

ARTICULAÇÕES ENTRE MATEMÁTICA, INDÚSTRIA E UNIVERSIDADE

Dra. Rejane Siqueira Julio  0000-0002-3248-800X
Universidade Federal de Alfenas UNIFAL-MG

RESUMO: O propósito deste artigo é apresentar uma pesquisa, realizada sob a perspectiva da filosofia de Ludwig Wittgenstein, que teve como objetivo descrever e problematizar, por meio de entrevistas, o modo como as matemáticas participaram ou participam das práticas formativas e profissionais de engenheiros, da Petrobras e da Unicamp, e de três educadores matemáticos, atuantes na formação de engenheiros. Além

disso serão expostas e discutidas falas sobre articulações entre matemática, indústria e universidade, em um momento em que o que é feito nas universidades públicