lógica Neoliberal. O estudo da história de Cursos de Engenharia Civil empreendido na construção deste capítulo foi importante para compreender aspectos do Curso e dos engenheiros civis “desse tempo”, descritos nos trabalhos analisados do COBENGE e nas entrevistas com os professores de engenharia civil. No próximo capítulo, apresento as lentes teóricas da Tese, com a intenção de demarcar como pretendo olhar para o material de pesquisa.

4 REFERENCIAL TEÓRICO DO ESTUDO

A gramática da palavra ‘saber’ está evidentemente próxima daquela de ‘poder’, ‘ser capaz de’. Mas também próxima daquela de ‘entender’. (‘Dominar uma técnica).

Mas há também esse uso da palavra ‘saber’: nós dizemos ‘Agora, eu sei! – e similarmente ‘Agora eu posso fazer isto!’ e ‘Agora, eu entendo!’ (WITTGENSTEIN, 2008, p.75).

Neste capítulo, apresento as principais ferramentas que utilizei na análise do material de pesquisa da Tese. Abordo, algumas as noções do período de maturidade de Wittgenstein, mais especificamente a partir da obra “Investigações Filosóficas”. Com efeito, na nova fase, o filósofo austríaco passa a considerar a existência de linguagens e não somente de uma linguagem. Abandona a ideia de que a linguagem é universal, com significados únicos e fixos. Deixa de se interessar pela pergunta “o que é a linguagem?” para colocar foco no uso da linguagem.

A mudança de perspectiva à qual o pensamento do período de maturidade do filósofo está vinculada é convencionalmente chamada de virada linguística. A filosofia de Wittgenstein, considera que a linguagem envolve relações de natureza social, isto é, depende de acordos realizados entre pessoas. A virada linguística rompe com a ideia de verdade como uma correspondência entre o fato e o conhecimento de tal fato no sentido dado pelo conhecimento cientificamente válido, isto é, a partir da correspondência entre a realidade e as teorias científicas. Os filósofos que aderem a tal virada passam a tratar o problema do conhecimento e da verdade com o foco na linguagem, que é entendida como um símbolo que depende de regras de uso e não de associação a

fatos (GHIRALDELLI JUNIOR, 2008). As questões iniciais que se relacionavam a 'o que' as coisas são, passam, então, a focar o 'como se usam' as palavras com as quais designamos as coisas.

Para Wittgenstein (2008), a visão tradicional, na qual a linguagem tem a finalidade exclusiva de nomear objetos, "é uma representação de uma linguagem mais primitiva do que a nossa"(WITTGENSTEIN, 2008, p.32). Essa visão, então, não serve para explicar toda a linguagem, pois nem todas as palavras denominam objetos. É o caso das palavras "vermelho" e "cinco", que Wittgenstein utiliza como exemplo de emprego da linguagem (WITTGENSTEIN, 2008, p.15).

No caso do exemplo Wittgenstein (2008, p. 15), em um bilhete de compras está a frase "cinco maçãs vermelhas". De acordo com a interpretação do autor austríaco, baseada em Santo Agostinho, para realizar a venda o negociante teria que utilizar representações de cada uma das palavras para dar sentido à frase. Sobre isso, Wittgenstein (2008) pondera: "Qual é a significação da palavra 'cinco'?" Com essa pergunta, Wittgenstein questiona que objeto poderia representar a palavra cinco. Essa é uma das críticas à visão agostiniana da linguagem: nem todas as palavras na linguagem são substantivos, e nem sempre o significado de uma palavra depende exclusivamente de sua correspondência com um objeto. Se assim fosse, o significado de uma palavra se perderia com o desaparecimento do objeto:

confunde-se a significação de um nome com o *portador* do nome. Se o Sr. N. N. morre, diz-se que morre o portador do nome, e não que morre a significação do nome. E seria absurdo falar assim, pois se o nome deixasse de ter significação, não haveria nenhum sentido em dizer: "O Sr. N. N. morreu". (WITTGENSTEIN, 2008, p. 37).

Wittgenstein usa uma caixa de ferramentas como metáfora para explicar o sentido que dá à linguagem:

Pense nas ferramentas em sua caixa apropriada: lá estão um martelo, uma tenaz, uma serra, uma chave de fenda, um metro, um vidro de cola, pregos e parafusos. Assim como são diferentes as funções desses objetos, são diferentes as funções das palavras. (E há semelhanças aqui e ali.) (WITTGENSTEIN, 2008, p. 20).

Podemos afirmar, portanto, que ao se posicionar desse modo, o filósofo admite que possam existir inúmeros entendimentos a serem elaborados acerca das palavras, invalidando a existência de um significado universalmente aceito. Wittgenstein (2008, p. 16) relata o caso do construtor e de seu ajudante. Para a construção de um edifício, eles utilizam uma linguagem própria, pois quando o construtor grita as palavras “cubos”, “colunas”, “lajotas” e “vigas”, o auxiliar alcança os materiais solicitados, uma vez que sabe reconhecê-los.

Destarte, a linguagem, na segunda fase de Wittgenstein, deixa de ser vista como universal, e passa a ser entendida de acordo com seus diferentes usos. Para saber o sentido de um termo, não devemos perguntar o que ele representa, mas examinar como ele é usado na prática. O filósofo considera que uma mesma palavra possibilita diferentes usos, de acordo com a situação e com o contexto em que se insere. Como sintetiza Condé (1998, p. 86), “não existe a linguagem, mas simplesmente linguagens, isto é, uma variedade imensa de usos, uma pluralidade de funções ou papéis”. O significado pode sofrer diversas alterações a cada uso que se faz de cada palavra:

se a mesma expressão linguística for usada de outra forma ou em outra situação, sua significação poderá ser outra, isto é, poderá ter uma significação totalmente diversa da anterior, dependendo de seu uso na nova situação e das relações pragmático-linguísticas exigidas por essa situação (CONDÉ, 2004, p. 48).

Não existem definições únicas e rígidas para as palavras, elas ganham significações que ultrapassam uma mera correspondência com

objetos. O mesmo ocorre com as expressões, que sendo aplicadas em diferentes contextos e situações, passam a ter outros significados. Como referido anteriormente, a concepção de linguagem, para Wittgenstein, está relacionada ao uso que é feito da palavra em determinada situação e contexto (CONDÉ, 1998). “Pode-se para uma grande classe de casos de utilização da palavra “significação” - se não para todos os casos de sua utilização -, explicá-la assim: *a significação de uma palavra é seu uso na linguagem*” (WITTGENSTEIN, 2008, p. 38, grifos do autor). Sendo assim, o significado de uma palavra encontra valor de sentido no uso, na prática linguística.

A noção de uso na linguagem, nessa perspectiva, depende do contexto em que a palavra ou expressão é usada. “Se a mesma expressão linguística for usada de outra forma ou em outro contexto, sua significação poderá ser outra, isto é, poderá ter uma significação totalmente diversa da anterior” (CONDÉ, 1998, p. 89). Com isso, o significado de uma palavra depende de como ela é usada na linguagem, o que leva à variação de significados e à utilização em diferentes contextos e situações. Isso significa que é por meio dos jogos de linguagem que a palavra adquire significado.

Para Vilela (2013), evitaríamos confusões se reconduzíssemos a palavra ao seu uso, pois “a prática envolve o contexto de uso”. Assim:

[...] deve-se sempre perguntar: essa é usada de fato desse modo na língua em que existe?

Nós reconduzimos as palavras do seu emprego metafísico para seu emprego cotidiano (WITTGENSTEIN, 2008, p. 22).

Dessa forma, o que mais interessa é a descrição dos usos, pois “propicia desfazer confusões filosóficas, como por exemplo, associar significados a referências extralinguísticas, ou práticas matemáticas diferentes, consideradas no interior da Educação Matemática, a uma referência única”. (VILELA, 2013, p. 33).

Portanto, segundo Wittgenstein (2008, p.40), “o significado de uma palavra é seu uso na linguagem”. Essa perspectiva de que a palavra ganha significado pelo uso invalida a ideia de que ela seja permanente e fixa, abrindo caminho para questionar a existência preestabelecida de uma só linguagem matemática. O filósofo questiona (Ibidem, p. 99):

Mas não pode o significado de uma palavra que eu entenda encaixar-se no sentido da proposição que eu entendo? Ou o significado de uma palavra no significado de uma outra? – Sem dúvida, se o significado é o uso que fazemos da palavra, então não tem sentido falar-se de um tal “encaixar-se” ora, compreendemos o significado de uma palavra quando a ouvimos ou a proferimos. Aprendemo-la de um golpe só; e o que aprendemos deste modo é algo diferente do “uso” que se entende do tempo.

Como já abordado, por meio de diversos exemplos, como o do construtor e do ajudante, Wittgenstein (2008) mostrou que a linguagem não se restringe à nomeação de objetos e atrelou ao significado da palavra a noção de uso na linguagem. O conceito de jogos de linguagem foi introduzido pelo autor para sustentar a noção de uso e para possibilitar a compreensão de como a linguagem ganha significação no uso e no contexto. Ao pensar a linguagem como um jogo, Wittgenstein fez uma analogia ao jogo de xadrez.

O jogo de xadrez possui dezesseis peças: oito peões, dois cavalos, duas torres, dois bispos, um rei e uma dama, sendo que cada tipo de peça se movimenta de forma singular. No jogo de xadrez, a importância das peças não está nos nomes, mas nos movimentos que cada uma faz no tabuleiro, nas possibilidades de deslocamento de cada uma, sendo que são as regras do jogo que definem cada um desses movimentos. Como no jogo de xadrez, em que o movimento das peças é definido por uma regra, para compreender a significação que uma palavra desempenha no uso da linguagem é necessário conhecer o jogo de linguagem que nela opera. Conforme Glock (1998, p. 312), “as regras desempenham um papel crucial na filosofia de Wittgenstein, por conta

de duas firmes convicções: em primeiro lugar, a linguagem é uma atividade guiada por regras; e, em segundo, o caráter apriorístico da lógica, da matemática e da filosofia provém dessas regras”.

Ao usarmos uma mesma palavra em contextos diversos, podemos dizer que em cada situação ela adquire um significado distinto, porque “é dentro dos jogos de linguagem que as palavras adquirem significados, quando operamos com elas numa situação determinada, e não quando simplesmente a relacionamos às imagens que fazemos delas” (VELOSO, 2013, p. 185). Essa noção permite a variedade inesgotável e aberta dos usos das palavras em contextos linguísticos e extralinguísticos.

O autor austríaco utiliza o termo jogos de linguagem para tratar o aspecto pragmático da linguagem, ou seja, o uso em contextos variados (CONDÉ, 1998). Sem que se conheça o jogo em que os indivíduos estão inseridos, não é possível compreender a significação da linguagem empregada.

É interessante perceber que apesar de o conceito de jogos de linguagem ganhar força nos escritos de Wittgenstein em “Investigações Filosóficas”, em nenhum momento há uma definição desse termo na obra.

Quando os filósofos usam uma palavra – “saber”, “ser”, “objeto”, “eu”, “proposição”, “nome” – e procuram aprender a *essência* da coisa, deve-se sempre perguntar: essa palavra é usada de fato desse modo na língua em que ela existe? – Nós reconduzimos as palavras do seu emprego metafísico para seu emprego cotidiano (WITTGENSTEIN, 2008, p. 72, grifos do autor).

Os jogos de linguagem estão ligados/interligados ao contexto (à cultura), de modo que a linguagem se estabelece coletivamente pois o significado não é privado, mas social, fruto de convenções resultantes de antigos acordos comunitários. Os significados e a compreensão,

também ligados à linguagem, estão associados ao som, ao contexto de que participam (VILELA, 2013). Nesse sentido, elucidar o significado das palavras só é possível descrevendo o seu uso, da mesma forma que compreender algo “é uma capacidade manifesta no uso” (GLOCK, 1998, p. 135).

Conforme exposto em *Investigações Filosóficas* (WITTGENSTEIN, 2008), um jogo de linguagem que é plenamente satisfatório dentro de uma determinada situação pode não o ser em outra, pois quando surgem novos elementos, as situações mudam, e os usos que até então funcionavam podem não mais ser satisfatórios na nova perspectiva. (CONDÉ, 2004, p. 89). Dessa forma, o uso, ainda que relativamente livre em função dos múltiplos significados, é regido por regras que distinguem o certo do errado.

Em forte recusa à visão essencialista da linguagem, que crê na existência dos objetos em si mesmos independentemente do contexto em que existam, Wittgenstein argumenta que as regras de um jogo de linguagem não são fixas e determinadas *a priori*, mas dependem do uso na prática comunicativa, do uso da linguagem. Caso contrário, se a regra preexistisse ao uso, independentemente do contexto, ela passaria a ter um caráter normativo, fixando e excluindo ações. Para Moreno (2000), as regras fornecem uma orientação na interlocução. Sendo assim, para que duas pessoas possam se comunicar, de forma a se fazerem entender, é necessário que ambos dominem as mesmas regras de linguagem. Mas, é possível que alguém formule regras apenas para si?

Para Glock (1998), há uma diferença entre uma regra e sua expressão, uma formulação de regra, da mesma forma que um número se distingue de um numeral (a mesma regra pode, por exemplo, ser expressa em diferentes línguas). Sendo assim, pode-se dizer que o significado, dentro do ato de fala, baseia-se também no contexto em que a frase é utilizada, de modo que a situação em que a frase é proferida

influencia no seu sentido.

Uma determinada linguagem ganha significado no uso cotidiano dentro dos jogos de linguagem. Wittgenstein (2008, p. 26) lista uma série de jogos de linguagem, tais como comandar, descrever objetos, relatar um acontecimento e inventar uma história, revelando a multiplicidade de jogos em que a linguagem está inserida e em que é empregada.

As “ações e palavras são formadas em um jogo de linguagem a partir do qual as palavras tomam seus significados” (HANCKING, 2009, p. 240). Ao analisar o termo jogos de linguagem, tem-se que os jogos são como “[...] inventar uma história; ler; representar teatro; cantar uma cantiga de roda; resolver enigmas”. Wittgenstein evidencia alguns exemplos de jogos de linguagem:

comandar e agir segundo comandos – descrever um objeto conforme a aparência ou conforme medidas – produzir um objeto segundo uma descrição (desenho) – relatar um acontecimento – conjeturar sobre o acontecimento – expor uma hipótese e prová-la – apresentar os resultados de um experimento por meio de tabelas e diagramas – inventar uma história; ler – representar teatro – cantar uma cantiga de roda – resolver enigmas – fazer uma anedota – contar – resolver um problema de cálculo aplicado – traduzir de uma língua a outra – pedir, agradecer, maldizer, saudar, orar (WITTGENSTEIN, 2008, p. 26).

Esses jogos de linguagem também apresentam semelhanças entre si, o que o filósofo denomina como “semelhanças de família”. Por meio dessa noção, Wittgenstein propõe que as únicas conexões existentes entre os jogos de linguagem são como “semelhanças que existem entre os membros de uma família” (Ibidem, 2008, p. 52), pois tais jogos se articulam entre si ou com jogos de outras formas de vida.

Seguindo esse entendimento, assim como escreve Knijnik et al (2012), dar visibilidade aos jogos de linguagem matemáticos gerados em atividades específicas também é um processo que pode ser significado como uma rede de jogos de linguagem, no sentido atribuído por Wittgenstein, que emerge em diferentes formas de vida. Condé (1998) afirma que “o termo jogo é apenas um paradigma sob o qual se pode assentar uma série de relações de semelhanças, e não uma definição ou caracterização de uma essência que seja propriamente o jogo” (Ibidem, p. 93). Pode-se dizer que os jogos possuem algo em comum, uma rede de semelhanças, senão não seriam jogos; trata -se de diferentes aspectos de uma mesma família, possuindo semelhanças entre si. Nas palavras do filósofo:

Semelhanças de família são, assim, as semelhanças entre aspectos pertencentes aos diversos elementos que estão sendo comparados, mas de forma tal que os aspectos semelhantes se distribuem ao acaso por esses elementos. Esses aspectos semelhantes entrecruzam-se aleatoriamente, sem repetir-se uniformemente (IBIDEM, p. 53).

A partir de um exemplo trazido por Wittgenstein no aforisma 66 (WITTGENSTEIN, 2008, p. 51), em que mostra exemplos de diferentes jogos articulando os conceitos de jogos de linguagem e semelhança de família, Vilela (2013) propõe o mesmo exercício a partir do conceito matemático de números. A autora evidencia que os numerais podem ter significações diferentes conforme os jogos de linguagem de que participam, uma vez que podem indicar quantidade, posição, código, número de telefone, datas, etc. A autora mostra que “o número”, na concepção considerada no exemplo, não é propriamente um conceito que está impregnado nos conjuntos de coisas do mundo físico das experiências, assim como não é propriamente uma entidade abstrata de um mundo platônico ou próprio da racionalidade humana que se aplica às coisas que existem. Assim, em todos os casos em que os números

são empregados, não pode ser detectada uma essência comum.

Assim, ocorre com as palavras e com os números o mesmo que acontece com o termo jogo, que é usado por Wittgenstein de diferentes e variadas maneiras, não tendo, portanto, um único significado. Semelhanças de família é um conceito wittgensteiniano imbricado na ideia dos diferentes jogos, “na diversidade dos significados não há algo comum em todos os usos, os conceitos mantêm semelhanças uns com os outros”. (VILELA, 2013, p. 190). Como salienta Vilela (2013), não há, entre todos os usos, um único traço definidor comum que convergiria para uma essência do termo.

A compreensão da significação de uma palavra ou expressão depende do jogo de linguagem em que a palavra ou expressão é dita. Se uma palavra ou expressão possui vários significados, e a significação se vincula ao jogo de linguagem operante, não se pode aceitar que exista “a” linguagem, ou seja, uma linguagem única e universal. No exemplo do construtor e do ajudante, percebe-se a prática de um jogo de linguagem que é próprio de uma determinada forma de vida. Em uma conversa entre dois profissionais da construção civil, as mesmas palavras ditas podem ter significados distintos, mas, neste caso, por compartilharem a mesma forma de vida, a compreensão entre os dois se dá de forma mais eficaz. A aceitação de diferentes jogos de linguagem leva à compreensão da existência de linguagens (no plural).

A noção de semelhanças de família revela um entrelaçamento linguístico que faz com que as palavras tenham semelhanças em diferentes jogos de linguagem. Wittgenstein utiliza diferentes jogos para mostrar que, enquanto algumas características se

mantêm na comparação entre dois jogos, outras tantas desaparecem. É um exemplo a comparação entre o jogo de tabuleiro e o jogo de cartas. Em ambos os jogos, cada jogador tem a sua vez de jogar, e apenas um jogador pode se tornar ganhador. Mas, enquanto que no tabuleiro joga-se com peças, no outro, joga-se com cartas. Além

disso, cada jogo tem sua regra definida. O mesmo ocorre na comparação com outros tipos de jogos. E tal é o resultado desta consideração: vemos uma rede complicada de semelhanças, que se envolvem e se cruzam mutuamente (WITTGENSTEIN, 2008, p. 52).

A noção de semelhança de família auxilia a compreender jogos de linguagem, pois as linguagens (palavras, frases, expressões) ganham diferentes significações em função do jogo de linguagem em que se inserem, Como foi evidenciado até aqui, os significados se encontram na prática da linguagem e nos usos, mas, ao mesmo tempo, não são realizados “no acaso”. Esses usos e práticas são direcionados por uma gramática, que comporta a estrutura da linguagem, os indicadores de como ela é usada e as expressões nos diferentes contextos em que aparecem. Como argumenta Vilela (2013), apesar dos diversos usos possíveis da linguagem, as regras da gramática não são arbitrárias, ou seja, não admitem qualquer uso. Elas se fundam em formas de vida, isso porque as regras estão profundamente enraizadas nas formas de vida, e são “as regras que conduzem, de certo modo, os modos de proceder, sem que uma decisão consciente esteja em jogo” (VILELA, 2013, p. 200).

Assumindo a existência de muitas linguagens, Wittgenstein opera com a noção de “jogos de linguagem”, chamando atenção para as regras que compõem a linguagem, que funcionam como as regras de um jogo. O ato de falar é uma prática guiada por regras, e “falar uma língua é parte de uma atividade, de uma forma de vida” (GLOCK, 1998, p. 174). Nesse sentido, Wittgenstein atenta para o entendimento de que a linguagem é composta por jogos, pois assim “como um jogo, a linguagem possui regras constitutivas, as regras da gramática”. (GLOCK, 1998, p. 225).

Em uma abordagem wittgensteiniana, a concepção de linguagem está relacionada ao uso que é feito da palavra ou expressão em uma determinada situação e contexto, ou seja, em uma determinada forma de

vida (CONDÉ, 1998). “Se a mesma expressão linguística for usada de outra forma ou em outro contexto, sua significação poderá ser outra, isto é, poderá ter uma significação totalmente diversa da anterior” (ibidem, p. 89). Essa relação de variação de significados de uma palavra ou expressão que depende da forma de vida de quem a emprega é o que Wittgenstein (2008) denominou como jogos de linguagem. Desse modo, sem conhecer os jogos nos quais os indivíduos estão inseridos, não é possível compreender o sentido da linguagem empregada.

Estudiosos das obras de Wittgenstein, como Moreno (2000, p. 56), mencionam que, para compreender o significado, não basta buscar uma determinação lógica e definitiva capaz de apreendê-lo “de uma vez por todas”. Interessa, pois, analisar os critérios “fornecidos pelo uso que fazemos da linguagem nos mais diversos jogos, isto é, nas diferentes formas de vida”.

A partir disso é possível pensar, com o apoio das ideias de Wittgenstein, que jogos de linguagem matemáticos produzidos por diferentes formas de vida constituir-se-iam em uma rede de jogos de linguagem que possuem semelhanças entre si. Portanto, é possível pensar as diferentes matemáticas (escolar, acadêmica, popular, etc.) como diferentes jogos de linguagem e perceber que elas apresentam regras distintas, embora seus jogos possuam semelhanças entre si. Para o filósofo, representar uma linguagem “significa representar -se uma forma de vida” (WITTGENSTEIN, 2008, p. 23). Nesse sentido,

Pode-se imaginar facilmente uma linguagem que seja constituída somente de comandos e informes na batalha. – Ou uma linguagem constituída apenas de questões e de uma expressão de afirmação ou de negação. E inúmeras outras. – E representar uma linguagem equivale a representar uma forma de vida (WITTGENSTEIN, 2008, p. 42).

Glock (1998, p. 174) destaca que formas de vida indicam atitudes,

comportamentos, etc., como elementos que "deve[m] necessariamente ser aceito[s], que é[são] dado[s]", evidenciando que os acontecimentos da vida "são padrões específicos de comportamento que, juntos, constituem uma forma de vida". Assim, "uma forma de vida é uma formação cultural ou social, a totalidade das atividades comunitárias em que estão imersos os nossos jogos de linguagem" (Ibidem, p. 174).

Wittgenstein evidencia que não há características comuns a todos os jogos, apenas semelhanças. Da mesma forma, não há essência a toda a linguagem, mas semelhanças entre as linguagens. Não há um modo de falar que é compreendido por todo mundo. Velloso (2003) destaca que na passagem 7 das Investigações filosóficas a expressão "jogos de linguagem" pode tanto ser usada para indicar linguagens primitivas como a relação entre o todo da linguagem e as atividades que estão entrelaçadas a ela. Essa interpretação encontra apoio na passagem 23, pois nela Wittgenstein emprega claramente o termo "jogos de linguagem" justamente como um elo entre "linguagem" e "atividade ou forma de vida", considerando a linguagem como uma parte de uma forma de vida: "Aqui o termo 'jogos-de-linguagem' tem o sentido de trazer à tona o fato de que o falar uma linguagem é parte de uma atividade ou de uma forma de vida" (WITTGENSTEIN, 2008, p. 26).

No entanto, é preciso ter cautela quanto ao uso da noção "forma de vida", para evitar simplificações. Isso porque se nos referirmos à "forma de vida dos professores", estaremos indicando que todos os professores exercem sua docência em contextos que, se não são idênticos, pelo menos em muito se parecem e que, portanto, a essa forma de vida estaria associada uma linguagem peculiar, que poderíamos chamar de "linguagem dos professores". É óbvio que não é disso que se trata. O mesmo vale para uma generalização que buscasse utilizar a expressão "linguagem dos engenheiros", em uma "linguagem dos pedreiros" ou em uma "linguagem dos estudantes de engenharia".

Wittgenstein assume que tudo o que sabemos e dizemos é sempre

uma questão pragmática, o que nos leva a questionar de que modo esta ou aquela forma de vida constituem ou engendram significados no seu próprio desenrolar vital. Considera que, assim como existem semelhanças que tornam os membros de um grupo pertencentes a uma mesma família (características físicas como cor dos olhos ou dos cabelos, formato de rosto, nariz ou boca, ou mesmo o andar, o temperamento ou os costumes), se considerarmos os diferentes jogos perceberemos que eles também apresentam similitudes.

Uma pessoa transita por diferentes formas de vida: no trabalho, em casa, no mercado, no restaurante, ao conversar com um colega de trabalho, ao interagir com um superior, entre outras. Em cada uma das formas de vida, ela pratica jogos de linguagem que dão sentido às expressões que utiliza. Dessa forma, a significação não é arbitrária. A pluralidade de formas de vida leva novamente a questionar a unicidade da linguagem. Como é possível que uma única linguagem possa atribuir significado a diferentes realidades e contextos, uma vez que a significação está relacionada às mais diversas formas de vida?

A noção de “forma de vida”, segundo Velloso (2003), não é muito explorada pelos autores que estudam Wittgenstein, e essa concepção é considerada por muitos dos leitores mais entusiastas do filósofo como de menor importância, ocupando um papel secundário em relação a outras noções consideradas como mais importantes. O autor destaca que existe um número muito pequeno de ocorrências do termo “forma de vida” na obra publicada de Wittgenstein. Para Velloso (2003, p. 160),

na leitura singular, teríamos apenas uma única forma de vida humana. De acordo com essa segunda leitura, não haveria possibilidade de conflitos envolvendo dois ou mais indivíduos que participassem de formas de vida diferentes, uma vez que, ao usarem uma linguagem, esses indivíduos estariam participando de uma mesma forma de vida humana e teriam, portanto, algo em comum. Embora nessa segunda leitura não apareça o problema do solo comum, ainda permaneceríamos com o problema de esclarecer o que acontece nessas situações

especiais em que observamos um conflito radical e o de como resolvê-las.

Em sua Tese de Doutorado, Quartieri (2012) discute questões relativas às interpretações dadas às expressões “forma de vida” e “formas de vida”. A autora apresenta quatro interpretações, três das quais são no plural – formas de vida – e uma é no singular – forma de vida. Apoiada em Velloso (2003), afirma que a expressão no plural – formas de vida – aponta para várias e diferentes formas de vida, de modo que indivíduos que pertençam a formas de vida diferentes podem se encontrar em uma “situação de conflito radical” (p. 160), não podendo se compreender mutuamente. Com isso, segundo a autora, ocorreria o problema do não reconhecimento de outra forma de vida. A esse impasse, Velloso (2003, p. 160) chama de “problema do solo comum”.

Já em relação à forma de vida, no singular, “não haveria a possibilidade de conflitos envolvendo duas ou mais pessoas que participassem de formas de vida diferentes, pois, ao usarem uma linguagem” (QUARTIERI, 2012, p. 25), estariam fazendo parte de uma “mesma forma de vida humana e teriam, portanto, algo em comum” (Ibidem, 2012). Velloso (2003) ainda apresenta quatro interpretações quanto a essa noção: formas de vida como jogos de linguagem; formas de vida como manifestações orgânicas; formas de vida como culturas diferentes e forma de vida, no singular, como uma única forma de “vida humana”.

Velloso (2003), ao usar a interpretação de formas de vida como manifestações orgânicas, explicita que estaria se compreendendo que “a situação biológica e orgânica de um indivíduo seria a sua forma de vida” (VELLOSO, 2003, p. 164). Desse modo, perguntar, narrar, conversar são práticas que fazem “parte de nossa história natural, assim como andar, comer, beber e jogar”. (WITTGENSTEIN, 2008, p. 28). Nesse contexto, “falar é algo que fazemos sem pensar e, portanto, [tal ação] estaria no mesmo nível de outros comportamentos biológicos complexos que são

realizados dessa maneira, como comer, andar, beber e brincar” (VELLOSO, 2003, p. 164).

[...] o fato de que agimos de tais e tais maneiras, isto é, punimos certas ações, [...] damos ordens, [...] descrevemos cores, temos interesse nos sentimentos de outros. O que tem de ser aceito, o dado – poderíamos dizer – são fatos da vida. Assim você está dizendo, portanto, que a concordância entre os homens decide o que é certo e o que é errado? – Certo e errado é o que os homens dizem; e os homens estão concordes na linguagem. Isto não é uma concordância de opiniões, mas da forma de vida. (WITTGENSTEIN, 2008, p. 123).

Acompanhando Quartieri (2012) também tomo, nesta Tese, a interpretação de formas de vida como culturas/contextos culturais, de modo que descrever uma forma de vida seria descrever uma cultura. Wittgenstein, expressa que “o que deve ser aceito, o dado – poder-se-ia dizer – são fatos da vida/formas de vida” (WITTGENSTEIN, 2008, p. 226). O autor estaria se referindo a que uma forma de vida é um jogo de linguagem, e como existem inúmeros jogos de linguagem, há também incontáveis formas de vida. Por conseguinte, “uma forma de vida é uma formação cultural ou social, a totalidade das atividades comunitárias em que estão imersos os nossos jogos de linguagem” (GLOCK, 1998, p. 174).

Mesmo ignorando “o uso no singular observado acima, os fatos da vida listados não constituem uniformemente jogos de linguagem. São, em vez disso, padrões específicos de comportamento que, juntos, constituem uma forma de vida”. (GLOCK, 1998, p. 174). Sendo assim, pode-se assinalar que, para Wittgenstein, um “‘jogo de linguagem’ seria uma forma de atividade social; noutras palavras, ele procederia de ‘uma forma de vida’”. (QUARTIERI, 2012, p. 26).

O filósofo, ao expressar que a linguagem faz parte de uma forma de vida, estaria sugerindo que ela não envolveria apenas a fala, mas

também outras atividades. Wittgenstein enfatiza a ideia de que o falar é uma atividade guiada por regras, entretanto sustenta “que nossos jogos de linguagem estão ‘interligados’ com atividades não linguísticas, devendo ser compreendidos dentro desse contexto”. (GLOCK, 1998, p. 174). Dessa forma, quando se fala em jogos de linguagem, faz-se referência aos múltiplos usos da linguagem, e, nessa perspectiva, o contexto não linguístico é essencial para a compreensão das atividades linguísticas. Para o filósofo austríaco, “imaginar a linguagem é imaginar uma forma de vida”. (WITTGENSTEIN, 2008, p.18).

Para Velloso (2003), Wittgenstein nos lembra de que não é razoável supor que uma linguagem seja uma estrutura completa e acabada. A questão da completude ou incompletude dos jogos de linguagem (e da linguagem) também é abordada na passagem seguinte. Segundo Wittgenstein, podemos falar em várias linguagens e, portanto, se queremos colocar a noção de “forma de vida” como o nosso ponto final, não podemos identificá-la com “linguagem”. Assim,

em busca de uma solução para esse impasse, sugerimos recorrer a um aspecto fundamental da noção de “forma de vida”: envolver atividades não linguísticas. A referência a uma atividade ou forma de vida nos permitiria focar a relação entre a linguagem e as situações nas quais fazemos os nossos proferimentos. Assim, ao usar a expressão “formas de vida”, Wittgenstein estaria incorporando à linguagem justamente essas situações interpessoais que, apesar de múltiplas, não seriam ainda linguagem, não envolvendo, portanto, argumentos. Dessa forma, os conflitos radicais poderiam envolver uma situação de ruptura que fosse a respeito de algo não linguístico, porém objetivo. (VELLOSO, p. 182).

De acordo com a perspectiva wittgensteiniana, a gramática também é autônoma:

Nas Investigações a gramática é autônoma, isto é, na linguagem existem regras gramaticais que funcionam sem

a necessidade de fundamentar-se na adequação “nome-objeto”. Tais regras gramaticais surgem dos usos das expressões e não da denominação dos objetos. (CONDÉ, 1998, p. 113).

Assim, são as práticas comuns dos usos que geram as regras gramaticais. Wittgenstein passou a utilizar o termo “gramática” para designar tanto as regras constitutivas da linguagem quanto a investigação ou organização filosófica dessas regras. Ao longo de seu percurso filosófico, Wittgenstein continuou a usar as expressões “lógica” ou “lógica da linguagem” com essas mesmas acepções, baseando-se na ideia de que as questões lógicas são, na verdade, gramaticais, isto é, dizem respeito a regras para o uso das palavras. (GLOCK, 1998).

Ao abordar a noção wittgensteiniana de gramática, é importante salientar que essa expressão “não deve ser confundida com a gramática normativa de uma dada língua em particular”. No que diz respeito à gramática, Wittgenstein “está essencialmente preocupado com a dimensão filosófica da linguagem”. (CONDÉ, 2004, p. 85). Apoiado na obra *Investigações Filosóficas*, Condé (2004) explicita que a gramática, mais do que a dimensão sintático-semântica, privilegia a pragmática, de modo que as regras que constituem a gramática estão inseridas na prática social. Assim, uma regra apenas pode se constituir efetivamente como tal pela práxis social.

Portanto, a gramática é “um produto social”. (CONDÉ, 2004, p. 89). Condé salienta que, da mesma forma que o uso condiciona a regra, essa regra, em contrapartida, determina se o uso está correto ou não. No entanto, “na medida em que a gramática é um conjunto de regras que está em aberto, novas regras podem ser acrescentadas, antigas regras [podem ser] alteradas, etc.” (Ibidem, p. 89). Nesse sentido,

[...] as regras desempenham um papel crucial na filosofia de Wittgenstein, por conta de duas firmes convicções: em primeiro lugar, a linguagem é uma atividade guiada por regras; e em segundo, o caráter apriorístico da lógica, da

matemática e da filosofia provém dessas regras.
(GLOCK, 1998, p.312).

Regras são padrões: “não descrevem, por exemplo, como as pessoas falam, mas definem o que é falar com sentido ou corretamente”. (GLOCK, 1998, p. 312). Conhecer as regras define a compreensão ou não do que é falado em uma determinada forma de vida. “Seguir uma regra”, na compreensão Wittgensteiniana, também evidencia que um modo de agir está de acordo com uma regra. O emprego de uma palavra, por exemplo, pode ser ou não limitado por uma regra. Buscamos agir em conformidade com as regras e não obrigados por elas. (WITTGENSTEIN, 2008).

A gramática, para Vilela (2013), deve ser compreendida junto com a noção de forma de vida. Isso porque, ao mesmo tempo em que a gramática indica, pelas regras, o modo de uso das palavras, projetando a linguagem nas situações para organizá-la, contempla os termos da linguagem que fazem sentido, que se instituíram pela nossa forma de vida por meio da cristalização dos conceitos pelos usos. Algumas regras e normas que a compõem dão indícios de uma forma de vida, e as regras estão profundamente enraizadas nas formas de vida. As regras conduzem, de certo modo, as formas de proceder, sem que uma decisão consciente esteja em jogo.

Nesse sentido, seguir uma regra também se configura como social, já que “algumas atividades guiadas por regras -- incluindo-se não apenas as que são comunitárias por natureza, como comprar e vender, mas também, por exemplo, fazer matemática -- supõem o contexto de um “modo de vida” social e histórico”. (GLOCK, 1998, p. 317). Um aplicativo de jogo em um dispositivo móvel é um jogo que só pode ser jogado se a instituição do jogo existe, isto é, se o jogador compreende as regras dessa forma de vida.

Com base na discussão até aqui empreendida, cabe questionar

uma “verdade” que circula no campo científico: a existência de uma linguagem matemática universal, que seria aplicada em diferentes formas de vida. Assim, se ensinaria matemática na escola para que os alunos pudessem “aplicá-la” em seu cotidiano, para resolver problemas de seu dia a dia. No entanto, apoiados em Wittgenstein, já no início desta década os estudos realizados pelo GIPEMS apontaram que não há como essa operação ser concretizada, uma vez que a contingência que marca a lógica do cotidiano se contrapõe à transcendência da lógica matemática.

A articulação entre os escritos tardios de Wittgenstein e as teorizações de Foucault se torna possível uma vez que ambos praticam uma filosofia “não representacionista, não essencialista, não fundacionalista” (IBIDEM, p. 34), que “se afasta dos aspectos formais da linguagem e enfatiza a dimensão estratégica do discurso”. (KNIJNIK; WANDERER, 2015, p. 24). Foucault e Wittgenstein “concordam que simplesmente não existe uma visão ou entendimento a partir de ‘lugar nenhum’”. (VEIGA-NETO; LOPES, 2010, p. 34).

Ademais, os filósofos francês e o austríaco assumem o caráter aberto e contingente da linguagem. Como discutido em Knijnik e Wanderer (2016), é possível identificar nesses dois grandes pensadores da linguagem e nas formas de vida mais do que enunciados comuns. Em consonância com as ideias de Wittgenstein, Foucault (1998) argumenta que, na prática linguística, o discurso é produzido e reproduzido por meio de relações de poder que se estabelecem no interior das diferentes instituições de diferentes modos, o que confere características próprias de sentido. Apoiando-me nas discussões desenvolvidas neste capítulo, realizei o exercício analítico do material de pesquisa que, a seguir, apresento.

5 ANÁLISE DO MATERIAL DE PESQUISA

É preciso, numa primeira aproximação, aceitar um recorte provisório: uma região inicial que a análise revolucionará e reorganizará se houver necessidade. Mas como circunscrever essa região? Por um lado, é preciso, empiricamente, escolher um domínio em que as relações corram o risco de ser numerosas, densas e relativamente fáceis de descrever, e em que outra região os acontecimentos discursivos parecem estar mais ligados uns aos outros, e segundo relações mais decifráveis. (FOUCAULT, 2013a, p. 36).

O exercício analítico do material de pesquisa implica em certo “tom de provisoriedade”, porque as relações que se estabelecem no decorrer de uma investigação, assim como “recorrências discursivas” enfatizadas, são escolhas de olhares interessados. Para realizar esse exercício, foi necessário visitar algumas “oficinas” – no sentido atribuído à expressão por Veiga-Neto (2006) – e recolher algumas ferramentas para auxiliar na análise. Aproveito, dessa forma, a permissão dada por Foucault quando afirma que

Todos os meus livros, seja História da Loucura, seja outro, podem ser pequenas caixas de ferramentas. Se as pessoas querem mesmo abri-las, servirem-se de tal frase, tal ideia, tal análise como de uma chave de fenda, ou uma chave inglesa, para produzir um curto-circuito, desqualificar, quebrar os sistemas de poder, inclusive, eventualmente, os próprios sistemas de que meus livros resultaram... pois bem, tanto melhor! (FOUCAULT, 2006b, p. 52).

Busquei, assim, olhar para o que “foi dito”, ou melhor, para o que foi transcrito dos trabalhos analisados sem procurar uma essência ou “algum suposto conteúdo de verdade que poderiam carregar, nem mesmo [...] uma essência original, remota, fundadora”. (VEIGA-NETO, 2004, p. 118).

O capítulo está organizado em duas seções. Na primeira, apresento os resultados obtidos no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos praticados na Educação em Engenharia Civil. Na seguinte seção, discuto o resultado relativo ao que é produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil, no que se refere a seus vínculos com a lógica neoliberal.

Em ambas as seções, o exercício analítico que empreendi teve como fio condutor os Anais do COBENGE. No entanto, é importante destacar que as entrevistas foram relevantes porque possibilitaram contextualizar o que é realizado, na contemporaneidade, tanto no campo da pesquisa em Engenharia Civil como no campo do canteiro de obras. Posteriormente, as entrevistas favoreceram o acesso a especificidades dos jogos de linguagem matemáticos praticados na engenharia civil nem sempre explicitados nos Anais e que, para mim, professora de Matemática, eram desconhecidos.

5.1 Dos jogos de linguagens matemáticos na Educação em Engenharia Civil

Ao analisar os jogos de linguagem matemáticos apresentados nos Anais do COBENGE entre os anos de 2014 e 2018 e nas entrevistas realizadas com pesquisadores da área, um primeiro ponto chamou minha atenção. Esses jogos de linguagem se caracterizavam pela exatidão e pelo formalismo, em concordância com os estudos já desenvolvidos no GPEMS/Unisinos em outras formas de vida, tais como a Escola Técnica, nos trabalhos de Giongo (2008) e Toledo (2017), na camponesa, nos trabalhos de Knijnik (2014a; 2014b), Schreiber (2012) e Silveira (2011), na forma de vida escolar, nos trabalhos de Wanderer (2007), Bocasanta (2009), entre outros.

Como mencionado na Introdução, no que se refere à Educação Matemática, este trabalho procura dar continuidade à produção que vem sendo realizada pelo GPEMS-Unisinos, buscando, em certo sentido,

ampliá-la. Os estudos de Knijnik (2015, 2017, 2018) colocam “[...] sob suspeição a noção de uma linguagem matemática universal, que poderia ser ‘desdobrada’, ‘aplicada’ em múltiplas práticas produzidas pelos diferentes grupos culturais”. (KNIJNIK, 2015, p. 13).

A partir dos estudos de Wittgenstein, é possível afirmar que os distintos jogos de linguagem “não possuem uma essência invariável que os mantenha completamente incomunicáveis uns dos outros, nem uma propriedade comum a todos eles, mas algumas analogias ou parentescos [...]”. (KNIJNIK, 2015, p. 14). Na matemática, são as regras gramaticais que servem de estrutura tanto para os jogos de linguagem quanto para colocar em operação os diversos jogos de linguagem matemáticos. No contexto analisado, a saber, trabalhos e entrevistas realizadas com pesquisadores da área, um dos pontos interessantes é a repetição de determinadas regras matemáticas para a resolução de situações específicas da Engenharia.

Para elaborar a análise, observei as recorrências, separando-as por categorias e tomando como referência as perguntas que utilizei para orientar a pesquisa. Após esse exercício, reorganizei os excertos dos trabalhos, e, a seguir, apresento alguns fragmentos que constituem o corpus da Tese. O formalismo matemático e sua exatidão ficam evidentes nesse corpus.

O processo analítico que envolve os Anais do COBENGE e as entrevistas com pesquisadores da área foi desenvolvido do seguinte modo: inicialmente, selecionei trabalhos que explicitamente apresentam jogos de linguagem matemáticos. A análise do material obtido com essa seleção me permitiu organizá-lo em dois grupos distintos³¹: o primeiro deles é composto pelos que usam *softwares*³², servindo-se de jogos de

³¹ Não somente esses dois grupos puderam ser identificados. No entanto, neste estudo, fui levada a restringir a análise a tais grupos. Há intenção de, posteriormente, ampliar o estudo.

³² Os *softwares* utilizados nos trabalhos analisados referem-se a programa informático que permite grande liberdade, possibilitando ao usuário modificá-lo, copiá-lo e redistribuí-lo sem restrições.

linguagem matemáticos para a resolução de práticas da engenharia civil; o segundo grupo é composto por trabalhos que usam jogos de linguagem matemáticos (sem o uso de *softwares*) para a resolução dessas práticas.

5.1.1 O uso de *softwares* para a resolução de práticas da engenharia civil

Ao analisar o material referente ao primeiro grupo, identifiquei que havia uma diferença central quanto ao uso dos *softwares*. Por isso, dividi os estudos em dois subgrupos. O primeiro deles representa trabalhos que se limitam a usar *softwares*, e o segundo apresenta trabalhos que usam *softwares* desenvolvidos por seus autores.

Nesta seção, que se refere ao primeiro subgrupo (trabalhos que se limitam a usar *softwares*), optei pelo *software Ftool*, que é uma ferramenta computacional usada, por exemplo, por engenheiros civis para calcular estruturas, executar diagramas e informar as reações de apoio (UFRGS, 2018). Escolhi esse *software*, pois, dos vinte e dois trabalhos analisados que fizeram uso de *softwares*, o Ftool foi mencionado em oito. Posteriormente, para evidenciar o segundo subgrupo (trabalhos que usam *softwares* desenvolvidos por seus autores), igualmente escolhi um dentre os cinco selecionados do subgrupo³³.

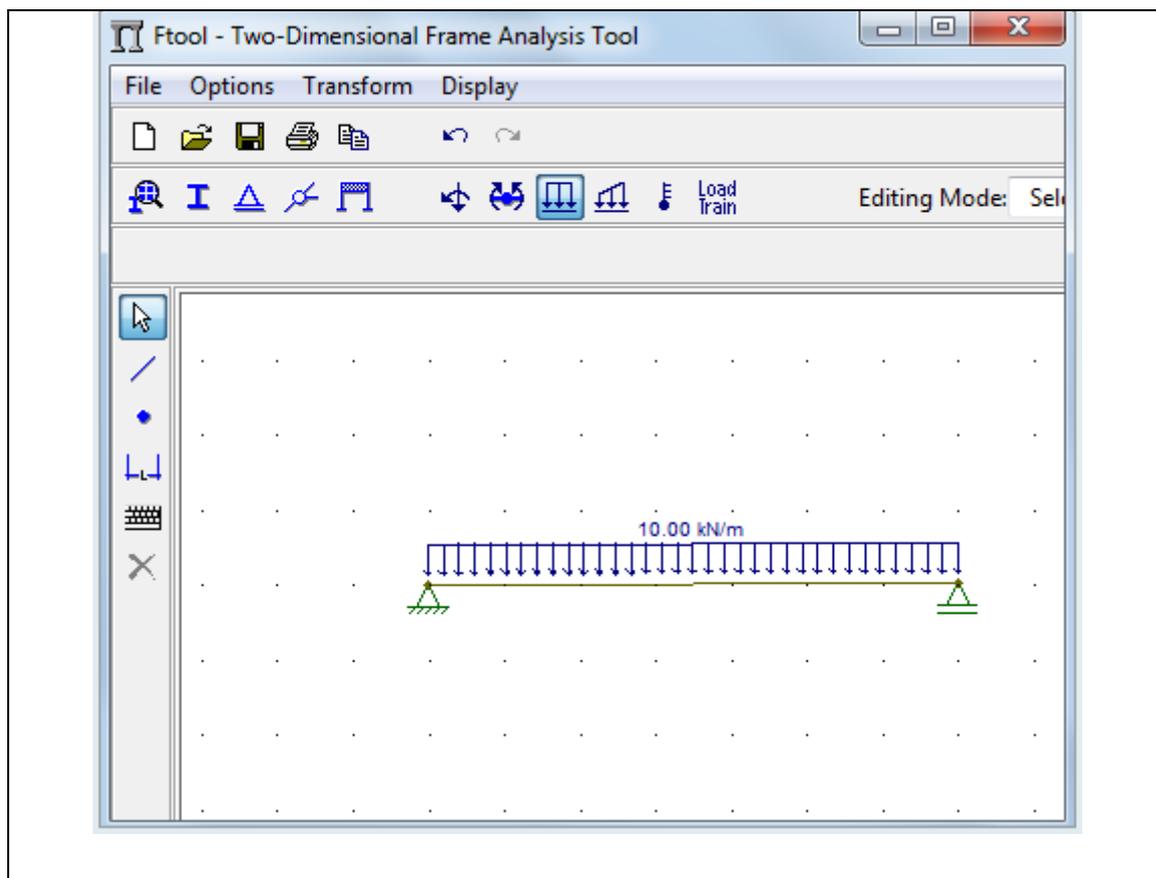
No artigo intitulado “Sistemas mecânicos treliçados para auxiliar o aprendizado prático em mecânica geral”, os autores apresentam uma pesquisa sobre a confecção de sistemas mecânicos treliçados utilizando um palito de picolé. Dentre as atividades previstas estavam calcular os esforços internos nos elementos treliçados, identificar elementos em

³³ Escolhi um *software* desenvolvido por autor em que os jogos de linguagem matemáticos estavam explícitos, para facilitar a análise. Outras escolhas poderiam ser feitas.

compressão ou tração e esboçar os diagramas de esforço cortante e momento fletor.

Segundo relatos, as operações foram realizadas pelos estudantes a partir de cálculo “[manual] com o uso do *software Ftool*, para depois serem aplicadas aos modelos com uso de palitos.” (BARROS, et al., 2018, p. 1). Os autores destacam que usaram o *software Ftool* “para [...] ter um grau de confiabilidade maior dos cálculos manuais”. (BARROS, et al., 2018, p. 1), como também “para [obter] valores relativos às trações e compressões dos elementos da treliça, valores das reações de apoio, esforço cortante e normal, momento fletor e as possíveis deformações”. (IBIDEM, 2018, p. 2). As operações necessárias na resolução da proposta da atividade foram realizadas com o uso do *software Ftool*.

O *software Ftool*, conforme os autores, “facilita os cálculos realizados”, e mostra graficamente o projeto a ser executado. Para usar esse *software* é necessário compreender os jogos de linguagem matemáticos referentes ao plano cartesiano. Por exemplo, para determinar as medidas dos deslocamentos, é preciso inserir os dados nos eixos “x” e “y”, como mostra o desenho da figura abaixo.

Figura 1 - *software Ftool*

Fonte: (BARROS et al., 2018, p.5)

A ideia de números positivos e negativos também é importante no lançamento dos dados, pois cada um indica posições diferentes – direita e esquerda ou para cima e para baixo. O uso desse *software* possibilita uma conversão de toda a estrutura criada após a informação de que tipo de material será utilizado para construir o projeto, a saber, aço, concreto ou genérico. Sendo assim, cálculos de conversões de medidas são realizados automaticamente.

Como indicado pelos autores (BARROS et al., 2018, p.1), para o cálculo das reações de apoio, com uso do *Ftool*, foi necessário lançar corretamente os dados de entrada, da distância entre os apoios, das reações que iriam ocorrer nesse apoio, isso é foi necessário ter conhecimento das dimensões e unidades de medidas. Uma análise detalhada do trabalho indica que sua execução exigiu dos futuros engenheiros que soubessem usar o plano cartesiano – como

mencionado anteriormente -, pois para determinar as medidas dos deslocamentos foi preciso inserir os dados nos eixos “x” (correspondendo à horizontal) e “y” (correspondendo à vertical). Outro conhecimento necessário foi o de vetores, de modo que fosse possível ser realizada com sucesso a inserção dos dados de forças internas e externas aos apoios.

O uso do *software Ftool* para autores do trabalho (BARROS et al., 2018, p.1) mostra, graficamente, como a estrutura se comporta, permitindo aos estudantes “ver” os deslocamentos e deformações em cada elemento estrutural, calcular seus esforços internos, “tornando, didaticamente, mais compreensível o seu comportamento” (BARROS et al., 2018, p.1). Ao realizar o lançamento dos dados no *Ftool*, o usuário do *software* consegue acompanhar as mudanças necessárias na estrutura previamente estabelecida. Ao realizar esse processo sem o uso do *software*, outros jogos de linguagem são necessários, por exemplo o uso de equações de primeiro grau, para compreender a igualdade necessária na composição da estrutura estabelecida inicialmente.

Neste caso, não se tratou de entender o funcionamento ou a criação do *software*, mas sim, de usá-lo. Ao utilizar o *software*, um mesmo jogo de linguagem matemático, tão elementar quanto uma adição, usualmente ensinado nos anos iniciais do Ensino Fundamental, torna-se outro jogo. Se o objetivo fosse entender ou criar um novo *software*, outros jogos de linguagem matemáticos seriam usados, com outra complexidade.

Os autores do referido trabalho destacam que “sistemas e softwares não substituem o ser humano”, pois é necessário ter a “capacidade de analisar com subjetividade as estruturas e as consequências que essas trarão para as pessoas que conviverão com obra e a desfrutarão, quando finalizada.” Essa ideia está em consonância com o que foi referido por dois dos professores entrevistados. Nas palavras do Professor P2:

O aluno precisa saber usar as tecnologias. Usamos alguns aplicativos nas aulas de graduação, o *Ftool* o um exemplo. Nessa ferramenta os alunos conseguem fazer algumas relações que sem [a ferramenta] ficaria difícil. *Claro que o estudante tem que saber calcular, mas outras noções estão sendo trabalhadas ali.* (Excerto da entrevista com o professor P2)

Para o Professor P1:

Ao criar a estrutura, por mais que o aluno vai usar um aplicativo, um software, ou seja, uma tecnologia, ele tem que saber de matemática. No próprio lançamento dos dados ele precisa ter noção matemática e de física, por exemplo, força, quando ele vai lançar, por exemplo, um nó. O sistema vai resolver, vai mostrar o gráfico, ou desenho, mas no lançamento da informação o aluno precisa saber o que o sistema está calculando. (Excerto da entrevista com o professor P1)

Nos excertos acima, é possível indicar que os professores utilizam as tecnologias em sala de aula e que, nessa ação, “outras noções estão sendo trabalhadas”. Os Jogos de linguagem matemáticos envolvendo sistemas de medida, expressões numéricas, gráficos entre outros são necessários no uso de ferramentas tecnológicas como o *software Ftool*.

Softwares como o *Ftool*, utilizados na Engenharia Civil auxiliam tanto na obtenção de desenvolvimento de análises numéricas como em representações gráficas, sustentando uma compreensão do comportamento da estrutura. A análise estrutural determina os esforços e deslocamentos gerados pelas ações atuantes na estrutura. “Para o engenheiro, utilizar os métodos manuais de análise estrutural demanda um tempo excessivo devido à complexidade das situações, tornando o processo inviável para a maioria dos problemas no dia-a-dia, o que motiva o emprego de métodos computacionais” (p. 41).

Excerto do artigo “Sistemas mecânicos treliçados para auxiliar o aprendizado prático em mecânica geral”

O ensino de disciplinas como Mecânica Geral, Resistência dos Materiais e Análise de Estruturas, em cursos de Engenharia Civil, requer do aluno uma grande capacidade de abstração matemática para o entendimento do comportamento dos diferentes tipos de estruturas e dos materiais utilizados, frente às mais diversas solicitações, bem como da possibilidade de aplicação de conceitos e simplificações para a análise estrutural (PRAVIA e ORLANDO, 2001).

Fonte: (BARROS et al., 2018, p.8)

Excerto do artigo “Metodologias ativas aplicadas em resistência dos materiais para a Engenharia Civil: projeto estrutural metálico simplificado usando recurso computacional”

O cálculo de estruturas é um processo extenso que demanda acatamento do engenheiro calculista devido a grande quantidade de parâmetros envolvidos. Por exemplo, a exatidão dos resultados dependerá desde um projeto executivo estrutural minucioso até a seleção adequada dos materiais (LONGO, 2016). Com o advento de recursos tecnológicos, as análises estruturais deixaram de ser apenas baseadas em aproximações gráficas e fórmulas simplificadas. Atualmente, diversas ferramentas computacionais, bem como modelagens matemáticas, estão à disposição para execução de cálculos mais precisos. O programa *Ftool* (*Two-dimensional Frame Analysis Tool*) na versão 3.0 é uma ferramenta educacional bastante intuitiva e livre para uso acadêmico (TECGRAF, 2012). Trata-se de uma plataforma para cálculo estrutural bidimensional de pórticos, onde se emprega o método dos elementos finitos como modelo matemático de análise (TECGRAF, 2012). O diferencial dessa ferramenta é o estímulo do aprendizado do comportamento estrutural, ao passo que outros programas educacionais são principalmente direcionados ao ensino de técnicas numéricas de análise (LEMES, 2010).

Fonte: (SANTOS JR, et al., 2018, p.2)

Nos excertos acima, os autores argumentam que o *software* “requer uma grande capacidade de abstração matemática para o entendimento do comportamento dos diferentes tipos de estruturas”. É possível dizer, ademais, que para o uso do *Ftool* o aluno também necessita estar apto a praticar os jogos de linguagem matemáticos,

como anteriormente referido.

Em relação ao segundo subgrupo, no qual os trabalhos usam *softwares* desenvolvidos por seus autores, no trabalho “Cálculo de propriedades geométricas pelo Teorema de Green: desenvolvimento de software educacional para o ensino de mecânica vetorial”, os autores apresentam as etapas de construção de um *software* educacional que calcula as propriedades geométricas (área, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia e produto de inércia) de seções planas utilizando o Teorema de Green³⁴. O software tem como objetivo “auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Vetorial no curso de Engenharia Civil” (BENINCÁ; MORSCH, 2018, p. 1), servindo “como ferramenta mediadora para que o estudante possa construir seu conhecimento e relacionar os conteúdos de Mecânica Vetorial com conceitos previamente estudados em disciplinas de Cálculo e de Programação”. (IBIDEM, 2018, p. 1).

³⁴ O Teorema de Green é um dos conteúdos matemáticos relativos à Cálculo Integral com múltiplas variáveis, “transforma integrais duplas em integrais de linha de contorno”. (BENINCÁ; MORSCH, 2018, p. 1).

Excerto do trabalho “Cálculo de propriedades geométricas pelo Teorema de Green: desenvolvimento de software educacional para o ensino de mecânica vetorial”

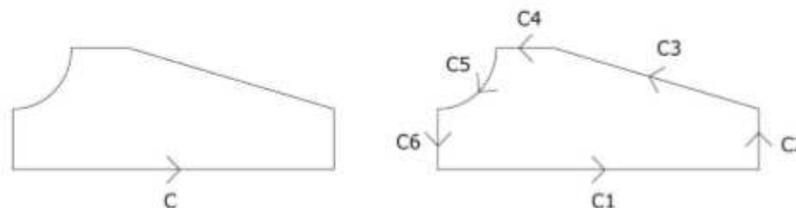
2.1 Divisão do contorno da seção em caminhos simples

A ideia básica de organização dos cálculos é a divisão do contorno da seção em caminhos simples, que podem ser segmentos de reta, arcos de circunferência ou parábolas. A união destes caminhos deve formar um percurso fechado, podendo assim uma integral de linha fechada ser escrita como a soma das integrais de linha dos n caminhos, conforme a equação (1).

$$\oint_C F(x, y) \cdot ds = \sum_{i=1}^n \int_{C_i} F(x, y) \cdot ds \quad (1)$$

A figura 1 ilustra este procedimento de divisão em caminhos simples, onde os caminhos C1, C2, C3, C4 e C6 são segmentos de reta e o caminho C5 é um arco de circunferência.

Figura 1 – Divisão do contorno de uma figura em caminhos simples



Fonte: elaborado pelos autores

2.2 Teorema de Green aplicado ao cálculo das propriedades geométricas

Segundo Apostol (1988), o teorema de Green transforma uma integral dupla, definida em uma região R , em uma integral de linha ao longo do contorno C desta mesma região R , e pode ser escrito na forma da equação (2), onde N e M são funções dependentes de x e y .

$$\iint_R \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y} \right) \cdot dx \cdot dy = \oint_C (M \cdot dx + N \cdot dy) \quad (2)$$

Fonte: (BENINCÁ, MORSCH, 2018, p.5)

Ao criar um *software*, o uso dos jogos de linguagem matemáticos se apresenta com outra complexidade. No caso do *software* desenvolvido, os estudantes, para calcular área, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia e produto de inércia de seções planas, necessitavam de jogos de linguagem que envolviam equações diferenciais parciais, integrais, parametrização de segmentos de retas, arcos de circunferências e de parábolas, etc. Além de usar adequadamente os jogos de linguagem matemáticos para o desenvolvimento do *software*, foi necessário conhecimentos da área de Programação que, como evidenciado no excerto abaixo, possui

semelhanças de família com os jogos de linguagem matemáticos no que diz respeito ao uso de ordens de comando específicos que devem ser seguidos de acordo com uma determinada regra.

Os *softwares* utilizados em cálculo de estruturas, na Engenharia Civil, auxiliam tanto na obtenção de desenvolvimento de análises numéricas como em representações gráficas, sustentando uma compreensão do comportamento da estrutura. A análise estrutural basicamente determina os esforços e deslocamentos gerados pelas ações atuantes na estrutura. Para o engenheiro, utilizar os métodos manuais de análise estrutural demanda um tempo excessivo devido à complexidade das situações, tornando o processo inviável para a maioria dos problemas no dia-a-dia, o que motiva o emprego de métodos computacionais.

No outro trabalho analisado, intitulado “Cálculo de propriedades geométricas pelo Teorema de Green: desenvolvimento de software educacional para o ensino de mecânica vetorial”, os autores apresentam as etapas de construção de um software educacional que calcula as propriedades geométricas de seções planas utilizando o Teorema de Green . O software tem como objetivo “auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Vetorial no curso de Engenharia Civil” (BENINCÁ; MORSCH, 2018, p. 1), servindo “como ferramenta mediadora para que o estudante possa construir seu conhecimento e relacionar os conceitos ensinados em Mecânica Vetorial com os conhecimentos que os estudantes já adquiriram preliminarmente, em especial de Cálculo Integral com múltiplas variáveis, dentro do qual o Teorema de Green”. (IBIDEM, 2018, p. 1).

O software foi programado em uma linguagem considerada simples no campo da Programação - Fortran – possibilitando ao usuário fazer o lançamento das referentes ao contorno da seção, receber através do uso do software a área, momentos estáticos de primeira ordem, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia,

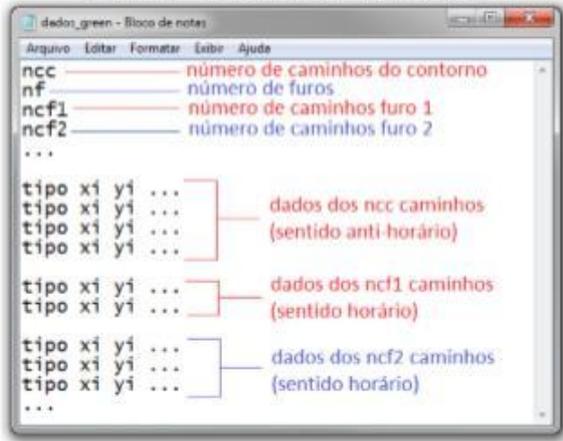
produto de inércia, momentos centrais principais de inércia e eixos centrais principais de inércia.

Ao criar um software, o uso dos conhecimentos matemáticos se apresenta com outra complexidade. No caso do software desenvolvido, os estudantes, para calcular área, necessita dominar os conhecimentos de equações diferenciais parciais, integrais, parametrização de segmentos de retas, arcos de circunferências e de parábolas, etc, além do Teorema de Green, que transforma integrais duplas em integrais de linha de contorno. A seguir, segue o excerto do trabalho “Cálculo de propriedades geométricas pelo Teorema de Green: desenvolvimento de software educacional para o ensino de mecânica vetorial”.

Além de usar adequadamente os conhecimentos matemáticos para o desenvolvimento do software, foi necessário também dominar a linguagem Fortran da área de Programação que, como evidenciado observar, possui semelhanças com a linguagem matemáticos no que diz respeito ao uso de ordens de comando específicos que devem ser seguidos de acordo com uma determinada regra.

Excerto do trabalho “Cálculo de propriedades geométricas pelo Teorema de Green: desenvolvimento de software educacional para o ensino de mecânica vetorial”

Figura 3 – Arquivo de entrada de dados



Fonte: elaborado pelos autores

Os dados de cada tipo de caminho são explicitados na tabela 3. É importante ressaltar que em nenhum caminho são informadas as coordenadas dos pontos finais, pois estas são calculadas internamente no programa através das coordenadas dos pontos iniciais dos caminhos seguintes.

Tabela 3 – Dados de entrada para cada tipo de caminho

Caminho	Tipo	Formato dos dados de entrada
Segmento de reta	1	1 x_i y_i
Arco de circunferência	2	2 x_i y_i θ_i θ_f R
Parábola	3	3 x_i y_i x_p y_p

Fonte: (BENINCÁ, MORSCH, 2018, p.7)

Conforme descrito pelos autores Benincá e Morsch (2018), o código, escrito em linguagem Fortran, foi estruturado com o seguinte rigor: a) Declaração de todas as variáveis utilizadas nos cálculos efetuados pelo software. Nenhuma variável é utilizada de forma implícita; b) Leitura do arquivo de dados pelo software desenvolvido, que apresenta o número de caminhos do contorno, o número de furos, o número de caminhos de cada furo e as informações de todos os caminhos. Nessa etapa, o software também calcula os vetores de coordenadas dos pontos finais de cada caminho, que são evidenciados a partir das coordenadas dos pontos iniciais, lidas no arquivo de dados; c) Cálculo das propriedades geométricas em relação ao eixo de referência,

através das fórmulas. Com isso, são calculadas as propriedades geométricas em relação aos eixos de referência, cuja localização é definida pelo usuário, no momento em que ele define as coordenadas dos pontos; d) Cálculos complementares, a partir dos resultados da área e dos momentos estáticos de primeira ordem em relação aos eixos de referência. São apresentadas as coordenadas do centro geométrico (CG) da seção. Posteriormente, os momentos e produtos de inércia são transferidos para os eixos centrais através do Teorema dos Eixos Paralelos; e então são calculados os raios de giração e os momentos centrais principais e direções principais de inércia. Todos estes cálculos são realizados conforme formulação da Mecânica Vetorial; e) Por fim, os resultados finais são apresentados pelo software no arquivo (ibidem, p.1).

A discussão até aqui empreendida oferece elementos para pensar o ensino da matemática nos cursos de Engenharia Civil, observando o perfil atualmente requerido para o futuro engenheiro civil. As tecnologias emergentes, como os aplicativos e os softwares, são usadas e difundidas muito mais rapidamente na contemporaneidade. Esses usos estão mudando também a maneira como vivemos, trabalhamos e ensinamos.

Com base no material empírico analisado, pode-se pensar que os jogos de linguagem matemáticos presentes no desenvolvimento de *software* conduzem os alunos à habilidade de “seguirem regras”, o que, no pensamento de Wittgenstein, corresponde ao fato de que “compreender uma linguagem significa dominar uma técnica”. (WITTGENSTEIN, 2008, p. 34).

As tecnologias emergentes, como os aplicativos e os *softwares*, são usadas e difundidas muito mais rapidamente na contemporaneidade. Esses usos estão mudando também a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Observando os estudos relacionados à revolução 4.0, estes mostram “que diferentes categorias de trabalho,

particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas e substituídas”. (SCHWAB, 2018, p. 43).

Para que se compreendam os tipos de sujeitos que estão sendo construídos “nesse tempo”, é necessário aprofundar as discussões na temática da tecnociência contemporânea. Os modos de ser e de estar no mundo estão criando novos jogos, cada vez mais ambíguos e complexos, cujos sentidos não são evidentes. (SIBILIA, 2015, p. 237).

É preciso, constantemente, fazer escolhas. Dessa forma, “[ser contemporâneo] não é uma tarefa isenta de riscos”. (SIBILIA, 2012, p. 15). A escola e a academia, “com todo o classicismo que ela[s] carrega[m] nas costas” (IBIDEM, p. 16), são espaços “cada vez mais incontestáveis desses “modos de ser” tipicamente contemporâneos”. (IBIDEM, p. 45).

Frente a isso, pode-se observar que os usos das novas tecnologias marcam o nosso tempo e contribuem para pensar o que ensinar na escola e na academia para que o estudante tenha capacidade de “inventar soluções” e solucionar “problemas imprevistos”.

Essa noção aponta para a capacidade diferencial com que conta cada indivíduo, e não se refere exatamente à força de trabalho nem à capacidade de executar tarefas braçais – as quais, com a automação da indústria, tornaram-se executáveis por máquinas e, por conseguinte, perderam valor -, mas aos conhecimentos de que dispõe cada sujeito, bem como a seus atributos para se desenvolver em diversas áreas e em cenários mutáveis, o que inclui a capacidade de inventar soluções originais para problemas imprevistos. (SIBILIA, 2012, p. 128).

Pode-se inferir que, em sintonia com o mundo tecnocientificizado em que vivemos, a educação em Engenharia Civil abrange, para a resolução de situações-problema da área, a transmissão de

conhecimentos relativos ao uso de *softwares* já disponíveis ou à produção de novos *softwares*.

5.1.2 O uso de jogos de linguagem matemáticos (sem o uso de *softwares*) para a resolução dessas práticas

Apresento, nesta seção, a análise do material de pesquisa referente ao segundo grupo, jogos de linguagem matemáticos praticados por engenheiros civis sem o uso de *softwares*. O trabalho “Utilização de eventos contextualizados nas aulas de Vetores e Geometria Analítica – Primeiras Reflexões” apresenta uma atividade que envolve o componente curricular de “Vetores e Geometria Analítica” (da área de matemática). Os autores do trabalho buscam integrar os assuntos discutidos nas aulas de Matemática com as “resoluções de problemas [da] futura área de atuação”. (GOMES, et al., 2018, p. 2). Nesse sentido, os pesquisadores apresentam exemplos “de eventos contextualizados para serem utilizados em aulas”. (GOMES, et al., 2018).

Como se pode observar no excerto abaixo, a situação envolve um modelo e a utilização de conteúdos de vetorial para resolvê-lo. As regras das operações vetoriais e a noção de plano tridimensional precisam ser compreendidas para que a resolução seja possível.

Excerto do artigo “Utilização de eventos contextualizados nas aulas de Vetores e Geometria Analítica – Primeiras Reflexões”

Problema: Considere o modelo da Figura 3, que pode representar parte da estrutura de um elevador, de modo que no ponto A ela está apoiada no solo, impedindo qualquer tipo de movimento (rotação e translação). A barra AB é o pilar central da estrutura e a barra CD uma viga de apoio da pista elevada. Além dos eixos cartesianos, são representadas as forças atuantes, tal que \vec{F}_1 e \vec{F}_3 são as forças que surgem devido à aceleração dos veículos, \vec{F}_2 é a força resultante da ação do vento e \vec{F}_4 é o peso resultante dessa estrutura. Determine os tipos de momentos que são gerados devido a essas cargas nos polos B e A e suas respectivas intensidades.

Resolução:

Inicialmente, utilizando o sistema de coordenadas representado na Figura 3, escrevemos as coordenadas dos vetores² e pontos necessários para a resolução:

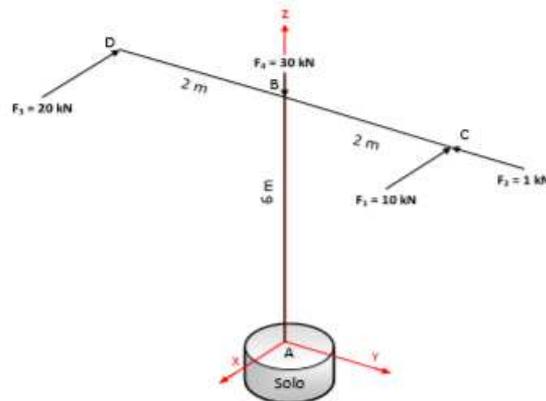
$$\vec{F}_1 = [-10 \ 0 \ 0]^T, \vec{F}_2 = [0 \ -1 \ 0]^T,$$

$$\vec{F}_3 = [-20 \ 0 \ 0]^T, \vec{F}_4 = [0 \ 0 \ -30]^T,$$

$$A = (0,0,0), B = (0,0,6),$$

$$C = (0,2,6) \text{ e } D = (0,-2,6).$$

Figura 3 – Estrutura problema.



Fonte: Os autores, 2018.

Vamos inicialmente determinar os momentos para o polo B.

- Momento para \vec{F}_1 : $\vec{M}_1 = \vec{F}_1 \times \vec{b}_1 = [0 \ 0 \ 20]^T$, em que $\vec{b}_1 = [0 \ -2 \ 0]^T$ representa o vetor distância, cuja origem é dada no ponto de aplicação da força e o final no polo desejado.
- Momentos para as forças \vec{F}_2 e \vec{F}_4 : É nulo, uma vez que não causam momento em B devido ao braço, ou seja, vetor distância ser nulo.
- Momento para \vec{F}_3 : $\vec{M}_2 = \vec{F}_3 \times \vec{b}_2 = [0 \ 0 \ -40]^T$, em que $\vec{b}_2 = [0 \ 2 \ 0]^T$ representa o vetor distância.

O momento em B é: $\vec{M}_B = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 = [0 \ 0 \ -20]^T$, ou seja, para o polo B teremos um momento fletor de intensidade 20 kN.m na direção do eixo z, com sentido contrário ao adotado.

De maneira análoga, para o polo A tem-se:

- Momento para \vec{F}_1 : $\vec{M}_1 = \vec{F}_1 \times \vec{b}_1 = [0 \ -60 \ 20]^T$, em que $\vec{b}_1 = [0 \ -2 \ -6]^T$ representa o vetor distância.
- Momento para \vec{F}_2 : $\vec{M}_2 = \vec{F}_2 \times \vec{b}_1 = [6 \ 0 \ 0]^T$
- Momento para \vec{F}_3 : $\vec{M}_3 = \vec{F}_3 \times \vec{b}_2 = [0 \ -120 \ -40]^T$, em que $\vec{b}_2 = [0 \ 2 \ -6]^T$ representa o vetor distância.
- Momento para a força \vec{F}_4 : É nulo, uma vez que não causa momento em A devido ao braço, vetor distância ser nulo.

O momento em A é: $\vec{M}_A = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 = [6 \ -180 \ -20]^T$, ou seja, para o polo A, teremos um momento fletor na direção de x de intensidade 6 kN.m, outro momento fletor na direção y, com intensidade de 180 kN.m e com sentido contrário ao eixo de referência e, por fim, um momento torçor de intensidade 20 kN.m na direção do eixo z, com sentido contrário ao adotado.

Fonte: (GOMES, et al., 2018, p. 5)

De acordo com o excerto selecionado, observa-se que os jogos de linguagem matemáticos praticados na situação-problema apoiam-se em cálculos vetoriais, utilizando ideias de força e direção, sendo que a exatidão das operações é extremamente importante para a resolução dessa situação. As regras de aproximação não poderiam ser utilizadas em tal situação, pois possivelmente não resultariam nos valores esperados. Os saberes de como reconhecer vetores, vetores equivalentes, componentes de vetores e operação de vetores precisam ser compreendidos para que o uso desses conhecimentos e de suas regras possam auxiliar na resolução da situação.

O conceito de produto vetorial na determinação de esforços de momento fletor, segundo os autores, é uma “etapa essencial no cálculo de estruturas da Engenharia Civil” (GOMES, et al., 2018, p. 3), já que “essa área mostra-se presente no nosso dia-a-dia e é possível observar sua influência em toda construção civil” (GOMES, et al., 2018, p. 7). O conhecimento de produto vetorial passa a garantir a segurança das estruturas, ou seja, o correto dimensionamento de elementos estruturais: vigas, pilares e lajes. Para isso, é necessário entender quais cargas atuarão e os esforços, designação genérica que abrange as noções de força (concentrada ou distribuída), momento e tensões (NETO E, 2011), que são gerados ao longo de uma estrutura. Nesse sentido, para fazer o uso dos conhecimentos de produto vetorial em uma situação de estruturas da Engenharia Civil é necessário primeiramente saber dimensioná-la para suportar as cargas atuantes.

A seguir, apresento o segundo excerto selecionado, que também apresenta jogos de linguagem matemáticos praticados a partir de regras muito específicas dos conteúdos de Álgebra Linear. Conforme indica a situação, para resolvê-la é necessário praticar jogos de linguagem matemáticos que necessariamente deveriam ter sido aprendidos em disciplinas de Geometria Analítica e Álgebra Linear.

Excerto do artigo “Análise dinâmica de pórticos: uma oportunidade para a construção de um evento contextualizado para o ensino e a aprendizagem de álgebra linear”

Em seguida, para determinar a respectiva matriz de rigidez, é necessário calcular a rigidez de cada andar a qual, por sua vez, é uma expressão que provém da análise matricial de estruturas. Assim, tem-se:

$$k_1 = k_2 = \frac{24EI}{L^3} = 2,4 \cdot 10^6$$

Sendo os valores de ambos os coeficientes de rigidez iguais a $2,4 \cdot 10^6 N/m$, a matriz $[K]$ de rigidez do sistema é:

$$[K] = \begin{bmatrix} 4800000 & -2400000 \\ -2400000 & 2400000 \end{bmatrix}$$

Um primeiro aspecto, do ponto de vista matemático, a ser destacado é a mobilização da notação matricial. Além disso, é importante o docente evidenciar que a Equação 1 representa um sistema composto por duas equações diferenciais de segunda ordem linear. Mais um ponto a ser salientado é que, conforme Mazzilli et al. (2016, p. 228), “nos casos usuais, para vibração em torno de configurações estáveis de equilíbrio”, as matrizes $[M]$ e $[K]$ são simétricas e positivo-definidas. Novamente evidencia-se a oportunidade dos professores de Álgebra Linear, por meio desse problema, explorarem as particularidades desses tipos de matrizes.

Dando continuidade à resolução do problema, determinamos as frequências naturais considerando, inicialmente, um sistema não amortecido com vibrações livres (Equação (4)).

Fonte: (LIMA, et al., 2018, p. 6)

Os jogos de linguagem matemáticos evidenciados no excerto acima mostram – primeiramente - uma equação na qual são usadas frações. Para chegar a essa fórmula, é necessário compreender a “análise matricial de estruturas”, como indicam os autores do trabalho. Abaixo, na continuidade do excerto extraído do material de pesquisa, outros jogos de linguagem são apresentados.

Excerto do artigo “Análise dinâmica de pórticos: uma oportunidade para a construção de um evento contextualizado para o ensino e a aprendizagem de álgebra linear”

$$[M][\ddot{U}] + [K][U] = [0] \quad (4)$$

Resolvendo o sistema de equações diferenciais representado pela Equação (4), é obtida a solução $U = \bar{U} \cos(\omega t - \theta)$. Substituindo tal solução na Equação (4), obtemos a Equação (5):

$$\cos(\omega t - \theta) [[K] - \omega^2[M]] \cdot \bar{U} = [0] \quad (5)$$

Para que o sistema homogêneo representado pela Equação (5) possua solução para qualquer valor de t , isto é, seja possível indeterminado, é preciso que o determinante da matriz $[[K] - \omega^2[M]]$ seja igual a zero, ou seja:

$$|[K] - \omega^2[M]| = 0 \quad (6)$$

Neste momento, o professor de Álgebra Linear pode explorar com os estudantes as condições que devem ser satisfeitas para que um sistema de equações lineares homogêneo, com o mesmo número de equações e de incógnitas, admita infinitas soluções e como tais condições podem ser traduzidas, em termos do determinante, ao se considerar uma abordagem matricial.

A resolução do problema prossegue recorrendo-se ao emprego das noções de autovalores e autovetores. Para isso, denota-se ω^2 por λ e então, por meio de operações matriciais, obtém-se:

$$\begin{aligned} [[K] - \lambda[M]] \cdot \bar{U} = [0] &\Leftrightarrow [M]^{-1} \cdot [[K] - \lambda[M]] \cdot \bar{U} = [M]^{-1} \cdot [0] \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow [[M]^{-1}[K] - \lambda[I]] \cdot \bar{U} = [0] \end{aligned} \quad (7)$$

Denotando $[M]^{-1}[K]$ por $[A]$, a Equação (7) pode ser escrita por: $[[A] - \lambda[I]] \cdot \bar{U} = [0]$. Decorre então que os autovalores (λ) da matriz $[A]$ correspondem ao quadrado da frequência natural (ω^2). Os autovetores, por sua vez, correspondem aos respectivos modos de vibração da estrutura.

No caso do problema em questão, temos que:

$$A = [M]^{-1}[K] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 5000 & 1 \\ 0 & 5000 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4800000 & -2400000 \\ -2400000 & 2400000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 960 & -480 \\ -480 & 480 \end{bmatrix}$$

$$|[A] - \lambda[I]| = \begin{vmatrix} 960 - \lambda & -480 \\ -480 & 480 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \Leftrightarrow \lambda^2 - 1440\lambda + 230400 = 0$$

$$\lambda_1 \cong 183,34 \text{ e } \lambda_2 \cong 1256,66 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\lambda_1} \cong 13,54 \text{ e } \omega_2 = \sqrt{\lambda_2} \cong 35,45$$

Logo considera-se $\omega_1 = 13,54 \text{ rad/s}$ e $\omega_2 = 35,45 \text{ rad/s}$. Em relação ao autovetores associados aos autovalores determinados temos que:

Autovetor $\Phi_1 = \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix}$ associado ao autovalor λ_1 .

$$\begin{bmatrix} 960 - \lambda_1 & -480 \\ -480 & 480 - \lambda_1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ tal que } \sqrt{a_1^2 + b_1^2} = 1, \text{ então: } \Phi_1 = \begin{bmatrix} -0,5257 \\ -0,8507 \end{bmatrix}$$

Analogamente para o autovetor associado ao autovalor λ_2 , obtemos: $\Phi_2 = \begin{bmatrix} -0,8507 \\ 0,5257 \end{bmatrix}$

Na continuação da resolução, é possível observar jogos de linguagem matemáticos de outra complexidade. O uso de equações diferenciais, de operações matriciais, de determinantes e de outros conhecimentos matemáticos associados a vetores e autovetores é abordado no Ensino Superior. As regras desses jogos de linguagem são fortemente marcadas pelos símbolos e pela ordem que eles representam. Utilizando uma expressão wittgensteiniana, é necessário dominar as regras que conformam a gramática da matemática ensinada na academia para o uso da matemática na Educação de Engenheiros Civis. Desse modo, “a linguagem interior é uma versão da linguagem pública, o problema do acordo e do desacordo entre o sujeito e a regra não se encontra na linguagem, e sim em sua compreensão”. (SILVEIRA, 2008). Somos seres de linguagem, e nela produzimos sentidos.

Com isso, é possível entender que os cálculos realizados neste extenso excerto apresentam jogos de linguagem matemáticos que têm semelhanças de família com outros jogos aceitos anteriormente. A seguir podemos observar outro trabalho que evidencia essa ideia.

Excerto do artigo “Análise dinâmica de pórticos: uma oportunidade para a construção de um evento contextualizado para o ensino e a aprendizagem de álgebra linear”.

equações lineares, combinação linear, representações alternativas para sistemas de equações lineares (Equação (9) e Equação (11)).

Convém salientar que nosso objetivo principal é resolver o sistema de equações diferenciais de 2ª ordem representado pela Equação (1): $[M][\ddot{U}] + [C][\dot{U}] + [K][U] = 0$, ou seja, desejamos obter a resposta dinâmica desse sistema de 2 GL. Para isso, além do que já foi apresentado, recorreremos ao método da superposição modal, que recorre às já mencionadas propriedades de ortogonalidade para desacoplar o sistema, isto é, convertê-lo em dois problemas de 1 GL. Por meio desse método, faz-se uma mudança de variáveis utilizando a matriz modal $[\Phi]$, ou seja, uma matriz que contém os autovetores associados aos autovalores da matriz $[A]$ (autovetores estes que correspondem aos modos de vibração determinados). Como A é uma matriz simétrica, tem-se que a matriz $[\Phi]$ é ortogonal.

Para o problema considerado, a Equação (1) é:

$$\begin{bmatrix} 5000 & 0 \\ 0 & 5000 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{U}_1 \\ \ddot{U}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 14697 & -4899 \\ -4899 & 9798 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4800000 & -2400000 \\ -2400000 & 2400000 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

E a matriz modal $[\Phi]$ é dada por: $[\Phi] = \begin{bmatrix} -0,5257 & -0,8507 \\ -0,8507 & 0,5257 \end{bmatrix}$

A mudança de variável anteriormente citada efetiva-se utilizando a seguinte igualdade:

$$[U] = [\Phi][Y] \quad (12)$$

No problema considerado:

$$[U] = [\Phi][Y] \Leftrightarrow \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,5257 & -0,8507 \\ -0,8507 & 0,5257 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

A partir dessa mudança, obtém-se as seguintes matrizes diagonais:

$$[M_p] = [\Phi]^T [M] [\Phi] \quad (13) \quad [K_p] = [\Phi]^T [K] [\Phi] \quad (14)$$

$$[C_p] = [\Phi]^T [C] [\Phi] \quad (15)$$

Substituindo Equação (12), Equação (13), Equação (14) e Equação (15) em Equação (1) e utilizando as propriedades das matrizes ortogonais, obtemos a equação de equilíbrio do sistema na nova variável considerada: Y .

$$[M_p][\ddot{Y}] + [C_p][\dot{Y}] + [K_p][Y] = 0 \quad (16)$$

Para o problema em questão essas matrizes são:

$$[M_p] = \begin{bmatrix} 5000 & 0 \\ 0 & 5000 \end{bmatrix} \quad [C_p] = \begin{bmatrix} 6770 & 0 \\ 0 & 17725 \end{bmatrix}$$

$$[K_p] = \begin{bmatrix} 916718 & 0 \\ 0 & 6283282 \end{bmatrix}$$

Logo, o sistema de equações diferenciais correspondentes à Equação (1) na nova variável é:

$$\begin{cases} 5000\ddot{Y}_1 + 6770\dot{Y}_1 + 916718Y_1 = 0 \\ 5000\ddot{Y}_2 + 17725\dot{Y}_2 + 6283282Y_2 = 0 \end{cases} \quad (17)$$

As equações diferenciais de segunda ordem que compõem o sistema anterior podem ser resolvidas analiticamente ou numericamente, obtendo-se então as funções $Y_1(t)$ e $Y_2(t)$. Para isso, no entanto, é preciso conhecer as condições iniciais $Y_1(0)$, $Y_2(0)$, $\dot{Y}_1(0)$ e $\dot{Y}_2(0)$. Tais condições são obtidas a partir das condições iniciais nas variáveis originais que, no caso do problema considerado são: $U_1(0) = 0,0025$, $U_2(0) = 0,005$, $\dot{U}_1(0) = 0$ e $\dot{U}_2(0) = 0$.

Vamos então calcular $Y_1(0)$, $Y_2(0)$, $\dot{Y}_1(0)$ e $\dot{Y}_2(0)$ para o problema em questão:

$$[U] = [\Phi][Y] \Leftrightarrow [Y] = [\Phi]^T[U]$$

$$\begin{bmatrix} Y_1(0) \\ Y_2(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,5257 & -0,8507 \\ -0,8507 & 0,5257 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0025 \\ 0,005 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,00557 \\ 0,00050 \end{bmatrix}$$

Portanto, as condições iniciais na variável Y são:

$$Y_1(0) = -0,00557m \text{ e } Y_2(0) = 0,00050m.$$

De maneira análoga, utilizando $[\dot{Y}] = [\Phi]^T[\dot{U}]$, como $\dot{U}_1(0) = 0$ e $\dot{U}_2(0) = 0$, obtemos que:

$$\dot{Y}_1(0) = 0 \text{ e } \dot{Y}_2(0) = 0.$$

De posse das condições iniciais na variável Y , obtemos a solução do sistema representado pela Equação (17):

$$\begin{aligned} Y_1(t) &= -0,00557 \cdot e^{-0,677t} \cdot \cos(13,52t - 0,05) \\ Y_2(t) &= 0,00557 \cdot e^{-1,772t} \cdot \cos(35,45t - 0,05) \end{aligned}$$

Após determinar as funções $Y_1(t)$ e $Y_2(t)$, será possível obter a resposta dinâmica do sistema original com dois GL a partir das funções $U_1(t)$ e $U_2(t)$, utilizando a Equação (12).

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,5257 & -0,8507 \\ -0,8507 & 0,5257 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -0,00557 \cdot e^{-0,677t} \cdot \cos(13,52t - 0,05) \\ 0,00050 \cdot e^{-1,772t} \cdot \cos(35,45t - 0,05) \end{bmatrix}$$

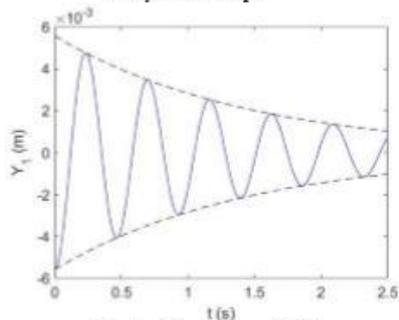
$$U_1(t) = 0,00293 \cdot e^{-0,667t} \cdot \cos(13,52t - 0,05) - 0,00043 \cdot e^{-1,772t} \cdot \cos(35,45t - 0,05)$$

$$U_2(t) = 0,00474 \cdot e^{-0,667t} \cdot \cos(13,52t - 0,05) + 0,00026 \cdot e^{-1,772t} \cdot \cos(35,45t - 0,05)$$

A partir desse processo de mudança de variável realizado para resolver mais facilmente o sistema de equações diferenciais de segunda ordem representando pela Equação (1), podemos explorar, do ponto de vista da Álgebra Linear, os seguintes conteúdos: diagonalização de matrizes, que na situação em questão é sempre possível uma vez que as matrizes $[M]$, $[C]$ e $[K]$ são simétricas; mudança de base (e, neste processo também a ortonormalização de vetores) e a aplicação das noções de autovalor e de autovetor para a resolução de sistemas de equações diferenciais.

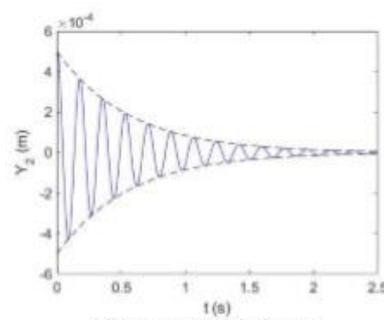
Podemos representar graficamente as funções $U_1(t)$ e $U_2(t)$ (Figura (2) e Figura (3), respectivamente). Da mesma forma, pode-se explorar a Figura (4), que representa, conjuntamente, o comportamento das funções $U_1(t)$ e $U_2(t)$.

Figura 2 – Representação gráfica de Y_1 em função do tempo



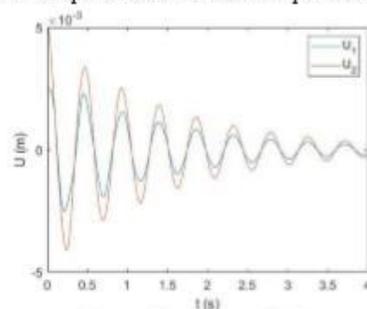
Fonte: Os autores, 2018.

Figura 3 – Resposta da variável Y_2 no tempo



Fonte: Os autores, 2018.

Figura 4 – Resposta dinâmica final do problema proposto



Fonte: Os autores, 2018.

Essas representações gráficas podem ser exploradas em aulas de Matemática. Por exemplo, por meio da Figura (2) e da Figura (3), evidencia-se uma aplicação do teorema do confronto para limite de uma função real de uma variável. Neste sentido, nota-se que tal problema, no qual tratamos nesse artigo, pode ser utilizado, também, para eventos contextualizados em outras áreas da Matemática que não a Álgebra Linear.

Fonte: (GOMES, et al., 2018, p. 6)

Nos excertos do artigo “Análise dinâmica de pórticos: uma oportunidade para a construção de um evento contextualizado para o ensino e a aprendizagem de álgebra linear”, acima apresentados, observa-se que, além dos conteúdos desenvolvidos nas disciplinas de matemática em nível de Ensino Superior, ainda é necessário compreender regras de conteúdos matemáticos ensinados no Ensino Básico, como matrizes, operações exponenciais, determinantes e aplicações de raízes.

Ao final do longo excerto, os autores evidenciam outros conteúdos matemáticos que poderiam ser abordados quando da aplicação da situação em sala de aula como, por exemplo, o cálculo de limites. Trata-se de um conteúdo importante para os alunos que cursam componentes curriculares como os de Cálculo I.

Os autores do trabalho apresentado no excerto acima, também problematizam o quão vinculado estão os conceitos matemáticos com as situações da Engenharia e, portanto, o quanto podemos, nesse contexto, abordar as Ciências Básicas e a Matemática de forma articulada aos conhecimentos específicos a serem construídos pelos futuros engenheiros (GOMES, et al., 2018). Para resolver uma situação “aplicada” no contexto de um engenheiro, segundo Gomes et al (2018), é necessário usar para além dos conhecimentos matemáticos, pois é fundamental “compreender o problema, sob o ponto de vista da Engenharia” (GOMES, et al., 2018, p.5).

Compreender as regras que configuram os jogos de linguagem matemáticos possibilita “jogar o jogo”. Só é possível resolver as situações-problema abordadas nos excertos analisados quando se conhece as regras que instituem tais jogos. A regra preexiste ao seu uso e, independentemente do contexto, ela passa a ter um caráter normativo, fixando e excluindo ações. (WITTGENSTEIN, 1999). Pode-se afirmar que as regras fornecem uma orientação à interlocução. Sendo assim, para que duas pessoas possam se comunicar e se entender mutuamente, é necessário que ambas dominem as mesmas regras de linguagem. (MORENO, 1986).

De modo análogo ao discutido acima, Silveira (2012) mostra que um aluno do Ensino Médio, ao fazer relação entre a constante de

integração “c” da função $\int x dx = \frac{x^2}{2} + c$ e o termo independente “c” da função $y = ax^2 + c$, ou ao reconhecer a diferença entre $\cos(3x)^2$ e $(\cos(3x))^2$, compreende que existe uma semelhança sintática

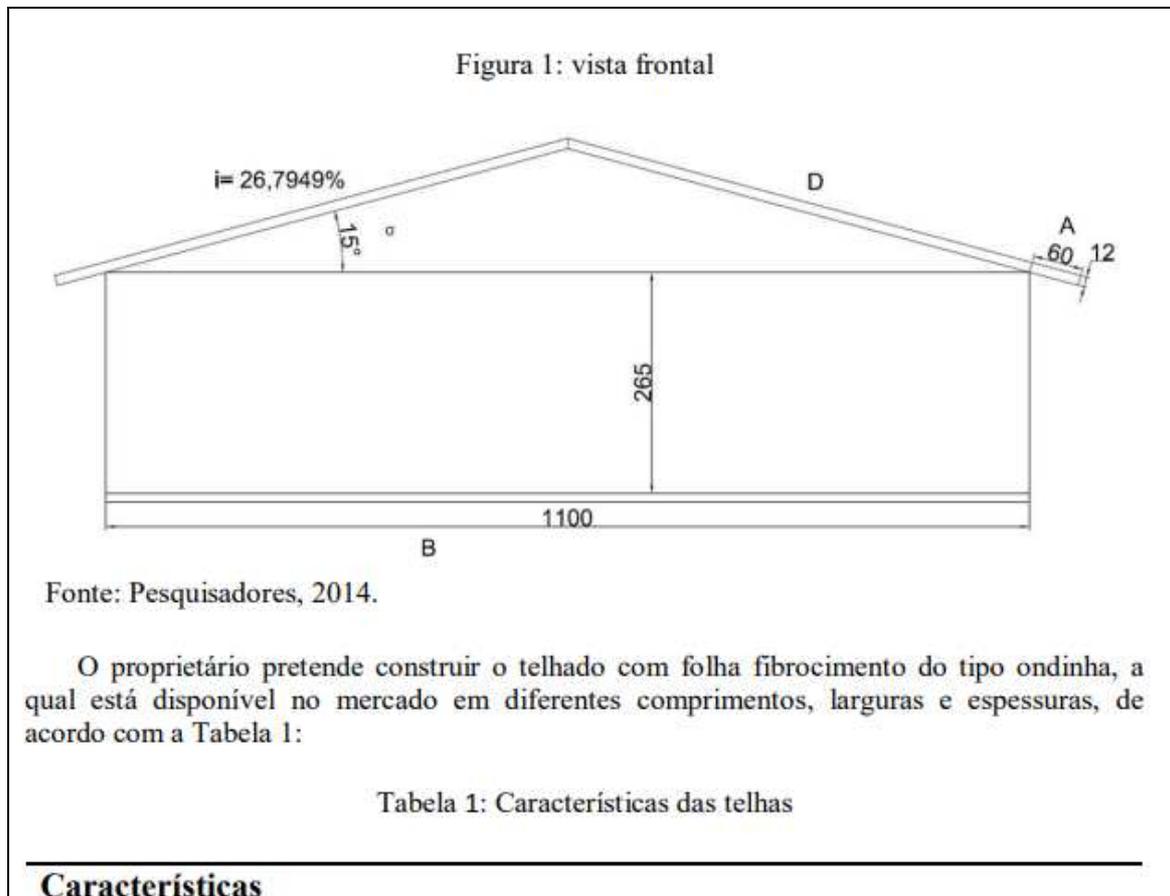
e uma correspondência teórica entre os dois termos. Ele aplica, pois, um conhecimento aprendido em outro tempo e aprimora o conceito.

A solução Wittgensteineana do problema é, então, apresentada na oitava frase do alforismo 198 das investigações: “bem, talvez seja isso: eu fui treinado a seguir a este sinal de um modo particular e agora eu reajo assim a ele”. O que foi obtido foi realmente uma resposta ao problema da conexão entre regras e ações. A solução consiste, portanto, em apontar para uma espécie de reação adquirida através do treinamento para seguir uma determinada regra. Quer dizer, o hábito é um elo entre razão e ação. (DALL’AGNOL, 2012, p. 91).

O trabalho intitulado “Modelagem Matemática no Ensino de Engenharia: o caso da cobertura do telhado com telha fibrocimento”, apresenta o resultado de uma aula prática que envolveu alunos da disciplina de Tecnologias das Edificações de uma Universidade Federal. Com a realização de uma tarefa de montagem, os autores mostram que foi possível “aplicar vários conhecimentos adquiridos ao longo da graduação como, por exemplo, planejamento, gestão e controle de obras”. (LORENZONI et al., 2014, p. 1). Os autores identificam que sem o domínio de tais conceitos, na realização das diversas atribuições às quais o engenheiro civil está sujeito, “uma tarefa que poderia ser facilmente executada pode gerar transtornos, atrasos e retrabalhos em uma obra”. (LORENZONI et al., 2014, p. 1).

Aqui também se pode afirmar que, no que tange à Educação de Engenheiros, os jogos de linguagem matemáticos praticados na Educação Básica são muito presentes nos trabalhos do COBENGE.

Excerto do artigo “*Modelagem Matemática no Ensino de Engenharia: o caso da cobertura do telhado com telha fibrocimento*”



r = menor transpasse permitido (0,1 m)

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{D - t}{t - r} + 1 \quad (3)$$

Onde:

$N_{m\acute{a}x}$ = Número máximo de telhas (sempre arredondado para cima)

t = Comprimento da menor telha

R = maior transpasse permitido (0,2 m)

Frente a isso, o proprietário tem a possibilidade de escolher quantas telhas serão utilizadas para recobrir longitudinalmente, respeitando o número máximo e o número mínimo de telhas. Este número escolhido pelo proprietário será utilizado para definir o valor de uma diagonal máxima e uma diagonal mínima. Posteriormente o somatório dos comprimentos das telhas deverá estar contemplado no intervalo entre estes dois valores.

A diagonal máxima e mínima é a relao apresentada nas Equaes (4) e (5) :

$$D_{m\acute{a}x} = D + R * (n - 1) \quad (4)$$

Tabela 2: Características das telhas

Dimensões (comprimento/largura/espessura)	Nomenclatura	Valor (R\$)
1,22 m x 1,10 m x 5 mm	A	16,70
1,53 m x 1,10 m x 5 mm	B	20,80
1,83 m x 1,10 m x 5 mm	C	24,90
2,13 m x 1,10 m x 5 mm	D	29,00
2,44 m x 1,10 m x 5 mm	E	33,20

Fonte: Pesquisadores, 2014.

Tabela 3: Combinaes de telhas

	Diagonal mínima (m)	Diagonal máxima (m)	Combinaes	Somatório (m)	Custo (R\$) Para cada combinao
3 folhas	6,53	6,73	2D + E	6,70	91,20
			2E + C	6,71	91,30
4 folhas	6,63	6,93	2A + 2D	6,70	91,40
			2B + 2C	6,72	91,40
			2A + C + E	6,71	91,50

			2B + A + E	6,72	91,50
			3B + D	6,72	91,40
			3C + A	6,71	91,40
			A + B + C + D	6,71	91,40
5 folhas	6,73	7,13	2A + 3B	7,03	95,80
			3A + B + C	7,02	95,80
6 folhas	6,83	7,33	6A	7,32	100,20

Fonte: Pesquisadores, 2014.

Essas combinações podem ser ainda utilizadas para telhas com largura de 0,92 m. O número total de telhas a serem utilizadas será relativo a quais das combinações será escolhida, dependendo também da largura de telha que será utilizada. A escolha pode ser baseada no custo total das telhas, mão de obra para a fixação, estrutura, entre outros fatores.

Foi estimado um número de telhas que seriam utilizadas para cobrir o comprimento do telhado. Esse número de telhas é o quociente do comprimento da casa, mais as duas abas, pela largura útil das telhas. Esta relação está representada na Equação 6. As larguras estão representadas na Tabela 4.

$$N_c = \frac{C_{casa} + 2 * A}{L_u} \quad (6)$$

Onde:

N_c = Número de telhas utilizadas no comprimento da casa

C_{casa} = Comprimento da casa

L_u = Largura útil de cada telha

Tabela 4

Largura Total	Largura útil
0,92 m	0,87 m
1,10 m	1,05 m

Fonte: Pesquisadores, 2014.

No entanto, nesta perspectiva também pode-se utilizar uma telha de outra largura para completar o telhado e diminuir o desperdício.

Após parcialmente resolvida, a situação foi apresentada a um professor adjunto da coordenação do curso de engenharia civil da instituição, para analisar em que disciplina e semestre, a construção de telhados é trabalhada e como os profissionais lidam frente a uma situação semelhante a essa.

Ao ser indagada sobre como é solucionada uma situação semelhante a essa ela disse que "normalmente o cliente já vem com uma ideia pré-estabelecida, bom! Eu vou usar esta telha." Quanto o cálculo de quantas telhas, e quais utilizar, ela informou que é definida mais por estimativa e não por um cálculo detalhado do telhado.

Colocou também, que o tipo de telha e o formato a ser utilizada, fibrocimento ou cerâmica, podem estar relacionados ao clima, e à prática regional.

O trabalho descrito apresenta um estudo realizado a partir da Modelagem Matemática de uma prática laboral de Engenharia Civil. A

pesquisa fundamenta-se teoricamente nas obras de Bassanezi (2002; 2006), Biembengut (2003), Silva et al. (2012) entre outros autores que trabalham na perspectiva da Modelagem Matemática. O estudo objetivou verificar possíveis combinações de telhas fibrocimento, de diferentes dimensões, para a construção do telhado de uma casa, respeitando determinadas variáveis, dentre elas, o transpasse. Ao final do artigo, há uma indagação sobre como solucionar uma situação semelhante, tendo o professor respondido que "normalmente o cliente já vem com uma ideia pré-estabelecida, bom! Eu vou usar esta telha". Em relação à afirmação "quanto ao cálculo de quantas telhas e quais utilizar [ser] definida mais por estimativa e não por um cálculo detalhado do telhado", pode-se assinalar que, na atuação do engenheiro, há práticas de jogos de linguagem matemáticos caracterizados pela aproximação e estimativa, por uma espécie de "olhômetro", que se refere a estimativas e à oralidade, conforme expressão referenciada por Knijnik e Giongo (2009). Não foi possível analisar a ideia de aproximação ou estimativa neste trabalho, pois as regras desses jogos de linguagem matemáticos não estavam descritas.

Excerto do artigo "*Modelo didático de percolação em barragem de terra*"

2.1 Perda de carga e gradiente hidráulico da rede de fluxo

O traçado das linhas equipotenciais com o mesmo espaçamento tem como objetivo encontrar a mesma perda de carga em cada faixa de perda de potencial. Para a realização do cálculo de perda de potencial serão necessárias as alturas de coluna d'água de montante e jusante, a diferença entre essas alturas, dividida pelo número de faixas de perda de potencial resulta na perda de carga por faixa de equipotencial. A equação de perda de carga entre equipotenciais está representada pela "Equação (1)" (PINTO, 2006).

$$\Delta h = \frac{H_m - H_j}{Nq} \quad (1)$$

Onde:

Δh – perda de carga por faixa equipotencial (m);

H_m – altura da coluna d'água à montante (m);

H_j – altura da coluna d'água à jusante (m);

Nq – número total de quedas de potencial (adimensional).

O gradiente hidráulico, utilizado na verificação de possíveis ocorrências de erosões internas, varia de ponto para ponto, dependendo da distância das linhas de equipotenciais, que variam ao longo da linha de fluxo. Se a perda de carga calculada anteriormente for dividida pela distância das linhas de equipotenciais, resultará no gradiente hidráulico, representado pela "Equação (2)" (PINTO, 2006).

$$i = \frac{\Delta h}{l} \quad (2)$$

Onde:

i – gradiente hidráulico (adimensional);

Δh – perda de carga por faixa equipotencial (m);

l – distância entre linhas equipotenciais (m).

2.2 Pressões calculadas pela rede de fluxo

Para que se determine a carga total em uma rede de fluxo, considera-se o número de quedas de potencial para o ponto em estudo. Calcula-se a carga total a partir da "Equação (3)" abaixo.

$$h = (H_m + H_{solo}) - N_{Nq} \times \Delta h \quad (3)$$

Onde:

h – carga total (m);

H_m – altura da coluna d'água à montante (m);

H_{solo} – altura de solo (m);

N_{Nq} – Número de quedas de potencial até o ponto estudado (adimensional);

Δh – perda de carga por faixa equipotencial (m).

2.3 Vazão de percolação na rede de fluxo

A vazão de percolação do canal de fluxo é determinado pelo fator de permeabilidade do solo multiplicado pela perda de carga total, dividido pelo número total de quedas de potencial, que pode ser representado pela "Equação (4)" (MARANGON, 2013).

$$Q = k \times \frac{\Delta h}{Nq} \quad (4)$$

Onde:

Q – vazão de percolação do canal de fluxo (m³/s);

k – coeficiente de permeabilidade do solo (m/s);

Δh – perda de carga total (m);

Nq – número total de quedas de potencial (adimensional).

Fonte: (FERNANDES, et al., 2018, p. 6)

Os autores do trabalho acima relatam que a proposta consistia em elaborar um modelo didático em escala reduzida de uma barragem de terra, com a finalidade de representar visualmente o fenômeno da percolação pelo corpo da barragem, facilitando o entendimento e o aprendizado do fenômeno. (FERNANDES, et al 2018). Por se tratar de um método gráfico composto por linhas de fluxo e linhas equipotenciais, que representam os caminhos de percolação da água e são traçadas manualmente seguindo o provável caminho que a água percorrerá, os autores identificaram, nos alunos, dificuldades para visualizar e interpretar o estudo em disciplinas relacionadas ao curso de Engenharia Civil.

A validação do modelo ocorreu com a comparação entre os dados observados no modelo didático e em um modelo de representação com as Redes de Fluxo. Verificou-se coerência de resultados em ambos os modelos, sendo o modelo didático considerado uma ferramenta útil de aprendizado do fenômeno relacionado à área da Engenharia Civil. Os jogos de linguagem matemáticos que envolvem a resolução dessa situação, em sua totalidade, são abordados no Ensino Básico, a saber, subtração, multiplicação, frações e expressões numéricas.

Dessa forma, há que se ter cuidado ao imaginar que um estudante que saiba operar com regras matemáticas envolvendo subtração, multiplicação, frações e expressões numéricas, possa estar apto a resolver tal situação. Para solucionar esse problema, o estudante tem que saber “um conjunto de ações interligadas com o uso das palavras” (SILVA, 2012, p. 68), portanto, ele tem de dominar os jogos de linguagem. Pode-se concluir que os jogos de linguagem matemáticos da Educação Básica têm semelhanças de família com os jogos de linguagem matemáticos da Educação em Engenharia Civil no que se refere ao formalismo.

Utilizando uma expressão wittgensteiniana, é necessário dominar

as regras que conformam a gramática da matemática ensinada na escola e/ou na academia para o uso da matemática na Educação de Engenheiros Civis.

Muitas são as normas utilizadas na Engenharia Civil, por exemplo, em edificações. No excerto a seguir, os autores citam um documento elaborado pela “ABNT NBR 8800”, que se refere ao projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, como produtores, consumidores e o público considerado “neutro” (universidade, laboratório e outros).

Excerto do artigo “*Modelo de construção de barragem: atividade em sala de aula*”

O material da composição da barragem foi determinado de modo que possuísse cor clara e com base em ensaios de coeficiente de permeabilidade, resultando na composição de solo arenoso e solo argiloso. O método de determinação do coeficiente de permeabilidade foi ensaio disposto pela ABNT NBR 14545 (2000) – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável. O solo resultou em um coeficiente de permeabilidade de $3,75E-05$ m/s.

O material da composição dos filtros foi igualmente determinado em função do coeficiente de permeabilidade, devendo possuir um valor maior do que o material da barragem. O material definido para os filtros foi a areia. O método de determinação do coeficiente de permeabilidade foi o ensaio disposto pela ABNT NBR 13292 (1995) – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante. O solo resultou em um coeficiente de permeabilidade de $3,45E-04$ m/s.

Os dois materiais foram submetidos à análise de critério de filtro para a certificação da não ocorrência de erosão interna (*piping*). Para isso foram realizados ensaios de granulometria em ambos os materiais, segundo dispõe a ABNT NBR 7181 (1984) – Análise Granulométrica.

Após a definição de todos os elementos o modelo didático foi construído de modo a se respeitar fielmente o projeto. Após construído, realizou-se a saturação da barragem e o modelo ficou como apresentado na “Figura 3”.

Fonte: (CARSOSO, et al., 2016, p. 6)

As normas vão sendo atualizadas de acordo com estudos da comissão (CE). Por exemplo, em relação ao excerto acima, verifica-se que pilares mistos, lajes mistas e ligações mistas de aço e concreto não constavam da ABNT NBR 8800:1986 (a edição anterior). As normas da ABNT definem os princípios gerais e são fortemente marcadas por fórmulas que apresentam conhecimentos matemáticos.

Nos dois próximos excertos também se pode identificar o uso de normas da ABNT e, posteriormente, o uso de jogos de linguagem matemáticos.

Excerto do artigo “Treliza de aço com vergalhões”

A tabela 1 mostra este cálculo, que foi retirado da norma ABNT NBR 8800:2008. Inicialmente foi encontrado a esbeltez λ_0 com: o conhecimento do comprimento de cada barra, o raio de giração, o módulo de elasticidade, a resistência ao escoamento do aço e através da equação 1:

$$\lambda_0 = \frac{\lambda}{\sqrt{\frac{f_y}{E}}} = \frac{l/r}{\sqrt{\frac{f_y}{E}}} \quad (1)$$

l – comprimento da barra

r – raio de giração calculado pela equação 2

$$r = \sqrt{(\text{Momento de inércia}/\text{Área})} = \sqrt{I/A} \quad (2)$$

E – Módulo de elasticidade – 210 GPa

f_y – resistência ao escoamento – 600 MPa

Logo foi encontrado o módulo χ que é um fator redução da capacidade resistente, determinado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{para } \lambda_0 \leq 1,5 &\rightarrow \chi = 0,658^{\lambda_0^2} \\ \text{para } \lambda_0 > 1,5 &\rightarrow \chi = \frac{0,877}{\lambda_0^2} \end{aligned} \quad (3)$$

E conforme a ABNT NBR 8800:2008 a condição de segurança é verificada quando o valor de cálculo da carga normal resistente (N_{Rd}) de peças axialmente comprimidas for:

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_a} \quad (4)$$

$$N_{Rk} = \chi Q A f_y$$

$$\gamma_a = 1,1$$

sendo:

A – área bruta

Q – 1, na ausência de instabilidade local

χ – fator redutor de capacidade resistente

γ_a – fator de redução do aço

Tabela 1 – Escolha da bitola dos vergalhões

ESCOLHA DAS BITOLAS DAS BARRAS COMPRIMIDAS DA TRELIÇA													
Diâmetro Nominal	Área da seção (mm ²)	Momento de Inércia (mm ⁴)	Razo de giração (mm)	Esbeltez		Módulo X		Resistência axial (kN/mm ²)		Carga normal resistente na compressão (kgf)		Solicitação na barra (kgf)	
				Barra 1	Barra 2	Barra 1	Barra 2	Barra 1	Barra 2	Barra 1	Barra 2	Barra 1	Barra 2
Comprimento de flambagem da barra (mm)				350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
3,4	9,07	6,56	0,85	7,00	7,00	0,02	0,02	10,74	10,74	8,9	8,9	130	130
4,2	13,85	15,27	1,05	5,67	5,67	0,03	0,03	16,39	16,39	20,6	20,6	130	130
5	19,63	30,66	1,25	4,76	4,76	0,04	0,04	23,22	23,22	41,4	41,4	130	130
6	28,26	63,59	1,50	3,97	3,97	0,06	0,06	33,44	33,44	85,9	85,9	130	130
8	50,24	200,96	2,00	2,98	2,98	0,10	0,10	59,45	59,45	271,5	271,5	130	130
9,5	70,85	399,62	2,38	2,51	2,51	0,14	0,14	83,84	83,84	540,0	540,0	130	130
12,5	122,66	1197,81	3,13	1,90	1,90	0,24	0,24	145,15	145,15	1618,5	1618,5	130	130

2.4 Cálculos para barras tracionadas

Para o cálculo de barras tracionadas foi considerado o método dos estados admissíveis, pois verifica-se que no caso de tração centrada devido a uma carga variável, o método dos estados limites e dos estados admissíveis fornecem o mesmo dimensionamento. (PFEIL,2009)

Assim, a área bruta necessária é de:

$$A = N/f_y \quad (5)$$

A – área bruta

N – Força de tração na barra

f_y – Resistência ao escoamento da barra CA60 – 600 N/mm²

Como visto na tabela 2 abaixo, a área bruta necessária é facilmente atendida pelo vergalhão de menor bitola o 3,4mm.

Excerto do artigo “Automação dos processos de verificação de perfis de aço laminado solicitados à flexão normal simples e axialmente conforme ABNT NBR 8800:2008”

2.3. Verificação de barras submetidas à tração conforme a ABNT NBR 8800:2008

A força axial de tração resistente de cálculo, $N_{t,Rd}$, a ser usada no dimensionamento é o menor dos valores obtidos, considerando-se os estados-limites últimos de escoamento da seção bruta e ruptura da seção líquida, de acordo com as expressões a seguir:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g f_y}{\gamma_{a1}} \quad (1)$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A_c f_u}{\gamma_{a2}} \quad (2)$$

Onde:

A_g é a área bruta da seção transversal da barra;

A_e é a área líquida efetiva da seção transversal da barra;

f_y é a resistência ao escoamento do aço;

f_u é a resistência à ruptura do aço;

γ_{a1} é o coeficiente de ponderação das resistências para escoamento, tomado igual a 1,10 para as condições mais críticas de combinações de esforços;

γ_{a2} é o coeficiente de ponderação das resistências para ruptura, tomado igual a 1,35 para as condições mais críticas de combinações de esforços;

A área líquida efetiva A_e é obtida como o produto de $A_n C_t$, sendo A_n a área líquida da barra e C_t o coeficiente de redução da área líquida obtido com base no tipo de ligação da peça.

O coeficiente de redução da área líquida, C_t , quando se tratando de perfis, tem os seguintes valores:

a) Quando a força de tração for transmitida diretamente para cada um dos elementos da seção transversal da barra, por soldas ou parafusos:

$$C_t = 1,00$$

b) Quando a força de tração for transmitida somente por soldas transversais:

$$C_t = \frac{A_c}{A_g} \quad (3)$$

Onde A_c é a área da seção transversal dos elementos conectados.

c) Nas barras com seções transversais abertas, quando a força de tração for transmitida somente por parafusos ou somente por soldas longitudinais ou ainda por uma combinação de soldas longitudinais e transversais para alguns (não todos) elementos da seção transversal (devendo, no entanto, ser usado 0,90 como limite superior, e não sendo permitido o uso de ligações que resultem em um valor inferior a 0,60):

$$C_t = 1 - \frac{e_c}{l_c} \quad (4)$$

2.4. Verificação de barras submetidas à compressão conforme a ABNT NBR 8800:2008

A força axial de compressão resistente de cálculo, $N_{c,Rd}$, de uma barra, associada aos estados-limites últimos de instabilidade por flexão, por torção ou por flexo-torção e de flambagem local, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi Q A_g f_y}{\gamma_{al}} \quad (5)$$

Onde:

χ é o fator de redução associado à resistência à compressão;

Q é o fator de redução total associado à flambagem local, cujo valor é obtido conforme Anexo F da ABNT NBR 8800:2008;

A_g é a área bruta da seção transversal da barra;

f_y é a resistência ao escoamento do aço;

γ_{al} é o coeficiente de ponderação das resistências para escoamento, tomado igual a 1,10 para as condições mais críticas de combinações de esforços;

O fator de redução associado à resistência à compressão, χ , é dado por:

$$\lambda_0 \leq 1,5: \chi = 0,658^{\lambda_0^2} \quad (6)$$

$$\lambda_0 > 1,5: \chi = 0,877 / \lambda_0^2 \quad (7)$$

Onde λ_0 é o índice de esbeltez reduzido, dado por:

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q A_g f_y}{N_c}} \quad (8)$$

Sendo N_c a força axial de flambagem elástica, obtida conforme o Anexo E da ABNT NBR 8800:2008.

Fonte: (BALIEIRO, et al., 2017, p. 2)

Os excertos acima mostram que as normas da ABNT, voltadas à Engenharia Civil, possuem fórmulas a serem seguidas, e o engenheiro civil precisa saber usar os jogos de linguagem matemáticos para resolver situações da área. Para realizar a situação apresentada no excerto acima, o engenheiro precisa para resolver a situação para usar os conhecimentos matemáticos que envolvem a resolução da fórmula apresentada, é necessário conhecer as condições normais de temperaturas ambientes, presentes na ABNT NBR 8800:2008 especifica de modo geral os valores de propriedades mecânicas a serem considerados para efeito de cálculo com a utilização dos aços estruturais padronizados.

Essa ideia foi referida pelos professores entrevistados, como evidenciam os excertos abaixo:

Tem algumas coisas que já estão prontas. O aluno para *deduzir* uma fórmula que só utilizamos em sala de aula, ele precisa de conhecimentos lá de “Cálculo diferencial”, de “Matemática Aplicada” [Disciplinas da Matemática presentes nos curso de Engenharia Civil]. Agora, por exemplos, *para resolver a situação*, vai usar as fórmulas prontas de outros estudos, de normas da área. O aluno tem que saber resolver a partir das fórmulas e muitas vezes precisa de conhecimentos básicos. (Excerto da entrevista com o professor P3)

Tem coisas da Engenharia que já vêm prontas, alguns chamam de pacotes prontos. Saber os dados, saber usar os dados é muito importante. Precisamos da matemática e da física nisso, os alunos precisam saber colocar as informações certas nas fórmulas que muitas vezes está pronta. Nesse artigo [mostra o trabalho que usei durante a entrevista] eu usei fórmulas prontas da área e o conteúdo é bem básico. (Excerto da entrevista com o professor P1)

Os professores entrevistados destacam a diferença entre usar e demonstrar as fórmulas contidas, por exemplo, nas normas da ABNT. Também há que se ter cuidado, ao pensar nessas situações, em saber operar com jogos de linguagem matemáticos da Educação Básica como os apresentados nos excertos acima, que envolvem divisão, multiplicação e exponenciais, para estar apto a resolver tais situações da área da Engenharia. Para tanto, é necessário saber jogar outros jogos de linguagem.

Com base no material de estudo – constituído por Anais do COBENGE dos últimos 5 anos e entrevistas com pesquisadores do campo da Engenharia Civil – identifiquei e analisei jogos de linguagem matemáticos praticados na Educação em Engenharia Civil. A análise mostrou que esses jogos têm como característica comum o uso do simbolismo matemático. É esse simbolismo que torna possível expressar formalmente os diferentes jogos, com as regras que lhe dão

sustentação.

Esses jogos foram requeridos tanto nas situações em que foi utilizado o software-livre Ftool quanto na produção de um novo software-livre ou com o uso de regras da ABNT. O formalismo matemático foi condição para o uso dos jogos de linguagem matemáticos. Em um mundo cada vez mais algoritmizado, não é de surpreender que no campo da Engenharia Civil as situações a resolver exijam o uso de jogos de linguagem marcados pela abstração e pelo formalismo. Essa é uma exigência do nosso tempo, com as marcas da tecnociência.

5.2 Da racionalidade neoliberal na Educação em Engenharia Civil

Antes de iniciar a discussão da questão propriamente dita, parece necessário indicar como ela surgiu no âmbito da Tese. Já nas entrevistas que realizei com os pesquisadores do campo da Engenharia Civil, obtive sinalizações sobre mudanças “de modos de ser” quanto ao perfil atualmente requerido para o futuro engenheiro civil. Também a leitura preliminar dos Anais do COBENGE nesse sentido e, posteriormente, a análise dos documentos com as diretrizes curriculares para a Educação em Engenharia foram decisivas para que eu formulasse essa segunda questão de pesquisa.

No Capítulo 3, mencionei que o documento em que constam as diretrizes curriculares da Educação em Engenharia (que orientam os diferentes cursos de Engenharia, e em particular, os de Engenharia Civil), homologado em 2002 e ora em vigência, aponta, de modo bastante incipiente, para um perfil do engenheiro que possua características associadas à lógica neoliberal. Também mostrei que, desde 2018, está sob consulta pública outro documento, com novas diretrizes, nas quais o perfil do engenheiro civil tem como um de seus

pilares o alinhamento à lógica neoliberal.

Nesta seção, apresento o resultado da análise que realizei sobre o material de pesquisa, tendo como foco os vínculos da educação em engenharia civil com a lógica neoliberal. Nos excertos encontrados, percebe-se fortemente o quanto o curso de Engenharia Civil precisa estar voltado a preparar os profissionais ao mercado de trabalho:

O mundo passa por transformações profundas causadas por um acelerado desenvolvimento científico e tecnológico, que, por sua vez, influenciam o modo como as pessoas se comportam e aprendem. Tais mudanças alcançam o campo da engenharia e trazem consigo importantes desafios na *formação de um engenheiro inovador, crítico, reflexivo e preparado tecnicamente para o mundo do trabalho contemporâneo*.

Fonte: (FERRAZ, et al., 2018, p. 1)

Tendo em vista as mudanças ocorridas na sociedade nos últimos anos, percebe-se que o perfil profissional traçado pelo mercado de trabalho vem valorizando habilidades associadas ao dinamismo e à cooperatividade. Sendo assim, o presente artigo visa verificar a aplicabilidade da metodologia de Aprendizagem Cooperativa (AC) no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, bem como sua importância como ferramenta na formação de engenheiros mais capacitados. Esse assunto se faz relevante, visto que é na graduação que os estudantes começam a se *preparar para o mercado de trabalho*, iniciando sua carreira profissional.

Fonte: (PEREIRA, et al., 2017, p. 2)

No movimento vivenciado contemporaneamente, no qual a relação do indivíduo com o conhecimento e com o mundo está em constante e veloz processo de transformação, nota-se uma ruptura com a linearidade e o surgimento de uma rede onde o conhecimento pode ser ressignificado. Assim, tem-se uma nova proposta de *aproximação entre o homem, o trabalho e os insumos tecnológicos*. Nesse contexto, exige-se habilidade para conviver com a instabilidade e com a necessidade da rápida tomada de decisões, sabendo pensar, perceber e agir diante da enorme quantidade de informações acessíveis e articuladas. Esse é *um desafio do cotidiano também presente nas propostas de formação em engenharia, que deverão resguardar as especificidades do processo de construção do conhecimento, sobretudo em relação à formação do engenheiro inovador, crítico, reflexivo e que deverá*

prepará-lo para o mundo do trabalho contemporâneo. (LORDELO, 2011). O reconhecimento de que o indivíduo vive e trabalha em uma sociedade.

Fonte: (FERRAZ, et al., 2018, p. 2)

Nas entrevistas com os professores, também ficou evidente essa ideia, como mostram os excertos abaixo:

Nosso aluno precisa estar atento ao mundo lá fora. Tem que estar atento as mudanças. As questões da inovação e a tecnologia precisam estar em sua formação, porque é isso que está de acordo com que as novas demandas do mercado de trabalho. (Excerto da entrevista com o professor P2)

É necessário que nosso aluno seja um cidadão crítico, capaz de expor seu posicionamento, por exemplo, na empresa que trabalha [...] É necessário, hoje em dia, estar atento a tecnologia. As exigências que o engenheiro tem hoje vão além de ser técnico. É preciso saber gerir uma obra e as tecnologias estão aí para facilitar. [...] Dou como exemplo o aplicativo koper, os alunos estão utilizando bastante. (Excerto da entrevista com o professor P1)

Alguns aspectos destacados nos excertos, tais com: “*inovador, crítico, reflexivo*”, são vinculados ao “*bom profissional do nosso tempo*”. O ser competente ou ter competências e habilidades em uma determinada área nos faz capazes de estar alinhados ao que o mercado de trabalho exige. Em relação às “Competências do século XXI”, pode-se “notar a constituição de um processo de potencialização econômica por meio de um intenso investimento nas subjetividades dos estudantes brasileiros”. (SILVA, 2012, p. 30). Assim, o sujeito fabricado nessas condições possui características “proativas e empreendedoras, dessa forma os espaços educacionais, a universidade, por exemplo, necessita potencializar suas formas de ser empreendedor no competitivo mundo da economia”. (SENNETT, 1999, p. 32).

As novas configurações do mundo globalizado neoliberal posicionam o conhecimento tecnocientífico – a tecnociência – como capaz de provocar mudanças em todas as esferas da vida (cultural, política, econômica, etc.). Está em vigência um movimento de tecnocientificação da população, expresso, também, nos cursos de Engenharia Civil.

As políticas educacionais, atendendo a critérios econômicos, apresentam uma dupla reivindicação. “Por um lado, a favor de uma importante inversão educativa e, por outro, a favor de uma redução dos conhecimentos considerados úteis e cansativos quando não tem uma relação evidente com uma prática ou um interesse. A justificativa para essa mudança de cenário se expressa na possibilidade de a escolarização criar bem-estar pessoal, social e econômico. (SIBILIA, 2015, p. 59).

Discursos como o “perfil profissional traçado pelo mercado de trabalho vem valorizando habilidades associadas ao dinamismo e à cooperatividade” agem sobre os estudantes, direcionando suas condutas e fazendo com que conduzam a si mesmos (autogovernem-se), de modo que, governando a todos e a cada um, subjetivem-se de acordo com a racionalidade de seu tempo. (TOLEDO, 2016).

Podemos observar nos excertos, tanto das entrevistas como dos trabalhos do COBENGE que, ao ser “bem governada”, a empresa do futuro engenheiro seria bem gerida, de modo que os sujeitos nela inseridos zelariam pela propriedade, sabendo cumprir as tarefas como convém ao gestor.

O mercado está pedindo pessoas atentas às novidades. São outras as exigências de hoje. [...] O engenheiro também precisa saber muito de administração. Ele precisa saber gerir a obra e as pessoas, pois ele vai lidar muitas vezes na obra, com o mestre de obras, com arquiteto, enfim, como uma equipe. São muitas as situações em um campo de obras [...] se torna necessário saber estratégias da gestão aqui na Engenharia. (Excerto da entrevista com o professor P4)

A Engenharia é uma área fundamental para o desenvolvimento econômico e tecnológico de uma nação e, portanto, é fundamental considerar esta visão na busca de *uma formação profissional que atenda os anseios do mercado brasileiro.*

[...]

No Brasil, os profissionais da área tecnológica, em especial os engenheiros, atuam em um largo espectro de atividades que vão desde o chamado chão de fábrica (onde resolvem problemas cotidianos e estão sempre procurando aprimorar os produtos, ou aumentar a eficiência dos processos) até as funções gerenciais para as quais a formação tecnológica - com base matemática e capacidade de análises quantitativas, *que associa formação científica e visão pragmática dos problemas à uma grande capacidade de construir e analisar modelos matemáticos - é requisito que faz dos engenheiros administradores requisitados.*

Fonte: (CARNEIRO; BARRETO, et al., 2018, p. 2)

Nos excertos acima observamos as marcas do neoliberalismo e, na perspectiva de Foucault, o neoliberalismo não deve ser considerado, *a priori*, como um universal a partir do qual se pode estender as análises sobre o Estado e a sociedade. Pode ser compreendido como uma prática, uma “maneira de fazer” política “orientada para objetivos e se regulando através de uma reflexão contínua”. (Foucault, 1997, p. 90). É preciso tomar o neoliberalismo em sua singularidade e fazê-lo funcionar como uma grade de inteligibilidade que possibilita problematizar a contemporaneidade, nomeadamente as estratégias de governamentalidade que incidem nos processos de subjetivação. (FOUCAULT, 1998).

É interessante notar como o ethos neoliberal, ethos usado para descrever o conjunto de hábitos ou crenças que definem uma comunidade, passou a atuar “como forja de uma sociedade hiper-individualizada, em que os sujeitos são produzidos a partir de processos de subjetivação que relacionam responsabilidade, liberdade e desejo

como sustentação da autonomia individual”, (ANDRADE; SILVA, 2017, p. 50) em contraponto ao caráter coletivo. Bauman analisa o individualismo na contemporaneidade apontando que o que costumava ser considerado uma tarefa para a razão humana, vista como dotação e propriedade coletiva da espécie humana, foi fragmentado (‘individualizado’), atribuído às vísceras e energias individuais e deixado à administração dos indivíduos e seus recursos. Assim, “a ênfase (justamente com o que é importante, com o peso da responsabilidade) se trasladou decisivamente para a autoafirmação do indivíduo”. (BAUMAN, 2001, p. 38).

Veiga-Neto na citação acima, percebe-se o destaque dado à economia nos tempos do neoliberalismo, sendo o *homo economicus* “um empresário, e um empresário de si mesmo, sendo ele próprio seu capital, sendo para si mesmo seu produtor, sendo para si mesmo a fonte de [sua] renda” (2008a, p. 311). E como ele próprio é sua fonte de renda, é necessário “cuidar de si” como um capital, fazer valer seu “capital humano”.

Nesse cenário, expressões como competitividade, produtividade, empregabilidade e lucratividade se tornam mais presentes. Na obra “Para além da aprendizagem”, Gert Biesta trabalha com o argumento de deslocamento de uma linguagem da educação para uma linguagem da aprendizagem. O autor destaca que o principal problema da nova linguagem da aprendizagem é que ela tem facilitado uma nova descrição do processo da educação em termos de uma transação econômica, em que: a) o aprendente é o (potencial) consumidor, aquele que tem certas “necessidades”; b) o professor, o educador ou a instituição educacional são vistos como o provedores, isto é, como aqueles que existem para satisfazer as necessidades do aprendente; e c) a própria educação se torna uma mercadoria – uma “coisa” – a ser fornecida ou entregue pelo professor ou pela instituição educacional e a ser consumida pelo aprendente. Essa é a lógica que existe por trás da ideia de que as instituições educacionais e os educadores individuais devem ser

flexíveis, que devem responder às necessidades dos aprendentes, que devem dar a seus aprendentes *value for Money* (bom uso de seu dinheiro) e, talvez, até operar segundo o princípio de que o aprendente/consumidor está sempre com a razão. (BIESTA, 2013, p. 37).

Portanto, o pensar a educação como uma transação econômica, como evidenciado por Biesta, permite problematizar os processos de satisfazer as necessidades do aprendente. O que é necessário ou útil para ser ensinado? Para responder a esse questionamento, Biesta destaca que, a partir da compreensão econômica do processo da educação, “o aprendente supostamente sabe o que [...] deseja e [...] o provedor se apresenta simplesmente para satisfazer as necessidades do aprendente (ou em termos mais diretos: para satisfazer o cliente)”. (BIESTA, 2013, p. 43).

Em conformidade com essa ideia, os trabalhos de Valero (2013a) e Valero e Garcia (2014) evidenciam que, na contemporaneidade, os discursos da educação matemática, por meio da matemática escolar, fabricam um “sujeito racional, objetivo, universal”, comprometido em tornar-se um “cidadão cosmopolita moderno”. (VALERO, 2013b, p. 9, tradução minha).

É preciso aprender sempre para estar em consonância “*com o mercado de trabalho*”. Sennett, em “suas análises sobre o campo do trabalho, das modificações culturais advindas das reconfigurações do capitalismo” (SILVA, 2012, p. 52), vêm pontuando como o sujeito está conduzindo a “busca de formação permanente em uma sociedade das capacitações, [contribuindo] para uma reflexão contemporânea acerca dos sentidos das instituições escolares”. (SILVA, 2012, p. 53).

Assistido pelo poder de processamento do instrumental digital, “o novo capitalismo metaboliza as forças vitais com uma voracidade inaudita, lançando e relançando ao mercado, constantemente, novas

formas de subjetividade”, que serão adquiridas e de imediato descartadas pelos diversos *targets* aos quais são dirigidas, alimentando uma espiral de consumo de modos de ser em aceleração crescente. Nos tempos atuais, “a ênfase está colocada não apenas nos serviços, mas, sobretudo, no marketing e no consumo”. (SIBILIA, 2015, p. 27)”.

De maneira crescente, a identificação do consumidor passa pelo seu perfil: uma série de dados sobre a sua condição socioeconômica, seus hábitos e suas preferências de consumo, colhidos através de formulários de pesquisas e processados digitalmente para serem armazenados em bancos de dados conectados em rede que serão acessados, vendidos, comprados e utilizados pelas empresas em suas estratégias de marketing. Desse modo o consumidor passa a ser, ele mesmo, um produto à venda. (SIBILIA, 2015, p. 34).

O outro problema evidenciado pelo autor a partir da lógica da nova linguagem da aprendizagem é que ela torna muito difícil propor questões sobre o conteúdo e o objetivo da educação que não sejam aquelas formuladas em termos do que “o cliente” ou “o mercado” desejam (BIESTA, 2013). Nessa lógica, de modo mais geral, todos os saberes que não trazem lucro são considerados inúteis.

Nuccio Ordine empreende reflexões sobre a ideia da utilidade de saberes cujo valor essencial está completamente desvinculado de qualquer fim utilitarista. Na obra “Utilidade do inútil”, o pensador italiano apresenta uma espécie de manifesto sobre a importância, na formação do ser humano, das artes, da filosofia, do teatro, da música e de outras manifestações da cultura que passaram a ser crescentemente associadas a “conhecimentos inúteis” em uma época marcada pela busca utilitária do conhecimento. Para o pensador, há saberes que têm um fim em si mesmos, e “exatamente graças à sua natureza gratuita e livre de interesses, distante de qualquer vínculo prático e comercial, podem desempenhar um papel fundamental no cultivo do espírito e no crescimento civil e cultural da humanidade”. (ORDINE, 2016, p. 12). Nesse sentido, Ordine (2016) considera útil tudo o que nos ajuda a nos

tornarmos melhores. O excerto a seguir, presente em um dos trabalhos dos Anais do COBENGE, evidencia a ideia que atualmente a formação do aluno de Engenharia está também focada no regime produtivo.

O processo de ensino de engenharia está, atualmente, baseado em um modelo no qual a formação do aluno está focada no regime produtivo e também na educação profissional. O foco está mais voltado ao desenvolvimento das habilidades técnicas do aluno para ser um “trabalhador-profissional” do que na complexidade inerente da sua formação. Perante os atributos necessários ao engenheiro do novo século, pode ser concluído que *a ação pedagógica do docente de engenharia deve estar orientada para a construção do conhecimento e não para a sua reprodução*. Logo, a graduação deve estimular a reflexão crítica, formando engenheiros críticos, que compartilham *conhecimentos específicos e gerais a serem aplicados diretamente na sociedade em que vivem* e vão influir na vida das pessoas tanto no presente quanto no futuro. Na pós-graduação, o papel do docente deveria estar focado em motivar os discentes a respeito.

Fonte: (COSTA; NETO, et al., 2018, p. 1)

O excerto acima também apresenta a ideia de utilidade dos conhecimentos. Esse problema é evidenciado por Biesta (2013) a partir da lógica de uma nova linguagem da aprendizagem que também se dá na lógica do mercado: “o cliente” ou “o mercado”/ “o aluno”/ “a instituição de ensino”. Vistos dessa forma, todos os saberes que não trazem lucro são considerados inúteis.

As políticas educacionais, atendendo a critérios econômicos, apresentam uma dupla reivindicação. Por um lado, a favor de uma importante inversão educativa e, por outro, a favor de uma redução dos conhecimentos considerados úteis e cansativos quando não tem uma relação evidente com uma prática ou um interesse [...] A justificativa para essa mudança de cenário expressa-se na possibilidade de a escolarização criar bem-estar pessoal, social e econômico. As universidades e as demais instituições educacionais são interpeladas a uma aproximação com as empresas, estabelecendo modos de parcerias e colaborações diversas. Segundo Laval, a condição acima apresentada evidencia o próprio sentido

da educação que é reforçado a partir do neoliberalismo – a formação de “ativos” (SILVA, 2012, p. 30).

Há hoje em dia uma necessidade muito grande de empreender dentro da engenharia. Os processos de gestão como questões táticas, estratégicas e operacionais precisam ser compreendidos pelo engenheiro. A tecnologia vem nos auxiliar. A organização na gerência dos processos tem um menor custo com o uso da tecnologia, pois, por exemplo, não precisamos ir a obra tantas vezes. Então para competir no Mercado de trabalho sem ter a conhecimento da tecnologia. (Excerto da entrevista com o professor P2)

O engenheiro também tem que ser um empreendedor [...] estamos na onda da inovação e do empreendedorismo [...] nosso aluno precisa entender que além de ser um bom engenheiro, ele precisa ser um gestor atento à tudo aquilo que acontece no mercado. [...] Ele [estudante de engenharia] precisa ser competitivo, ativo e participativo. (Excerto da entrevista com o professor P1)

Está cada dia mais difícil [...] sem essas tecnologias, se torna muito difícil [...] Isso tudo são tecnologias novas que entram através dos pesquisadores como nós e o aluno precisa entender que ele pode ser esse futuro pesquisador. [...] Só vai competir no Mercado de trabalho, quem conseguir seguir esses avanços da tecnologia, quem estiver à altura do mercado. Os outros engenheiros que não seguirem isso [a tecnologia], vão estar fora do mercado rapidamente. (Excerto da entrevista com o professor P5)

O engenheiro também precisou tornar-se “um empreendedor, um gestor atento a tudo o que acontece no mercado”, para conseguir inserir-se nesse mercado e nele manter-se “competitivo, ativo e participativo”. Competir no mercado “está cada dia mais difícil [...] sem essas tecnologias, se torna muito difícil [...] Isso tudo são tecnologias novas que entram através dos pesquisadores como nós e o aluno precisa entender que ele pode ser esse futuro pesquisador”. Efetivamente, “Só vai competir no Mercado de trabalho, quem conseguir seguir esses

avanços da tecnologia, quem estiver à altura do mercado. Os outros engenheiros que não seguirem isso [a tecnologia], vão estar fora do mercado rapidamente”.

Definitivamente, o discurso da Educação de Engenheiros Civis está em consonância com a lógica neoliberal que valoriza a figura do indivíduo empreendedor. Muito presente na retórica empresarial, a atitude empreendedora costuma ser apresentada como um “caminho para solucionar diversos problemas contemporâneos, desde a demanda de realização pessoal e sucesso individual até o desemprego estrutural que afeta a economia global”. (SIBILIA, 2012, p. 45).

A análise do material também possibilitou inferir que a formação do Engenheiro Civil, na atualidade, está fortemente alinhada à racionalidade neoliberal, marcada por processos de gestão, empreendedorismo e inovação. Nos estudos do GIPEMS-Unisinos, temos refletido sobre essas questões. Estamos cientes de que a “lógica neoliberal que conforma o mundo globalizado de hoje opera em cada um de nós”. (KNIJNIK, 2015, p. 12). Assim, cada um de nós está diretamente envolvido na condução da conduta das “[...] novas gerações e na condução de nossas próprias condutas em uma determinada direção, a saber, na constituição de indivíduos que aprendam, por exemplo, a ser flexíveis, competitivos, empreendedores de si mesmos”. (KNIJNIK, 2015, p. 12). Com isso, precisamos atentar aos riscos que estamos correndo de também a escola se alinhar à lógica neoliberal, já que nas diferentes instâncias educacionais isso vem ocorrendo, como mostram os trabalhos de Pinheiro (2014), Toledo (2017), e Stevanato (2018).

Finalizo este capítulo sintetizando os resultados obtidos com base na análise que empreendi acerca do material de pesquisa. Essa análise me permitiu concluir que: a) em sintonia com o mundo tecnocientificizado em que vivemos, a educação em Engenharia Civil abrange, para a resolução de situações-problema da área, a

transmissão de conhecimentos relativos ao uso de *softwares* já disponíveis ou à produção de novos *softwares*; b) os jogos de linguagem matemáticos utilizados na Educação em Engenharia Civil têm como característica comum o uso do simbolismo matemático, sendo esse simbolismo o que torna possível expressá-los formalmente, com as regras que lhe dão sustentação; e c) a formação do engenheiro civil, na atualidade, está fortemente alinhada com a lógica neoliberal, marcada pelo empreendedorismo, pela competitividade, por processos de gestão e pelo acesso ao mercado de trabalho.

FINALIZANDO...

Por nos encontrarmos de repente em uma encruzilhada, vemos como explodem as cercas erguidas a partir de velhas convicções e certezas que já não funcionam. Sermos contemporâneos não é uma tarefa isenta de riscos: se estivermos atentos aos sinais do mundo, talvez tenhamos sorte de eles nos perturbarem a ponto de suscitarem o pensamento. (SIBILIA, 2012, p. 10)

Ao finalizar este trabalho, retomo as principais ideias apresentadas ao longo da pesquisa, que teve o propósito de examinar o que tem sido produzido, mais recentemente, na Educação em Engenharia Civil no que se refere aos jogos de linguagem matemáticos. Procurei, durante a escrita da tese, mostrar o quanto a pesquisa foi sendo modificada a cada passo, de modo que algumas das hipóteses iniciais foram abandonadas. De acordo com Marisa Vorraber Costa, “Pesquisar é um processo de criação e não de mera constatação” (2002, p. 149). E, como tal, o processo que realizei durante o tempo de doutorado, foi marcado por caminhos e descaminhos.

Os capítulos do trabalho foram assim organizados: na “Introdução”, expus, de modo amplo, os caminhos iniciais da pesquisa, evidenciando, já nas páginas iniciais, o objetivo da investigação. No primeiro capítulo, descrevi os motivos que me levaram a estudar o tema aqui proposto, tomando como pontos de partida alguns acontecimentos de minha trajetória acadêmica e profissional que estavam diretamente relacionados aos meus propósitos.

No segundo capítulo, evidenciei os procedimentos metodológicos utilizados na investigação. Mostrei a constituição das entrevistas com pesquisadores que atuam como professores em um Curso de graduação de Engenharia Civil e expus a relevância do Congresso Brasileiro de

Educação em Engenharia (COBENGE), apontando-o como um lugar de circulação da produção mais recente da área de Engenharia. Descrevi, ainda, como realizei a seleção dos trabalhos a partir dos Anais do COBENGE, especificamente os exemplares disponibilizados entre os anos de 2014 e 2018.

No terceiro capítulo, mostrei o pano de fundo da pesquisa, trazendo “Notas sobre a Engenharia Civil e a formação de seus profissionais”. Nesse capítulo, fiz um breve histórico da Engenharia Civil e de alguns elementos que possibilitaram compreender melhor a configuração do Curso, de uma forma mais ampla.

No quarto capítulo, demarquei as opções teóricas da investigação, abordando questões que julguei centrais para a futura análise do material. Ao apresentar as teorizações escolhidas para viabilizar o estudo, busquei subsídios teóricos em Michel Foucault e nas ideias de Ludwig Wittgenstein expostas na obra de maturidade "Investigações Filosóficas". Optei por apresentar, primeiramente, as ferramentas teóricas, tais como jogos de linguagem, semelhanças de família e formas de vida para, no capítulo seguinte, colocar em operação a análise do material de pesquisa.

Com base no material de pesquisa – constituído por Anais do COBENGE dos últimos 5 anos e por entrevistas com pesquisadores do campo da Engenharia Civil – no quinto capítulo apresentei o exercício analítico. Busquei identificar e analisar detalhadamente os jogos de linguagem matemáticos praticados na Educação em Engenharia Civil. A análise mostrou que esses jogos têm como característica comum o uso do simbolismo matemático. É esse simbolismo que torna possível expressar formalmente os diferentes jogos, com as regras que lhe dão sustentação.

Busquei destacar, na análise, que mesmo um jogo de linguagem matemático tão elementar como a adição, usualmente ensinada nos

anos iniciais do Ensino Fundamental, torna-se outro jogo em um contexto de software. Se o objetivo é entender ou criar um novo *software*, outros jogos de linguagem matemáticos seriam usados, com diferente complexidade.

Os jogos de linguagem matemáticos que foram requeridos, quer seja nas situações em que foi utilizado o *software* Ftool, quer seja na produção de um novo *software* ou no uso das regras da ABNT, foram os caracterizados pelo simbolismo matemático. Em um mundo cada vez mais algoritmizado, não surpreende que, no campo da Engenharia Civil, as situações a serem resolvidas exijam o uso de jogos de linguagem marcados pela abstração e pelo formalismo. Essa é uma exigência do nosso tempo, com as marcas da tecnociência.

Foi possível observar, tanto nos Anais do COBENGE quanto nas entrevistas, que “seguir a regra” assume a centralidade na prática dos jogos de linguagem matemáticos na educação da área da Engenharia Civil. Assim, cabe questionar as implicações do ensino de Matemática na contemporaneidade e repensar o papel dessa área do conhecimento nos tempos atuais de tão rápidas e profundas mudanças. É nesse cenário da contemporaneidade que “questionar as premissas supostamente inquestionáveis do nosso modo de vida é provavelmente o serviço mais urgente que devemos prestar aos nossos companheiros humanos e a nós mesmos.” (BAUMAN, 1999, p. 11).

É recorrente a fala de que os profissionais, na atualidade, precisam estar capacitados para utilizar a tecnologia no exercício de suas atividades. No caso do engenheiro civil, o uso de sofisticados sistemas que associam o processamento de cálculos ao tratamento de imagens pode melhorar sensivelmente processos e produtos, reduzindo o tempo de elaboração dos projetos e aumentando a qualidade dos resultados. O desenvolvimento de novas tecnologias, baseadas em mecanismos de Inteligência Artificial e computação em nuvem, possibilita novas ondas de mudanças, desde o modo de produzir até a

forma de anunciar e de vender. Nessa perspectiva, como se pode ensinar matemática sem estar em consonância com esse mundo tecnocientífico?

Pensar sobre o lugar da ciência e da tecnologia, suas possibilidades de organização, e de modo mais específico no lugar que a matemática ocupa como ela é significada pelos professores que atuam na educação básica, é um desafio, especialmente na perspectiva assumida por autores como Latour (2000) e Días (2000), pois eles apresentam a tecnologia como marcas do caminho da ciência que instaura novas formas de conhecer o mundo e relacionar-se com ele.

Muitas pesquisas produzidas no campo da Educação Matemática, especificamente da Etnomatemática, contextualizam a importância da inserção da escola no contexto sociocultural de uma comunidade e problematizam a universalização e a exclusividade das ciências hegemônicas pertencentes ao currículo de Matemática a fim de se compreender os saberes populares produzidos pelos diversos grupos culturais. É preciso entender que ampliar o repertório dos jogos de linguagem matemáticos ensinados na escola, em uma perspectiva Etnomatemática, possibilita que os alunos aprendam outros modos de pensar matematicamente outras racionalidades. Porém, é fundamental atentar aos conhecimentos matemáticos necessários para o ensino neste tempo, a fim de que os indivíduos possam enfrentar avaliações externas baseadas em competências específicas – para usar a terminologia fortemente presente nos documentos oficiais – o que repercutirá nas vidas estudantis e profissionais desses sujeitos.

Encerro a escrita da Tese questionando: o que mudou em mim mesma ao produzi-la? Posso dizer que as mudanças foram muitas. Ter feito provocações, mesmo que de forma incipiente, sobre a matemática em Cursos de Engenharia, “implicou em um dissolver-se de mim mesma, um agulhar-se que dilacerou não só minha produção acadêmica”. (DUARTE, 2008, p. 167), mas também a professora que sou. Durante a

escrita, além de visualizar possibilidades e maneiras de aprofundar algumas questões discutidas no decorrer do trabalho, também pensei em novos questionamentos sobre a temática estudada e suas implicações na Educação Básica. Para exemplificar, posso citar: qual é a importância do ensino do formalismo matemático ainda nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Entendo que essa seja uma possibilidade de estudo futuro, que abriria novos horizontes para avançar no pensamento da Educação Matemática.

Nas últimas palavras da Tese, no capítulo “Finalizando...”, como intitulei, destaco a sensação de provisoriedade, convicta de que existiriam inúmeras possibilidades de se olhar para a temática pesquisada e apresentada aqui, uma vez que sempre é possível dizer outras coisas e o dito nunca se esgota. Tenho o desejo de que, com este estudo, eu possa contribuir para as discussões da Educação Matemática, embora tenha ciência de que algumas das reflexões apresentadas na Tese devam ser aprofundadas em outros momentos, seja por mim enquanto pesquisadora e professora ou por outros pesquisadores interessados na temática.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, Adriano Armando. Religações de saberes em tempos de rede: Tecnociência, Filosofia e Educação. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2015.

BALEIRO, Lucas Tarlau et al. Automação dos processos de verificação de perfis de aço laminado solicitados à flexão normal simples e axialmente conforme critérios da ABNT NBR 8800:2008. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2017, Joinville, SC. Anais (on-line). Joinville: COBENGE, 2017. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

BARROS, Marcos Antônio et al. Sistemas mecânicos treliçados para auxiliar o aprendizado prático em mecânica geral. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade. 5° ed, Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2017.

BENINCÁ, Matheus Erpen; MORSCH, Inácio Benvegnu. Cálculo de propriedades geométricas pelo teorema de Green: Desenvolvimento de Software educacional para o ensino de mecânica vetorial. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF:1996.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória no 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5o, 6o, 7o,

8o, 9o, 10 e 16 da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília DF: 2005b.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>. Acesso em: 19 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE), com vigência entre 2014 até 2024.

BRASIL. Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997. Regulamenta o § 2º do artigo 36 e os artigos. 39 a 46 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional e dá outras providências. Brasília: 1997a.

BRASIL. Resolução nº 1, de 3 de fevereiro de 2005. Brasília: Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica, 2005a.

BOCASANTA, Daiane. *Saberes matemáticos produzidos por estudantes da Escola Santa Marta: Um estudo na perspectiva da Etnomatemática*. 2006. 108f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação, Universidade do vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2006.

BOCASANTA, Daiane. “*Agente não quer só comida*”: processos educativos, crianças catadoras e sociedade de consumidores. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2009.

CARNEIRO, Wilson; BARRETO, Gilmar. O ensino da Engenharia com base e competências. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em: 13 dez. 2019.

CONDÉ, MAURO Lúcio Leitão. *As teias da razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna*. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2004.

CONDÉ. *Wittgenstein: linguagem e mundo*. São Paulo: Annablume, 1998.

COSTA, Marisa Vorraber da. *Introdução: novos olhares da pesquisa em educação*. In: COSTA, Marisa Vorraber da (org.) *Caminhos Investigativos II*, Rio de Janeiro, DP&A, 2002.

COSTA, Marisa Vorraber; BUJES, Maria Isabel. *Caminhos investigativos III: riscos e possibilidades de pesquisar nas fronteiras*. Rio de Janeiro: DP&A, 2005.

COSTA, Iara Ferreira de Rezende Costa; NETO, Alcino de Oliveira Costa. *Ensino de Engenharia: Práticas para o avanço tecnológico*. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em: 13 dez. 2019.

DAL'IGNA, Maria Cláudia. *"Há diferença?"*: Relação entre desempenho escolar e gênero. 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Educação) -- Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

DALL'AGNOL, Darlei. *Seguir regras: uma introdução às Investigações Filosóficas de Wittgenstein*. Pelotas: Ed da Upel, 2011.

DUARTE, Cláudia Glavam . *A "realidade" nas tramas discursivas da Educação Matemática Escolar*. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, São Leopoldo, 2009.

FERNANDES, Amanda de Oliveira Murakami et al. *Modelo didático de percolação em uma barragem de terra*. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em: 13 dez. 2019.

FERRAZ, Tatiana Gesteira de Almeida, et al. *A construção de competências e habilidades nos cursos de Engenharia no Brasil: uma análise frente aos desafios do século XXI*. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em: 13 dez. 2019.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FONSECA, Márcio Alves. *Michel Foucault e o direito*. Rio de Janeiro: Max Limonad, 1995.

FOUCAULT, Michel. *Segurança, território, população: curso dado no Collège de France*. São Paulo: Martins Fontes, 2008a.

FOUCAULT, Michel. O grande internamento. In: FOUCAULT, Michel. *Ditos & escritos I. Problematização do sujeito: psicologia, psiquiatria e psicanálise*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.

FOUCAULT, Michel. *Arqueologia do saber*. 8. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2013a.

FOUCAULT, Michel. O sujeito e o poder. DREYFUS, Hubert; RABINOW, Paul. *Michel Foucault, uma trajetória filosófica: para além do estruturalismo e da hermenêutica*. 2.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2013b. p.273-295.

FOUCAULT, Michel. *Discurso e verdade: seis conferências dadas por Michel Foucault, em Berkeley, entre outubro e novembro de 1983, sobre a parrhesia*. Prometeus: filosofia em revista, Brasília, n.6, v.13, edição especial, 2013c.

FOUCAULT, Michel. *A ordem do discurso*. São Paulo: Loyola, 2012.

FOUCAULT, Michel. *Do governo dos vivos: curso no Collège de France, 1979-1980: excertos*. Tradução, transcrição e notas de Nildo Avelino. 2. ed. Rio de Janeiro: Achiamé, 2011.

FOUCAULT, Michel. *Segurança, território, população: curso dado no Collège de France*. São Paulo: Martins Fontes, 2008a.

FOUCAULT, Michel. Eu sou um pirotécnico. In: POL-DROIT, Roger. *Michel Foucault: entrevistas*. São Paulo: Grall, 2006.

FOUCAULT, Michel. *Vigiar e Punir: Nascimento da prisão*. 29. ed. Tradução de Raquel Ramallete. Petrópolis: Editora Vozes, 2004a.

FOUCAULT, Michel. O cuidado com a verdade. In: FOUCAULT, Michel. *Ditos & escritos V.Ética sexualidade, política*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004b.

FOUCAULT, Michel. *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro: Graal, 1999.

FREITAS, Clailton Ataídes de; BACHA, Carlos José Caetano; FOSSATTI, Daniele Maria. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil: período de 1970 a 2000. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 16, n. 1 (29), p. 111-124, abr. 2007.

GADELHA, Sylvio. *Biopolítica, Governamentalidade e Educação: introdução e conexões a partir de Michel Foucault*. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

GALLO, Sílvio; VEIGA-NETO, Alfredo. Ensaio para uma filosofia da educação. *Revista Educação - Especial Biblioteca do Professor - Foucault pensa a educação*, v. 3. São Paulo: Editora Segmento, 2009, p. 16-25.

GIONGO, Ieda Maria. *Disciplinamento e resistência dos corpos e dos saberes: um estudo sobre a educação matemática da Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé*. 2008. 206 f. Tese (Doutorado em Educação) -- Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade do vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2008.

GLOCK, Hans-Johann. *Dicionário Wittgenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

GOMES, Eloiza et al. Utilização de eventos contextualizados na aula de vetores e geometria analítica: primeiras reflexões. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

GOMES, Eloiza et al. Análise dinâmica de Pórticos: uma oportunidade para a construção de um evento contextualizado para o ensino e a aprendizagem de álgebra linear. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

HACKING, Ian. *Ontologia histórica*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2009.

HATTGE, Morgana Domênica. *Escola Campeã: estratégias de governo e auto-regulação*. São Leopoldo: UNISINOS, 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2007.

KLAUS, Viviane. *Desenvolvimento e governamentalidade (neo)liberal: da administração à gestão educacional*. 2011. 227 f. Tese (Doutorado em Educação) -- Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. Introdução: de que trata o livro. In: WANDERER, Fernanda; KNIJNIK, Gelsa. (org.). *Educação matemática e sociedade*. São Paulo: Editora da Física, 2016. p.1-16. (Coleção Contextos da Ciência).

KNIJNIK, Gelsa. Fazer perguntas... ter a cabeça cheia de pontos de interrogação: uma discussão sobre etnomatemática e modelagem matemática escolar. *Unión, San Cristobal de La Laguna*, v. 44, p. 10- 23, 2015.

KNIJNIK, Gelsa. *Etnomatemáticas en movimiento: Perspectiva Etnomatemática, sus formulaciones teóricas y ejemplificaciones*. RLE, Pasto, v. 7, p. 139-151, 2014a.

KNIJNIK, Gelsa. *Juegos de lenguaje matemáticos de distintas formas de vida: contribuciones de Wittgenstein y Foucault para pensar la educación matemática*. *Educación Matemática*, marzo, p. 146-161, 2014b.

KNIJNIK, Gelsa; VALERO, Paola; JØRGENSEN, Kenneth Mølberg. *El discurso de la educación matemática en la perspectiva de la gubernamentalidad. II Seminario Internacional pensar de outro modo: Resonancias de Foucault en la educación*. 2014. p. 1-10.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. *Programa Escola Ativa, escolas multisseriadas do campo e educação matemática*. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.39, p. 211-225, 2013.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. Introdução: de que trata o livro. In: WANDERER, Fernanda; KNIJNIK, Gelsa. (org.). *Educação matemática e sociedade*. São Paulo: Editora da Física, 2016. p.1-16. (Coleção Contextos da Ciência).

KNIJNIK, Gelsa. Fazer perguntas... ter a cabeça cheia de pontos de interrogação: uma discussão sobre etnomatemática e modelagem matemática escolar. *Unión, San Cristobal de La Laguna*, v. 44, p. 10- 23, 2015.

KNIJNIK, Gelsa; SCHREIBER, Juliana Menegalli. Educação matemática em cursos de Pedagogia: um estudo com professores brasileiros dos anos iniciais de escolarização. RLE, Pasto, v.5, p.4 - 20, 2012.

KNIJNIK, Gelsa. Differentially positioned language games: ethnomathematics from a philosophical perspective. Educational Studies in Mathematics, v. 80, n. 1-2, p. 87-100, 2012.

KNIJNIK, Gelsa; DUARTE, Claudia Glavam. Entrelaçamentos e Dispersões de Enunciados no Discurso da Educação Matemática Escolar: um estudo sobre a importância de trazer a realidade do aluno para as aulas de Matemática. Bolema-Boletim de Educação Matemática, v. 23, n. 37, p.863-886, 2010.

KNIJNIK, Gelsa; GIONGO, Ieda Maria. Educação matemática e currículo escolar: um estudo das matemáticas da escola estadual técnica agrícola Guaporé. ZETETIKÉ, Campinas, v. 17, n. 32, jul./dez. 2009.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. Discursos produzidos por colonos do sul do país sobre a matemática e a escola de seu tempo. Revista Brasileira de Educação, v. 13, n. 39, set./dez. 2008.

LARROSA, Jorge; KOHAN, Walter. Apresentação da coleção. In: RANCIÈRE, Jacques. O mestre ignorante – cinco lições sobre a emancipação intelectual. Tradução de Lílian do Valle. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

LIZCANO, Emmanuel. *As matemáticas da tribo européia*: um estudo de caso. In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio José de (Org.). Etnomatemática, currículo e formação de professores. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004. p. 124-138.

LOCKMANN, Kamila. A proliferação das políticas de assistência social na educação escolarizada: estratégias da governamentalidade neoliberal. 2013. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2013.

MARTHA, Luiz Fernando. FTOOL: Um Programa Gráfico-Interativo para Ensino de Comportamento de Estruturas Versão Educacional 2.11 Agosto de 2002. Disponível em: <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espagete/arquivos/ftoolman211.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2019.

NGUYEN, D. Q. The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students. *Global Journal of Engineering Education: Melbourne*, v. 2, n. 1, p. 65-76, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2018.

ORDINE, Nuccio. *A utilidade do inútil: um manifesto*. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

PAULA, Marco Aurélio da Costa, et al. Treliza de aço com vergalhões. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2017, Joinville, SC. Anais (on-line). Joinville: COBENGE, 2017. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

PEREIRA, Mariana Cristina Buratto Pereira. Práticas pedagógicas humanistas no curso de graduação em Engenharia Civil: uma possibilidade. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

POPKEWITZ, Thomas; OLSSON, Ulf; PETERSSON, Kenneth. Sociedade da aprendizagem, cosmopolitismo, saúde pública e prevenção a criminalidade. *Educação & Realidade: Governamentalidade e Educação*, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 73-96, Mai./Ago., 2009.

SANTOS JR, Emanuel Santos et al. Metodologias Ativas aplicadas em resistência dos materiais para Engenharia Civil: projeto estrutural metálico simplificado usando recurso computacional. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2018, Salvador, BH. Anais (on-line). Salvador: COBENGE, 2018. Disponível: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php Acesso em Acesso em: 13 dez. 2019.

SARAIVA, Karla. *Formação de professores nas tramas da rede: uma prática de governamentalidade neoliberal*. Em Aberto, Brasília, v. 23, n. 84, p. 123-137, nov, 2010.

SARAIVA, Karla; VEIGA-NETO, Alfredo. *Modernidade líquida, capitalismo cognitivo e educação contemporânea*. *Educação & Realidade*, Porto Alegre: UFRGS, v.34, n.2, p.187-201, mai/ago 2009.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHREIBER, Juliana Meregalli. Jogos de linguagem matemáticos na Educação em Engenharia Civil. 2019. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2019.

SENNETT, Richard. *Construir e habitar: ética para uma cidade aberta*. Rio de Janeiro: Record, 2018.

SENNETT, Richard. *Juntos*. Rio de Janeiro: Record, 2011.

SIBILIA, Paula. *O homem pós-orgânico: A alquimia dos corpos e das almas à luz das tecnologias digitais*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 2015.

SIBILIA, Paula. *Redes ou Paredes: a escola em tempos de dispersão*. Rio de Janeiro: contraponto, 2012.

SILVA, Kalina Vanderlei Silva; SILVA, Maciel Henrique. *Dicionário de conceitos históricos*. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

SILVA, Roberto Rafael Dias da. *Universitário S/A: estudantes universitários nas tramas de Vestibular/ZH*. 2008. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2008.

SILVEIRA, Rosa Maria Hessel. *A entrevista na pesquisa em educação: uma arena de significados*. In: COSTA, Marisa Vorraber (Org.). *Caminhos Investigativos II*. 2.ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p.119-141.

SPINK, Mary Jane. P. et al. *Perigo, probabilidade e oportunidade: a linguagem dos riscos na mídia*. *Psicologia e Reflexão Crítica*, v. 15, n. 1, p. 151-164, 2002.

TRAVERSINI, Clarice Salete. *Programa Alfabetização Solidária: o governo de todos e de cada um*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

TOLEDO, Neila de Toledo e. Educação matemática e formação do técnico agrícola: entre o “aprender pela pesquisa” e o “aprender a fazer fazendo”. 2017. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2017.

TOZZI, Marcos José; DUTRA, Sílvia Costa. O Congresso de Educação em Engenharia – COBENGE. Revista de Ensino de Engenharia, v. 32, n. 3, 2013.

VEIGA-NETO, Alfredo. *Educação e governamentalidade neoliberal: novos dispositivos, novas subjetividades*. In: CASTELO BRANCO, Guilherme; PORTOCARRERO, Vera (Orgs.). Retratos de Foucault. Rio de Janeiro: Nau, 2000. p. 179-217.

VEIGA-NETO, Alfredo. *Foucault & a Educação*. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

VILELA, Denise Silva. *Matemáticas nos usos e jogos de linguagem: Ampliando concepções na Educação Matemática*. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2007.

VEIGA-NETO, Alfredo; SARAIVA, Karla. Educar como arte de governar. Currículo sem Fronteiras, v. 11, n. 1, p. 5-13, jan./jun. 2011.

VEIGA-NETO, Alfredo; LOPES, Maura Corcini. Há teoria e método em Michel Foucault?: implicações educacionais. In: CLARETO, Sônia Maria; FERRARI, Anderson (Orgs.). Foucault, Deleuze & Educação. Juiz de Fora: UFJF, 2010. p. 33-47.

VEIGA-NETO, Alfredo; TRAVERSINI, Clarice. Por que governamentalidade e educação?. Revista Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p. 13-19, mai./ago. 2009.

VEIGA-NETO, Alfredo. Crise da Modernidade e inovações curriculares: da disciplina para o controle. In: PERES, Eliane et. all. (Orgs.). Trajetórias e processos de ensinar e aprender: sujeitos, currículos e culturas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 35-58.

VEIGA-NETO, Alfredo. *Foucault & a educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

VEIGA-NETTO, Alfredo. Governo ou Governamento. Revista Currículo sem Fronteiras, v. 5, n. 2, p. 79-85, jul./dez. 2005.

VEIGA-NETTO, Alfredo. Currículo, cultura e sociedade. Educação Unisinos, v.5, n.9, jul/dez, 2004. p. 157-171.

VEIGA-NETTO, Alfredo. Coisas de governo... In: RAGO, Margareth; ORLANDI, Luiz B. L. & VEIGA-NETTO, Alfredo (Org.). Imagens de Foucault e Deleuze: ressonâncias nietzschianas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p.13-34.

VEIGA-NETTO, Alfredo. Educação e governamentalidade neoliberal: novos dispositivos, novas subjetivações. In: PORTOCARRERO, Vera; CASTELO BRANCO, Guilherme. Retratos de Foucault. Rio de Janeiro: Nau Editora, 2000. p. 179-217.

VEIGA-NETTO, Alfredo. Educação e governamentalidade neoliberal: novos dispositivos, novas subjetividades. Colóquio Foucault, realizado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), novembro, 1999. Disponível em: <http://www.lite.fe.unicamp.br/cursos/nt/ta5.13.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

VILELA, Denise Silva. Usos e jogos de linguagem na matemática: diálogo entre filosofia e educação matemática. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

VINCI, Christian Fernando Ribeiro Guimarães. A problematização e as pesquisas educacionais: sobre um gesto analítico foucaultiano. Filosofia e Educação, Campinas, v. 7, n. 2, p. 195-219, jun./set.2015.

WALKERDINE, Valerie. Diferença, cognição e educação matemática. In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio José. Etnomatemática, currículo e formação de professores. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004. p. 109-123.

WALKERDINE, Valerie. O raciocínio em tempos pós-modernos. Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 20, n.2, p. 207-226, jul./dez. 1995.

WANDERER, Fernanda. Educação Matemática, jogos de linguagem e regulação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

WANDERER, Fernanda; KNIJNIK, Gelsa. Discursos produzidos por colonos do sul do país sobre a matemática e a escola de seu tempo. Revista Brasileira de Educação, v. 13, n. 39, set./dez. 2008.

WANDERER, Fernanda. Escola e matemática escolar: mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã do Rio Grande do Sul. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2007.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Investigações filosóficas*. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado/a:

A pesquisa de Doutorado que pretendo realizar, sob a orientação da Professora Dra. Gelsa Knijnik, no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), localizada em São Leopoldo, estado do Rio Grande do Sul, tem como finalidade discutir questões relacionadas à matemática e o Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O plano inicial para o desenvolvimento de sua parte empírica abarca a realização de entrevistas individuais gravadas em áudio, que serão posteriormente transcritas.

Pelo presente Termo de Consentimento, declaro que fui esclarecido/a, de forma clara e detalhada, livre de qualquer constrangimento ou coerção, dos objetivos, da justificativa e dos procedimentos que serão realizados na pesquisa.

Fui igualmente informado/a:

1. Da garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida sobre os procedimentos e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
2. Da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isso me traga algum tipo de prejuízo;
3. Da segurança de que não serei identificado/a e que se manterá o caráter confidencial e anônimo das informações. Assim, as informações e resultados desta pesquisa estarão sempre sob sigilo ético, não sendo mencionados os nomes dos participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito, que venha a ser publicado.
4. Da ausência de custos pessoais.

Assinatura do/a participante da Pesquisa

Assinatura da responsável pela pesquisa
Juliana Meregalli Schreiber Moraes

São Leopoldo, 12 de março de 2015.

ANEXO – Revisão de literatura

Quadro 1 – Revisão de literatura

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
(1) (TESE) A reengenharia do ensino das engenharias: da construção do discurso oficial à construção de reformas curriculares	2002	Universidade Federal de Minas Gerais	Eduardo Marques Arantes	Lucíola Licínio de Castro Paixão Santos	Analisar a reengenharia do ensino das engenharias, desde a construção do Programa REENGE até a produção de reformas curriculares em duas escolas de engenharia	Atas de reuniões, revistas especializadas, anais de congressos e eventos, publicações, relatórios, projetos oficiais e entrevistas.	O estudo da reforma da Engenharia mostra que os discursos do Programa REENGE, bem como o das escolas investigadas são recontextualizados. Isso significa que os textos produzidos nos diferentes contextos da reforma foram ideologicamente

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
							<p>reposicionados no processo de sua transformação do campo original de sua produção ou existência para o campo de sua reprodução. No centro desse argumento está o reconhecimento de que o currículo está atravessado por relações de poder e de controle, que se manifestam de forma complexa e contraditória, já que, muitas vezes, não se realizam conforme suas intenções, em função de formas de conduta, rituais e rotinas instaladas nos locais em que está sendo elaborado/reelaborado.</p>

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
(2) (DISSERTAÇÃO) Matemática para engenharia: unidades de ensino potencialmente significativas para superar lacunas em matemática básica	2017	Universidade de Caxias do Sul	Bruna Cavagnoli Boff	Valquíria Villas Boas Gomes Missell	Construir, aplicar e avaliar uma unidade de ensino potencialmente significativa em uma turma da disciplina de Pré-Cálculo, em cursos de Engenharia, visando à uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados a funções matemáticas.	Pesquisa participante	Os resultados apontam que a metodologia adotada é um método de ensino com potencial para promover a aprendizagem significativa, reduzir a evasão e diminuir a retenção no contexto da educação em Engenharia.
(3) (DISSERTAÇÃO) O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica	2000	Universidade de São Paulo	Ana Teresa Colenci		Propor uma estrutura de referência, a partir da ótica de serviços, que permita identificar os princípios e estratégias que dão sustentação ao atual modelo de ensino de engenharia e estabelecer mecanismos que possam incrementar a qualidade na educação em engenharia, face às restrições	Bibliográfica	Professores se limitam a seguir os livros didáticos que contemplam apenas o modelo positivista/materialista/evolutivo.

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
a.					hoje impostas.		
(4) (TESE) Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica nesse contexto	2014	Universidade Federal da Bahia	Érica de Sousa Chccucci	Dante Augusto Galeffi.	Desenvolver um método para identificar interfaces entre o currículo do engenheiro civil e a Modelagem da Informação da Construção (BIM), mapeando momentos da formação do aluno nos quais essa modelagem pode ser discutida e trabalhada.	Qualitativo, de natureza fenomenológica	A adoção do paradigma BIM demanda a atualização dos cursos de engenharia civil, o que envolve também a formação de docentes para se trabalhar com o tema; para que a área de Engenharia possa contribuir para a formação do engenheiro civil em BIM, seu escopo deve ser ampliado, incluindo não apenas o desenho (2D) e a modelagem geométrica (3D), mas também a compreensão de informações multidimensionais, multimodais e abstratas;

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
(5) (TESE) Desenvolvimento profissional docente: desafios e tensionamentos na educação superior na perspectiva dos coordenadores de área e de curso	2013	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Eliane de Lourdes Felden	Mari Margaret e dos Santos Foster	Investigar o desenvolvimento profissional docente, ouvindo coordenadores de área e coordenadores de cursos da educação superior sobre os desafios e tensionamentos na constituição da profissionalidade docente.	Utiliza entrevistas semiestruturadas com coordenadores de áreas e coordenadores de curso, que também assumem a função de professores, com o objetivo de conhecer e compreender os desafios e tensionamentos para qualificar a ação docente na universidade.	Foi possível inferir que qualificar a ação docente na universidade pressupõe investir na formação continuada dos profissionais, como condição fundamental para o desenvolvimento profissional, na tentativa de superar os desafios e tensionamentos vividos. Há uma compreensão de que o trabalho articulado da universidade e o dos professores pode provocar rupturas paradigmáticas importantes no processo de ensinar e aprender e isso implica em investimentos institucionais no Desenvolvimento Profissional Docente. Os profissionais acreditam que potencializar a

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
							formação docente exige que sejam estabelecidos espaços de estudo e reflexão, garantindo o protagonismo aos professores.
(6) (TESE) Profissionais liberais e/ou professores? Compreendendo caminhos, representações e avaliação da docência na educação superior	2007	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Gildo Volpato	Maria Isabel da Cunha	Compreender as representações e as práticas pedagógicas bem avaliadas pelos alunos, realizadas por profissionais liberais, docentes universitários.	De cunho etnográfico, utiliza procedimentos como: análise documental, questionários e entrevistas com grupos focais de alunos formandos de cursos de três instituições. Também realiza entrevistas semiestruturadas.	Dentre os resultados da pesquisa destacam-se: 1) os estudantes têm como referência na docência os professores que atuam, principalmente, em disciplinas de final do curso, com forte inserção na prática profissional. 2) os estudantes valorizam aspectos da docência relacionados ao domínio de conhecimento, a metodologias e

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR (A)	ORIENTADOR (A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
							estratégias de ensino e às atitudes pessoais dos professores.
(7) (TESE) Humanismo e tecnologia nos Cursos de Engenharia Civil	2008	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Rosani Sgarbi Szilagy	Maria Estela Dal Pai Franco	Analisar e interpretar a evolução técnico-científica do curso de Engenharia Civil de universidades gaúchas (Federal, Confessional e Comunitária) e sua aproximação e/ou afastamento do Humanismo e da Tecnologia.	Entrevista semiestruturada, sendo que as evidências provenientes dos documentos proporcionam o encadeamento e a triangulação dos dados. Foram atores do processo de investigação os diretores e os coordenadores dos cursos de Engenharia Civil, bem como os coordenadores dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, além dos professores	As condutas de projetos ocorrem em níveis diferenciados, considerando a concepção e o modelo de universidade, a concepção de homem e de sociedade de cada ator e a formação do ator.

TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO	AUTOR(A)	ORIENTADOR(A)	OBJETIVO(S)	MATERIAL EMPÍRICO	RESULTADOS
						mais antigos e/ou mais experientes dessas universidades.	

Elaborado pela autora (2018)

Exemplo de quadro utilizado na Análise do material

Título do Artigo	Resumo	Área
A CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR VEÍCULAR:UM PROJETO INTERDISCIPLINAR	Neste trabalho apresentamos as etapas da construção de um Simulador Veicular caracterizado com uma atividade interdisciplinar envolvendo alunos dos cursos de engenharia elétrica, civil, design e computação. A temática que permeou as diversas etapas trabalho foi o uso de conceitos da Física na Educação para o Trânsito. O trabalho propiciou uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia.	Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem
A FERRAMENTA KAHOOT APLICADA À DISCIPLINA DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DA SUPERESTRUTURA VIÁRIA	Os jogos são ferramentas práticas com regras bem definidas e, quando inseridas em um contexto adequado, reforçam a capacidade dos seus usuários de tomarem decisões, trabalharem em equipe e promoverem competências em âmbito individual e social, com destaque para a liderança. Os jogos também passam a captar as habilidades, competências e, também, as fraquezas dos seus utilizadores, possibilitando assim que os mesmos sejam direcionados ao atendimento do objetivo proposto. O Kahoot é uma ferramenta online fundamentada na Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) ou, do inglês, Game Based Learning (GBL), usada como tecnologia educacional em salas de aula de algumas escolas e universidades. Percebendo-se a praticidade da plataforma Kahoot e os benefícios que a ABJ pode proporcionar aos discentes e aos docentes, este artigo foi desenvolvido com o objetivo de aplicar um quiz por meio da ferramenta citada, para mensurar em quais conteúdos os alunos possuíam domínio ou estavam encontrando dificuldades na disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. O quiz proposto consistiu na formulação de 38 questões de múltipla escolha relacionadas aos assuntos ministrados em sala de aula até a data da sua aplicação. Através dos resultados obtidos identificaram-se os conteúdos, sendo possível em aulas posteriores a revisão de alguns assuntos, bem como um melhor direcionamento da disciplina.	Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem
A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO ALUNO/ALUNO E PROFESSOR/ALUNO NO APRENDIZADO - UMA VISÃO DA POLI/UPE	O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a percepção dos alunos da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) quanto à importância das relações aluno/aluno e professor/aluno para o sucesso do aprendizado. A POLI/UPE tem 106 anos de existência e oferece 7 cursos de engenharia, a saber: Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Para o desenvolvimento desta pesquisa aplicou-se um questionário elaborado no Google Forms, contendo 12 questões relativas ao tema. O questionário foi respondido por 312 discentes dos 7 cursos da graduação, matriculados a partir do 2º período. Observou-se que 73% dos entrevistados consideram a boa relação aluno/aluno fundamental para o seu desempenho nas disciplinas e que 95% consideram a relação professor/aluno essencial para o sucesso do aprendizado.	Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem
A INFLUÊNCIA DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA NA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS CIVIS	Tendo em vista as mudanças ocorridas na sociedade nos últimos anos, percebe-se que o perfil profissional traçado pelo mercado de trabalho vem valorizando habilidades associadas ao dinamismo e à cooperatividade. Sendo assim, o presente artigo visa verificar a aplicabilidade da metodologia de Aprendizagem Cooperativa (AC) no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, bem como sua importância como ferramenta na formação de engenheiros mais capacitados. Esse assunto se faz relevante, visto que é na graduação que os estudantes começam a se preparar para o mercado de trabalho, iniciando sua carreira profissional. Através da análise comparativa do comportamento dos alunos diante de aulas	Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem

	<p>cuja metodologia segue conceitos da AC e de aulas tradicionais, buscou-se avaliar o nível de engajamento e de interação nas aulas entre os alunos no ambiente acadêmico. Baseado nisso, buscou-se chegar a conclusões sobre o desenvolvimento dos alunos quanto às principais competências para uma boa atuação profissional, como responsabilidade individual, interdependência positiva e habilidades sociais. Com o intuito de se efetuar a análise desejada, foram feitos questionários e entrevistas com professores e alunos do curso. Os resultados foram condizentes com o esperado, já que os professores entrevistados reconheceram que, ao realizarem aulas mais dinâmicas, os alunos se tornam mais participativos e propícios a desenvolverem habilidades requeridas pelo mercado de trabalho. Entretanto, não se pode afirmar que esse efeito se deve exclusivamente pela metodologia aplicada, devido à proximidade dos resultados obtidos nas diferentes situações.</p>	
<p>A MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DAS DIFICULDADES APRESENTADAS POR ACADÊMICOS INGRESSANTES</p>	<p>O objetivo deste artigo é investigar como os acadêmicos dos cursos de engenharia percebem o papel da matemática para sua formação como futuros engenheiros e verificar quais são as dificuldades apresentadas por eles no que se refere a aprendizagem de conteúdos matemáticos que envolvam a álgebra, trigonometria e a geometria. Para tanto, realizamos um estudo de campo com 207 acadêmicos matriculados no primeiro semestre dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Química de uma instituição selecionada. Na coleta de dados utilizamos um questionário informativo misto, composto por 14 questões que foram analisadas e agrupadas em seis quadros de acordo com as categorias estabelecidas, seguidas da análise descritiva de cada uma delas. Foi possível observar que a maioria (82,61%) dos acadêmicos investigados reconhecem que a matemática é fundamental para a formação do engenheiro, principalmente no que se refere ao seu uso para as demais disciplinas do curso e para a resolução de problemas da engenharia. Além disso, constatamos que os investigados apresentaram dificuldades para descreverem e identificarem os conceitos de geometria, álgebra e trigonometria.</p>	<p>Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem</p>
<p>A QUALIFICAÇÃO DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</p>	<p>A construção civil é uma das atividades que mais impacta negativamente o meio ambiente. A adequada formação acadêmica é importante para preparar os profissionais envolvidos na busca por construções sustentáveis, observando premissas ambientais, como ocorre nas grandes cidades do mundo. Este artigo objetiva apresentar uma visão geral das grades curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e Arquitetura, ofertados no Estado do Rio de Janeiro, com uma avaliação das disciplinas referentes à sustentabilidade. Os resultados sinalizam que a maioria dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura da Região avaliada não estão preparando adequadamente os alunos para a demanda mercadológica de construções sustentáveis.</p>	<p>Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem</p>
<p>ACESSIBILIDADE COMO TEMA DE TRABALHOS TRANSVERSAIS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL</p>	<p>O presente trabalho relata experiências de atividades transversais de pesquisa, ensino e extensão envolvendo alunos do curso de Engenharia Civil do CEFETMG, Campus Curvelo. A ideia de trabalhar com pesquisa abordando a acessibilidade ocorreu no ano de 2015 cujo trabalho fazia uma análise das condições de acessibilidade a edificações, mobiliário e espaços no Campus e propunha recomendações para adaptações conforme a Norma ABNTNBR 9050. Em concomitância a esta pesquisa, surgiram abordagens dentro das disciplinas de Projeto Arquitetônico da Engenharia Civil e do Técnico em Edificações no sentido de tratar do tema de forma mais ampla, analisando edificações e espaços localizados no município Curvelo. Em 2016 novas pesquisas entraram em andamento, uma realizando um diagnóstico de praças públicas da cidade e outra de Educação Inclusiva voltada ao ambiente escolar. No mesmo ano ocorreu o primeiro curso de acessibilidade voltado a alunos da Graduação. Em 2017 mais atividades relacionadas ao tema foram</p>	<p>Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem</p>

	<p>realizadas, como pequenas reformas para adequações construtivas nas edificações e nos espaços do Campus com base nas recomendações técnicas da pesquisa realizada em 2015, além de dois cursos de acessibilidade voltados aos estudantes do CEFET-MG e a comunidade de Curvelo. A partir dos relatos de participantes, verificou-se a transversalidade do tema acessibilidade em atividades de pesquisa, ensino e extensão universitária do Curso de Engenharia Civil. A medida que uma atividade está em desenvolvimento ou em fase de finalização, novas ideias vão surgindo, que se complementam de forma a demonstrar a indissociação entre pesquisa, ensino e extensão.</p>	
<p>CÁLCULO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS PELO TEOREMA DE GREEN: DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MECÂNICA VETORIAL</p>	<p>Este trabalho relata o desenvolvimento de um software educacional que calcula as propriedades geométricas (área, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia e produto de inércia) de seções planas, utilizando o Teorema de Green. O software tem como objetivo auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Vetorial do curso de Engenharia Civil, servindo como ferramenta mediadora para que o estudante possa construir seu conhecimento e relacionar os conteúdos de Mecânica Vetorial com conceitos previamente estudados em disciplinas de Cálculo e de Programação. Uma vez que o seu código está inteiramente disponível para leitura e análise, o software permite que o estudante seja mais do que um simples usuário, podendo compreender o seu real funcionamento, todas suas etapas de cálculo, e inclusive propor mudanças ou acréscimos em sua programação. Permite, também, que o estudante desenvolva sua autonomia no estudo e na resolução de exercícios, através da comparação dos seus resultados com os obtidos por cálculos manuais. Devido à automatização de cálculos repetitivos, o estudante fica livre para estudar uma grande gama de exemplos e assim compreender de forma mais conceitual cada propriedade geométrica e o que ela representa.</p>	<p>Matemática</p>
<p>CONSTRUIR COOPERANDO COM O MEIO AMBIENTE: BAMBU EM PROL DA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL</p>	<p>O planeta Terra sofre com as atitudes e agressões do Homem, que ocasionaram ao longo dos séculos feridas no Meio Ambiente, através de exploração de recursos naturais, desmatamento, poluição, contaminação do solo, ar e das águas, gerando condições climáticas adversas, aumento do aquecimento global e tantas outras mazelas. Toda ação tem uma consequência, como as sequelas deixadas pelas intervenções citadas. Nesse sentido há um movimento crescente da sociedade civil organizada, em prol da preservação do meio ambiente, buscando por alternativas e novas técnicas que não apenas minimizem os impactos ambientais, mas também atenuem a exploração exacerbada de insumos, cooperando para um desenvolvimento socioeconômico justo e equilibrado. O emprego do bambu nos diversos campos da Arquitetura e Engenharia é uma alternativa para o trajeto deste desenvolvimento, pois esta planta é um excelente sequestrador de carbono, é um material resistente, leve, versátil e com extraordinárias características mecânicas, físicas e químicas, que lhe permitem várias formas de aplicações ao natural ou processadas, com reprodução rápida em condições de baixos requisitos. A aplicação do bambu na construção civil, não carece de mão de obra técnica especializada, onde, esse fato pode ampliar a empregabilidade de enormes contingentes de pessoas, gerando emprego e renda, nessa crise econômica que afeta o Brasil. O bambu é flexível, apresenta longa durabilidade e uma ótima resistência aos principais esforços e solicitações das edificações, bem como coopera com a Arquitetura e Engenharia sustentável. Ainda existe preconceito e pouca informação quanto ao uso do material no segmento da construção civil, entretanto o maior problema é a falta de parâmetros de cálculo para que essas obras possam ser regulamentadas e, deste modo, serem melhor projetadas, desenvolvidas e difundidas pelos profissionais responsáveis.</p>	<p>Geometria</p>
<p>MODELO DIDÁTICO DE PERCOLAÇÃO EM UMA</p>	<p>Em barragens de terra apoiadas em maciços de rocha, a percolação da água ocorre principalmente por meio do</p>	<p>01. Métodos e Meios de</p>

BARRAGEM DE TERRA	<p>corpo da barragem. Para que se tenha um controle sobre a água que percola pela estrutura, utiliza-se de uma drenagem interna por meio de filtros, para que se evitem problemas internos devidos às forças de percolação da água. Uma das formas de avaliar este processo é uso das "Redes de Fluxo", que representam graficamente o fenômeno da percolação nos meios porosos, sendo possível determinar as vazões e pressões em uma barragem, como também verificar as possíveis ocorrências de erosões internas. Por se tratar de um método gráfico, composto por linhas de fluxo e linhas equipotenciais, que representam os caminhos de percolação da água, e que são traçadas manualmente seguindo o provável caminho que a água irá percorrer, verifica-se certa dificuldade de visualização e interpretação por parte dos alunos no entendimento desse estudo em disciplinas relacionadas no curso de Engenharia Civil. Neste contexto, este trabalho propôs a elaboração de um modelo didático em escala reduzida de uma barragem de terra, com a finalidade de representar visualmente o fenômeno da percolação pelo corpo da barragem, facilitando o entendimento e aprendizado do fenômeno. A validação do modelo se deu com a comparação dos dados observados no modelo didático e em um modelo de representação com as Redes de Fluxo. Verificou-se coerência dos resultados em ambos os modelos, sendo o modelo didático considerado uma ferramenta útil de aprendizado deste fenômeno relacionado com áreas da Engenharia Civil.</p>	Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA – ENSINO DE DESENHO GEOMÉTRICO COM INSTRUMENTOS E CAD NA ENGENHARIA	<p>Tivemos grandes avanços recentes na engenharia com a evolução dos recursos de sistemas CAD (Computer-Aided Design). Defende-se a importância do uso do esboço e instrumentos de desenho de prancheta para transição do uso absoluto de CAD e as ferramentas de engenharia relacionadas (CAE - Computer-Aided Engineering Computer e CAM-Computer-Aided Manufacturing) que são a base para integração tecnológica da indústria 4.0. Pela herança milenar do desenho geométrico (DG) podemos iniciar este processo tão rico e abrangente que acompanha decisivamente a história da humanidade e influenciou no seu crescimento e no bem produzido com o uso inteligente de seus recursos e consequente evolução da sociedade. A experiência prática em empregar CAD de aulas de desenho no Departamento de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, que sustenta cinco cursos de engenharia veicular (Automotiva, Aeroespacial, Ferroviária e Metroviária, Naval e Mecatrônica) bem como na área civil (Engenharia de Transporte e Logística e Engenharia de Infraestrutura), representam uma grande oportunidade de inovar ou buscar a excelência no ensino de desenho de engenharia que pode ser sustentável quando atende a formação acadêmica para uma nova revolução industrial.</p>	01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem
UTILIZAÇÃO DE EVENTOS CONTEXTUALIZADOS NAS AULAS DE VETORES E GEOMETRIA ANALÍTICA – PRIMEIRAS REFLEXÕES	<p>A preocupação com o ensino e a aprendizagem da Matemática para os cursos de Engenharia tem ocupado grande espaço nas discussões de docentes da área e, principalmente, no âmbito dos COBENGES. Nossas pesquisas têm mostrado a necessidade de mudança, não apenas na didática do professor ou nas tecnologias de informação utilizadas, mas também para um novo olhar em como motivar o estudante e torná-lo responsável pelo seu aprendizado. Outro ponto que devemos nos preocupar é que os alunos sejam mais críticos e que percebam as conexões entre as áreas de conhecimento. Integrar os assuntos discutidos nas aulas de Matemática com as resoluções de problemas de sua futura área de atuação poderá despertar no jovem ingressante nos cursos de Engenharia uma atitude mais positiva em relação ao seu aprendizado. Nesse sentido, apresentamos, influenciados pelo referencial A Matemática no Contexto das Ciências, dois exemplos de eventos contextualizados para serem utilizados em aulas de Vetores e Geometria Analítica. O primeiro explora o conceito de produto vetorial com aplicações na Engenharia Civil, enquanto o segundo aborda produto escalar e equação de plano em uma aplicação na Computação Gráfica.</p>	01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem

2017

<p>AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADO SOLICITADOS À FLEXÃO NORMAL SIMPLES E AXIALMENTE CONFORME CRITÉRIOS DA ABNT NBR 8800:2008</p>	<p>A automatização de procedimentos técnicos de engenharia vem em crescimento gradativo a cada ano, onde junto ao avanço tecnológico surgem novas ferramentas cada vez mais surpreendentes e inovadoras para apoio acadêmico e profissional. Rotinas computacionais que surgem e tornam o trabalho mais rápido e efetivo são de fundamental importância, garantindo menor dispêndio de tempo para a execução de análises e maior eficiência nos resultados obtidos. O conhecimento técnico é fundamental, e nada o substitui, porém, a utilização de aplicativos automatizados como apoio no decorrer da elaboração das atividades se torna uma ferramenta importante e prática. Este trabalho apresentará o desenvolvimento de um aplicativo para verificação de perfis de aço laminado solicitados a esforços axiais (tração e compressão) e de flexão normal simples conforme os critérios estabelecidos pela norma técnica ABNT NBR 8800:2008 através de rotinas computacionais desenvolvidas em linguagem de programação Visual Basic. O aplicativo servirá de apoio no estudo de perfis de aço laminado da disciplina de estruturas metálicas oferecida pelo curso de graduação em engenharia civil da Universidade Brasil, possibilitando aos alunos o desenvolvimento de maior número de exemplos práticos, conferência junto aos resultados obtidos manualmente e diversos estudos de casos e soluções de problemas, devido às otimizações de tempo e resultados oferecidos pelo aplicativo, bem como também na verificação desses perfis para projetos de engenharia.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>COMPETIÇÕES NO ENSINO DA ENGENHARIA GEOTÉCNICA: A EXPERIÊNCIA DO DESAFIO DE TALUDES DA UFPR</p>	<p>No curso de Engenharia Civil da UFPR, as disciplinas relacionadas ao estudo da Geotecnia são ofertadas relativamente tarde quando comparadas às de outras áreas da Engenharia. Além disso, uma carga horária demasiadamente baixa é destinada à elas, o que torna sua visibilidade comprometida. Com o intuito de difundir a Engenharia Geotécnica, o grupo PET Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná idealizou o Desafio de Taludes. Essa competição teve por objetivo estimular os alunos a aplicar seus conhecimentos relativos à Geotecnia na execução de um talude em modelo reduzido. O foco da realização da competição foi promover a aprendizagem ativa entre os alunos, proporcionando a integração do conhecimento obtido na academia com os conceitos práticos do trabalho do Engenheiro. A proposta do Desafio é o dimensionamento, por parte dos competidores, de um modelo reduzido de uma obra de contenção de taludes na modalidade de terra armada, utilizando apenas papel e areia para a simulação das estruturas. Os participantes tiveram seus trabalhos quantificados em critérios referentes à resistência mecânica, uso do tempo, economia de recursos e horizontalidade da face superior. A primeira edição do evento contou com treze equipes de diversas Universidades da região Sul e resultou em uma grande cobertura por parte da revista Fundações e Obras Geotécnicas.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>CURSO DE MECÂNICA ZERO: DIMINUINDO O GAP ENTRE CICLO BÁSICO E PROFISSIONAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA</p>	<p>É de extrema importância que o profissional da engenharia tenha a habilidade de visualizar e compreender o comportamento das estruturas em diferentes circunstâncias, e não é fornecendo apenas as ferramentas analíticas e computacionais que o aluno desenvolve tal habilidade no decorrer da sua graduação. O estudo matemático das estruturas, ou seja, o estudo quantitativo, depende do estudo da concepção estrutural, onde são analisados os fenômenos que regem o comportamento das estruturas. O "Mecânica Zero" foi o nome dado a um minicurso realizado durante a Semana</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>

	do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFPA) no ano de 2015 e no presente trabalho temos como objetivo relatar uma proposta de metodologia de ensino desenvolvida pelo Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem (PCNA), contando com a parceria do Laboratório Didático da Faculdade de Engenharia Civil (LABDIC). O curso visa uma nova proposta metodológica voltada ao ciclo básico de engenharias como a civil, a mecânica, a elétrica, entre outras que, muitas vezes, durante este ciclo, não conseguem desenvolver a intuição dos alunos ao mesmo tempo que desenvolve os conhecimentos teóricos. No "Mecânica Zero" são aplicados os princípios da metodologia ativa combinados ao uso de ferramentas didáticas e modelos físicos qualitativos, que intenta em tornar visível para os alunos a projeção dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana na disciplina "mecânica dos sólidos" pertencente ao ciclo profissional de grande parte dos cursos de engenharia.	
INOVAÇÃO NO ENSINO/APRENDIZADO DE TERMODINÂMICA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS POR MEIO DO ESTUDO DA DILATAÇÃO TÉRMICA DOS CABOS DA REDE ELÉTRICA DE VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA	O artigo constrói uma conexão entre ensino aprendizagem acerca das disciplinas relacionadas a termodinâmica e propriedades dos materiais pelo cálculo da dilatação dos cabos de redes elétricas aéreas de Vitória da Conquista quando submetidos à variação de temperatura da cidade, à partir dos dados fornecidos pela companhia responsável pela distribuição elétrica da cidade - COELBA, como didática de ensino lecionada nos cursos de Engenharia Civil e Elétrica no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista.	05. Indissociabilidade entre a tríade ensino, pesquisa e extensão/05.3. Projetos que foquem em Inovação no Ensino/Aprendizagem
TRELIÇA DE AÇO COM O USO DE VERGALHÕES	O presente trabalho foi proposto aos acadêmicos da disciplina de Estruturas Metálicas II da Universidade Estadual de Goiás, pelo professor Cláudio Marra Alves, com o objetivo de se colocar em prática os aprendizados e conhecimentos teóricos acerca da matéria, Estruturas de aço, em interdisciplinaridade com outras já cursadas durante o curso de Engenharia Civil. Além disso, é uma oportunidade de exercitar qualidades exigidas no mercado de trabalho, como a capacidade técnica de criação, o trabalho em equipe, o planejamento e organização no desenvolvimento de projetos e solução de problemas, dentro do prazo pré-estabelecido. Sendo assim, o trabalho em questão visa construir treliças de aço, utilizando vergalhões CA-60, biapoiadas de forma a vencer um vão livre de 700 milímetros, obtendo a maior eficiência possível (relação entre a carga obtida no ensaio e o somatório do peso da treliça). Dessa forma, para a execução da treliça, foram realizadas modulações para escolher a melhor opção da geometria da estrutura e, conseqüentemente, obter o melhor resultado.	01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem
TRELIÇA DE PALITO DE PICOLÉ	O presente trabalho foi proposto aos acadêmicos da disciplina de Estruturas de Madeira da Universidade Estadual de Goiás, pelo professor Cláudio Marra Alves, com o objetivo de se colocar em prática os aprendizados e conhecimentos teóricos acerca da matéria em questão, em interdisciplinaridade com outras já cursadas durante o curso de Engenharia Civil. Além disso, é uma oportunidade de exercitar qualidades exigidas no mercado de trabalho, como a capacidade técnica de criação, o trabalho em equipe, o planejamento e organização no desenvolvimento de projetos e solução de problemas, dentro do prazo pré-estabelecido. Sendo assim, o trabalho em questão visa construir treliças de madeira, utilizando palitos de picolé, biapoiadas de forma a vencer um vão livre de 700 milímetros, obtendo a maior eficiência possível (relação entre a carga obtida no ensaio e o somatório do peso da treliça). Dessa forma, para a execução da treliça, foram realizados ensaios com os palitos de picolé, para se ter conhecimento da resistência da madeira e, assim, escolher a melhor opção da geometria da estrutura e, conseqüentemente, obter o melhor resultado.	01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.2. Estratégias Pedagógicas
Título do Artigo	Resumo	Área
A CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR VEÍCULAR:UM	Neste trabalho apresentamos as etapas da construção de um Simulador Veicular caracterizado com uma atividade interdisciplinar envolvendo alunos dos cursos de	

PROEJTO INTERDISCIPLINAR	engenharia elétrica, civil, design e computação. A temática que permeou as diversas etapas trabalho foi o uso de conceitos da Física na Educação para o Trânsito. O trabalho propiciou uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia.	
A FERRAMENTA KAHOOT APLICADA À DISCIPLINA DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DA SUPERESTRUTURA VIÁRIA	Os jogos são ferramentas práticas com regras bem definidas e, quando inseridas em um contexto adequado, reforçam a capacidade dos seus usuários de tomarem decisões, trabalharem em equipe e promoverem competências em âmbito individual e social, com destaque para a liderança. Os jogos também passam a captar as habilidades, competências e, também, as fraquezas dos seus utilizadores, possibilitando assim que os mesmos sejam direcionados ao atendimento do objetivo proposto. O Kahoot é uma ferramenta online fundamentada na Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) ou, do inglês, Game Based Learning (GBL), usada como tecnologia educacional em salas de aula de algumas escolas e universidades. Percebendo-se a praticidade da plataforma Kahoot e os benefícios que a ABJ pode proporcionar aos discentes e aos docentes, este artigo foi desenvolvido com o objetivo de aplicar um quiz por meio da ferramenta citada, para mensurar em quais conteúdos os alunos possuíam domínio ou estavam encontrando dificuldades na disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. O quiz proposto consistiu na formulação de 38 questões de múltipla escolha relacionadas aos assuntos ministrados em sala de aula até a data da sua aplicação. Através dos resultados obtidos identificaram-se os conteúdos, sendo possível em aulas posteriores a revisão de alguns assuntos, bem como um melhor direcionamento da disciplina.	
A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO ALUNO/ALUNO E PROFESSOR/ALUNO NO APRENDIZADO - UMA VISÃO DA POLI/UPE	O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a percepção dos alunos da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) quanto à importância das relações aluno/aluno e professor/aluno para o sucesso do aprendizado. A POLI/UPE tem 106 anos de existência e oferece 7 cursos de engenharia, a saber: Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Para o desenvolvimento desta pesquisa aplicou-se um questionário elaborado no Google Forms, contendo 12 questões relativas ao tema. O questionário foi respondido por 312 discentes dos 7 cursos da graduação, matriculados a partir do 2º período. Observou-se que 73% dos entrevistados consideram a boa relação aluno/aluno fundamental para o seu desempenho nas disciplinas e que 95% consideram a relação professor/aluno essencial para o sucesso do aprendizado.	
A INFLUÊNCIA DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA NA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS CIVIS	Tendo em vista as mudanças ocorridas na sociedade nos últimos anos, percebe-se que o perfil profissional traçado pelo mercado de trabalho vem valorizando habilidades associadas ao dinamismo e à cooperatividade. Sendo assim, o presente artigo visa verificar a aplicabilidade da metodologia de Aprendizagem Cooperativa (AC) no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, bem como sua importância como ferramenta na formação de engenheiros mais capacitados. Esse assunto se faz relevante, visto que é na graduação que os estudantes começam a se preparar para o mercado de trabalho, iniciando sua carreira profissional. Através da análise comparativa do comportamento dos alunos diante de aulas cuja metodologia segue conceitos da AC e de aulas tradicionais, buscou-se avaliar o nível de engajamento e de interação nas aulas entre os alunos no ambiente acadêmico. Baseado nisso, buscou-se chegar a conclusões sobre o desenvolvimento dos alunos quanto às principais competências para uma boa atuação profissional, como responsabilidade individual, interdependência positiva e habilidades sociais. Com o intuito de se efetuar a análise desejada, foram feitos questionários e entrevistas com professores e alunos do curso. Os resultados foram	

	condizentes com o esperado, já que os professores entrevistados reconheceram que, ao realizarem aulas mais dinâmicas, os alunos se tornam mais participativos e propícios a desenvolverem habilidades requeridas pelo mercado de trabalho. Entretanto, não se pode afirmar que esse efeito se deve exclusivamente pela metodologia aplicada, devido à proximidade dos resultados obtidos nas diferentes situações.	
A MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DAS DIFICULDADES APRESENTADAS POR ACADÊMICOS INGRESSANTES	O objetivo deste artigo é investigar como os acadêmicos dos cursos de engenharia percebem o papel da matemática para sua formação como futuros engenheiros e verificar quais são as dificuldades apresentadas por eles no que se refere a aprendizagem de conteúdos matemáticos que envolvam a álgebra, trigonometria e a geometria. Para tanto, realizamos um estudo de campo com 207 acadêmicos matriculados no primeiro semestre dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Química de uma instituição selecionada. Na coleta de dados utilizamos um questionário informativo misto, composto por 14 questões que foram analisadas e agrupadas em seis quadros de acordo com as categorias estabelecidas, seguidas da análise descritiva de cada uma delas. Foi possível observar que a maioria (82,61%) dos acadêmicos investigados reconhecem que a matemática é fundamental para a formação do engenheiro, principalmente no que se refere ao seu uso para as demais disciplinas do curso e para a resolução de problemas da engenharia. Além disso, constatamos que os investigados apresentaram dificuldades para descreverem e identificarem os conceitos de geometria, álgebra e trigonometria.	
A QUALIFICAÇÃO DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	A construção civil é uma das atividades que mais impacta negativamente o meio ambiente. A adequada formação acadêmica é importante para preparar os profissionais envolvidos na busca por construções sustentáveis, observando premissas ambientais, como ocorre nas grandes cidades do mundo. Este artigo objetiva apresentar uma visão geral das grades curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e Arquitetura, ofertados no Estado do Rio de Janeiro, com uma avaliação das disciplinas referentes à sustentabilidade. Os resultados sinalizam que a maioria dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura da Região avaliada não estão preparando adequadamente os alunos para a demanda mercadológica de construções sustentáveis.	
ACESSIBILIDADE COMO TEMA DE TRABALHOS TRANSVERSAIS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL	O presente trabalho relata experiências de atividades transversais de pesquisa, ensino e extensão envolvendo alunos do curso de Engenharia Civil do CEFETMG, Campus Curvelo. A ideia de trabalhar com pesquisa abordando a acessibilidade ocorreu no ano de 2015 cujo trabalho fazia uma análise das condições de acessibilidade a edificações, mobiliário e espaços no Campus e propunha recomendações para adaptações conforme a Norma ABNTNBR 9050. Em concomitância a esta pesquisa, surgiram abordagens dentro das disciplinas de Projeto Arquitetônico da Engenharia Civil e do Técnico em Edificações no sentido de tratar do tema de forma mais ampla, analisando edificações e espaços localizados no município Curvelo. Em 2016 novas pesquisas entraram em andamento, uma realizando um diagnóstico de praças públicas da cidade e outra de Educação Inclusiva voltada ao ambiente escolar. No mesmo ano ocorreu o primeiro curso de acessibilidade voltado a alunos da Graduação. Em 2017 mais atividades relacionadas ao tema foram realizadas, como pequenas reformas para adequações construtivas nas edificações e nos espaços do Campus com base nas recomendações técnicas da pesquisa realizada em 2015, além de dois cursos de acessibilidade voltados aos estudantes do CEFET-MG e a comunidade de Curvelo. A partir dos relatos de participantes, verificou-se a transversalidade do tema acessibilidade em atividades de pesquisa, ensino e extensão universitária do Curso de Engenharia Civil. A medida que uma atividade está em desenvolvimento ou em fase de finalização, novas ideias	

	vão surgindo, que se complementam de forma a demonstrar a indissociação entre pesquisa, ensino e extensão.	
CÁLCULO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS PELO TEOREMA DE GREEN: DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MECÂNICA VETORIAL	Este trabalho relata o desenvolvimento de um software educacional que calcula as propriedades geométricas (área, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia e produto de inércia) de seções planas, utilizando o Teorema de Green. O software tem como objetivo auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Vetorial do curso de Engenharia Civil, servindo como ferramenta mediadora para que o estudante possa construir seu conhecimento e relacionar os conteúdos de Mecânica Vetorial com conceitos previamente estudados em disciplinas de Cálculo e de Programação. Uma vez que o seu código está inteiramente disponível para leitura e análise, o software permite que o estudante seja mais do que um simples usuário, podendo compreender o seu real funcionamento, todas suas etapas de cálculo, e inclusive propor mudanças ou acréscimos em sua programação. Permite, também, que o estudante desenvolva sua autonomia no estudo e na resolução de exercícios, através da comparação dos seus resultados com os obtidos por cálculos manuais. Devido à automatização de cálculos repetitivos, o estudante fica livre para estudar uma grande gama de exemplos e assim compreender de forma mais conceitual cada propriedade geométrica e o que ela representa.	Matemática
CONSTRUIR COOPERANDO COM O MEIO AMBIENTE: BAMBU EM PROL DA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL	O planeta Terra sofre com as atitudes e agressões do Homem, que ocasionaram ao longo dos séculos feridas no Meio Ambiente, através de exploração de recursos naturais, desmatamento, poluição, contaminação do solo, ar e das águas, gerando condições climáticas adversas, aumento do aquecimento global e tantas outras mazelas. Toda ação tem uma consequência, como as sequelas deixadas pelas intervenções citadas. Nesse sentido há um movimento crescente da sociedade civil organizada, em prol da preservação do meio ambiente, buscando por alternativas e novas técnicas que não apenas minimizem os impactos ambientais, mas também atenuem a exploração exacerbada de insumos, cooperando para um desenvolvimento socioeconômico justo e equilibrado. O emprego do bambu nos diversos campos da Arquitetura e Engenharia é uma alternativa para o trajeto deste desenvolvimento, pois esta planta é um excelente sequestrador de carbono, é um material resistente, leve, versátil e com extraordinárias características mecânicas, físicas e químicas, que lhe permitem várias formas de aplicações ao natural ou processadas, com reprodução rápida em condições de baixos requisitos. A aplicação do bambu na construção civil, não carece de mão de obra técnica especializada, onde, esse fato pode ampliar a empregabilidade de enormes contingentes de pessoas, gerando emprego e renda, nessa crise econômica que afeta o Brasil. O bambu é flexível, apresenta longa durabilidade e uma ótima resistência aos principais esforços e solicitações das edificações, bem como coopera com a Arquitetura e Engenharia sustentável. Ainda existe preconceito e pouca informação quanto ao uso do material no segmento da construção civil, entretanto o maior problema é a falta de parâmetros de cálculo para que essas obras possam ser regulamentadas e, deste modo, serem melhor projetadas, desenvolvidas e difundidas pelos profissionais responsáveis.	Geometria
MODELO DIDÁTICO DE PERCOLAÇÃO EM UMA BARRAGEM DE TERRA	Em barragens de terra apoiadas em maciços de rocha, a percolação da água ocorre principalmente por meio do corpo da barragem. Para que se tenha um controle sobre a água que percola pela estrutura, utiliza-se de uma drenagem interna por meio de filtros, para que se evitem problemas internos devidos às forças de percolação da água. Uma das formas de avaliar este processo é uso das "Redes de Fluxo", que representam graficamente o fenômeno da percolação nos meios porosos, sendo possível determinar as vazões e pressões em uma barragem, como também verificar as possíveis ocorrências de erosões internas. Por se tratar de um método gráfico,	01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem

	<p>composto por linhas de fluxo e linhas equipotenciais, que representam os caminhos de percolação da água, e que são traçadas manualmente seguindo o provável caminho que a água irá percorrer, verifica-se certa dificuldade de visualização e interpretação por parte dos alunos no entendimento desse estudo em disciplinas relacionadas no curso de Engenharia Civil. Neste contexto, este trabalho propôs a elaboração de um modelo didático em escala reduzida de uma barragem de terra, com a finalidade de representar visualmente o fenômeno da percolação pelo corpo da barragem, facilitando o entendimento e aprendizado do fenômeno. A validação do modelo se deu com a comparação dos dados observados no modelo didático e em um modelo de representação com as Redes de Fluxo. Verificou-se coerência dos resultados em ambos os modelos, sendo o modelo didático considerado uma ferramenta útil de aprendizado deste fenômeno relacionado com áreas da Engenharia Civil.</p>	
<p>REPRESENTAÇÃO GRÁFICA – ENSINO DE DESENHO GEOMÉTRICO COM INSTRUMENTOS E CAD NA ENGENHARIA</p>	<p>Tivemos grandes avanços recentes na engenharia com a evolução dos recursos de sistemas CAD (Computer-Aided Design). Defende-se a importância do uso do esboço e instrumentos de desenho de prancheta para transição do uso absoluto de CAD e as ferramentas de engenharia relacionadas (CAE - Computer-Aided Engineering Computer e CAM-Computer-Aided Manufacturing) que são a base para integração tecnológica da indústria 4.0. Pela herança milenar do desenho geométrico (DG) podemos iniciar este processo tão rico e abrangente que acompanha decisivamente a história da humanidade e influenciou no seu crescimento e no bem produzido com o uso inteligente de seus recursos e conseqüente evolução da sociedade. A experiência prática em empregar CAD de aulas de desenho no Departamento de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, que sustenta cinco cursos de engenharia veicular (Automotiva, Aeroespacial, Ferroviária e Metroviária, Naval e Mecatrônica) bem como na área civil (Engenharia de Transporte e Logística e Engenharia de Infraestrutura), representam uma grande oportunidade de inovar ou buscar a excelência no ensino de desenho de engenharia que pode ser sustentável quando atende a formação acadêmica para uma nova revolução industrial.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem</p>
<p>UTILIZAÇÃO DE EVENTOS CONTEXTUALIZADOS NAS AULAS DE VETORES E GEOMETRIA ANALÍTICA – PRIMEIRAS REFLEXÕES</p>	<p>A preocupação com o ensino e a aprendizagem da Matemática para os cursos de Engenharia tem ocupado grande espaço nas discussões de docentes da área e, principalmente, no âmbito dos COBENGEs. Nossas pesquisas têm mostrado a necessidade de mudança, não apenas na didática do professor ou nas tecnologias de informação utilizadas, mas também para um novo olhar em como motivar o estudante e torná-lo responsável pelo seu aprendizado. Outro ponto que devemos nos preocupar é que os alunos sejam mais críticos e que percebam as conexões entre as áreas de conhecimento. Integrar os assuntos discutidos nas aulas de Matemática com as resoluções de problemas de sua futura área de atuação poderá despertar no jovem ingressante nos cursos de Engenharia uma atitude mais positiva em relação ao seu aprendizado. Nesse sentido, apresentamos, influenciados pelo referencial A Matemática no Contexto das Ciências, dois exemplos de eventos contextualizados para serem utilizados em aulas de Vetores e Geometria Analítica. O primeiro explora o conceito de produto vetorial com aplicações na Engenharia Civil, enquanto o segundo aborda produto escalar e equação de plano em uma aplicação na Computação Gráfica.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem/01.1. Inovação no ensino/aprendizagem</p>

2017

AUTOMAÇÃO DOS	A automatização de procedimentos técnicos de	01. Métodos e Meios de
---------------	--	------------------------

<p>PROCESSOS DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADO SOLICITADOS À FLEXÃO NORMAL SIMPLES E AXIALMENTE CONFORME CRITÉRIOS DA ABNT NBR 8800:2008</p>	<p>engenharia vem em crescimento gradativo a cada ano, onde junto ao avanço tecnológico surgem novas ferramentas cada vez mais surpreendentes e inovadoras para apoio acadêmico e profissional. Rotinas computacionais que surgem e tornam o trabalho mais rápido e efetivo são de fundamental importância, garantindo menor dispêndio de tempo para a execução de análises e maior eficiência nos resultados obtidos. O conhecimento técnico é fundamental, e nada o substitui, porém, a utilização de aplicativos automatizados como apoio no decorrer da elaboração das atividades se torna uma ferramenta importante e prática. Este trabalho apresentará o desenvolvimento de um aplicativo para verificação de perfis de aço laminado solicitados a esforços axiais (tração e compressão) e de flexão normal simples conforme os critérios estabelecidos pela norma técnica ABNT NBR 8800:2008 através de rotinas computacionais desenvolvidas em linguagem de programação Visual Basic. O aplicativo servirá de apoio no estudo de perfis de aço laminado da disciplina de estruturas metálicas oferecida pelo curso de graduação em engenharia civil da Universidade Brasil, possibilitando aos alunos o desenvolvimento de maior número de exemplos práticos, conferência junto aos resultados obtidos manualmente e diversos estudos de casos e soluções de problemas, devido às otimizações de tempo e resultados oferecidos pelo aplicativo, bem como também na verificação desses perfis para projetos de engenharia.</p>	<p>Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>COMPETIÇÕES NO ENSINO DA ENGENHARIA GEOTÉCNICA: A EXPERIÊNCIA DO DESAFIO DE TALUDES DA UFPR</p>	<p>No curso de Engenharia Civil da UFPR, as disciplinas relacionadas ao estudo da Geotecnia são ofertadas relativamente tarde quando comparadas às de outras áreas da Engenharia. Além disso, uma carga horária demasiadamente baixa é destinada a elas, o que torna sua visibilidade comprometida. Com o intuito de difundir a Engenharia Geotécnica, o grupo PET Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná idealizou o Desafio de Taludes. Essa competição teve por objetivo estimular os alunos a aplicar seus conhecimentos relativos à Geotecnia na execução de um talude em modelo reduzido. O foco da realização da competição foi promover a aprendizagem ativa entre os alunos, proporcionando a integração do conhecimento obtido na academia com os conceitos práticos do trabalho do Engenheiro. A proposta do Desafio é o dimensionamento, por parte dos competidores, de um modelo reduzido de uma obra de contenção de taludes na modalidade de terra armada, utilizando apenas papel e areia para a simulação das estruturas. Os participantes tiveram seus trabalhos quantificados em critérios referentes à resistência mecânica, uso do tempo, economia de recursos e horizontalidade da face superior. A primeira edição do evento contou com treze equipes de diversas Universidades da região Sul e resultou em uma grande cobertura por parte da revista Fundações e Obras Geotécnicas.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>CURSO DE MECÂNICA ZERO: DIMINUINDO O GAP ENTRE CICLO BÁSICO E PROFISSIONAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA</p>	<p>É de extrema importância que o profissional da engenharia tenha a habilidade de visualizar e compreender o comportamento das estruturas em diferentes circunstâncias, e não é fornecendo apenas as ferramentas analíticas e computacionais que o aluno desenvolve tal habilidade no decorrer da sua graduação. O estudo matemático das estruturas, ou seja, o estudo quantitativo, depende do estudo da concepção estrutural, onde são analisados os fenômenos que regem o comportamento das estruturas. O "Mecânica Zero" foi o nome dado a um minicurso realizado durante a Semana do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (ITEC-UFPA) no ano de 2015 e no presente trabalho temos como objetivo relatar uma proposta de metodologia de ensino desenvolvida pelo Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem (PCNA), contando com a parceria do Laboratório Didático da Faculdade de Engenharia Civil (LABDIC). O curso visa uma nova proposta metodológica voltada ao ciclo básico de engenharias como a civil, a mecânica, a elétrica, entre outras que, muitas vezes, durante este ciclo, não</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>

	<p>conseguem desenvolver a intuição dos alunos ao mesmo tempo que desenvolve os conhecimentos teóricos. No "Mecânica Zero" são aplicados os princípios da metodologia ativa combinados ao uso de ferramentas didáticas e modelos físicos qualitativos, que intenta em tornar visível para os alunos a projeção dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana na disciplina "mecânica dos sólidos" pertencente ao ciclo profissional de grande parte dos cursos de engenharia.</p>	
<p>INOVAÇÃO NO ENSINO/APRENDIZADO DE TERMODINÂMICA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS POR MEIO DO ESTUDO DA DILATAÇÃO TÉRMICA DOS CABOS DA REDE ELÉTRICA DE VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA</p>	<p>O artigo constrói uma conexão entre ensino aprendizagem acerca das disciplinas relacionadas a termodinâmica e propriedades dos materiais pelo cálculo da dilatação dos cabos de redes elétricas aéreas de Vitória da Conquista quando submetidos à variação de temperatura da cidade, à partir dos dados fornecidos pela companhia responsável pela distribuição elétrica da cidade - COELBA, como didática de ensino lecionada nos cursos de Engenharia Civil e Elétrica no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista.</p>	<p>05. Indissociabilidade entre a tríade ensino, pesquisa e extensão/05.3. Projetos que foquem em Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>TRELIÇA DE AÇO COM O USO DE VERGALHÕES</p>	<p>O presente trabalho foi proposto aos acadêmicos da disciplina de Estruturas Metálicas II da Universidade Estadual de Goiás, pelo professor Cláudio Marra Alves, com o objetivo de se colocar em prática os aprendizados e conhecimentos teóricos acerca da matéria, Estruturas de aço, em interdisciplinaridade com outras já cursadas durante o curso de Engenharia Civil. Além disso, é uma oportunidade de exercitar qualidades exigidas no mercado de trabalho, como a capacidade técnica de criação, o trabalho em equipe, o planejamento e organização no desenvolvimento de projetos e solução de problemas, dentro do prazo pré-estabelecido. Sendo assim, o trabalho em questão visa construir treliças de aço, utilizando vergalhões CA-60, biapoiadas de forma a vencer um vão livre de 700 milímetros, obtendo a maior eficiência possível (relação entre a carga obtida no ensaio e o somatório do peso da treliça). Dessa forma, para a execução da treliça, foram realizadas modulações para escolher a melhor opção da geometria da estrutura e, conseqüentemente, obter o melhor resultado.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.1. Inovação no Ensino/Aprendizagem</p>
<p>TRELIÇA DE PALITO DE PICOLÉ</p>	<p>O presente trabalho foi proposto aos acadêmicos da disciplina de Estruturas de Madeira da Universidade Estadual de Goiás, pelo professor Cláudio Marra Alves, com o objetivo de se colocar em prática os aprendizados e conhecimentos teóricos acerca da matéria em questão, em interdisciplinaridade com outras já cursadas durante o curso de Engenharia Civil. Além disso, é uma oportunidade de exercitar qualidades exigidas no mercado de trabalho, como a capacidade técnica de criação, o trabalho em equipe, o planejamento e organização no desenvolvimento de projetos e solução de problemas, dentro do prazo pré-estabelecido. Sendo assim, o trabalho em questão visa construir treliças de madeira, utilizando palitos de picolé, biapoiadas de forma a vencer um vão livre de 700 milímetros, obtendo a maior eficiência possível (relação entre a carga obtida no ensaio e o somatório do peso da treliça). Dessa forma, para a execução da treliça, foram realizados ensaios com os palitos de picolé, para se ter conhecimento da resistência da madeira e, assim, escolher a melhor opção da geometria da estrutura e, conseqüentemente, obter o melhor resultado.</p>	<p>01. Métodos e Meios de Ensino/Aprendizagem de Engenharia e de Tecnologia/01.2. Estratégias Pedagógicas</p>

<p>CÁLCULO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS PELO TEOREMA DE GREEN: DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MECÂNICA VETORIAL</p>	<p>Este trabalho relata o desenvolvimento de um software educacional que calcula as propriedades geométricas (área, coordenadas do centro geométrico, momentos de inércia e produto de inércia) de seções planas, utilizando o Teorema de Green. O software tem como objetivo auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Vetorial do curso de Engenharia Civil, servindo como ferramenta mediadora para que o estudante possa construir seu conhecimento e relacionar os conteúdos de Mecânica Vetorial com conceitos previamente estudados em disciplinas de Cálculo e de Programação. Uma vez que o seu código está inteiramente disponível para leitura e análise, o software permite que o estudante seja mais do que um simples usuário, podendo compreender o seu real funcionamento, todas suas etapas de cálculo, e inclusive propor mudanças ou acréscimos em sua programação. Permite, também, que o estudante desenvolva sua autonomia no estudo e na resolução de exercícios, através da comparação dos seus resultados com os obtidos por cálculos manuais. Devido à automatização de cálculos repetitivos, o estudante fica livre para estudar uma grande gama de exemplos e assim compreender de forma mais conceitual cada propriedade geométrica e o que ela representa.</p>	<p>Matemática</p>
<p>CONSTRUIR COOPERANDO COM O MEIO AMBIENTE: BAMBU EM PROL DA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL</p>	<p>O planeta Terra sofre com as atitudes e agressões do Homem, que ocasionaram ao longo dos séculos feridas no Meio Ambiente, através de exploração de recursos naturais, desmatamento, poluição, contaminação do solo, ar e das águas, gerando condições climáticas adversas, aumento do aquecimento global e tantas outras mazelas. Toda ação tem uma consequência, como as sequelas deixadas pelas intervenções citadas. Nesse sentido há um movimento crescente da sociedade civil organizada, em prol da preservação do meio ambiente, buscando por alternativas e novas técnicas que não apenas minimizem os impactos ambientais, mas também atenuem a exploração exacerbada de insumos, cooperando para um desenvolvimento socioeconômico justo e equilibrado. O emprego do bambu nos diversos campos da Arquitetura e Engenharia é uma alternativa para o trajeto deste desenvolvimento, pois esta planta é um excelente sequestrador de carbono, é um material resistente, leve, versátil e com extraordinárias características mecânicas, físicas e químicas, que lhe permitem várias formas de aplicações ao natural ou processadas, com reprodução rápida em condições de baixos requisitos. A aplicação do bambu na construção civil, não carece de mão de obra técnica especializada, onde, esse fato pode ampliar a empregabilidade de enormes contingentes de pessoas, gerando emprego e renda, nessa crise econômica que afeta o Brasil. O bambu é flexível, apresenta longa durabilidade e uma ótima resistência aos principais esforços e solicitações das edificações, bem como coopera com a Arquitetura e Engenharia sustentável. Ainda existe preconceito e pouca informação quanto ao uso do material no segmento da construção civil, entretanto o maior problema é a falta de parâmetros de cálculo para que essas obras possam ser regulamentadas e, deste modo, serem melhor projetadas, desenvolvidas e difundidas pelos profissionais responsáveis.</p>	<p>Geometria</p>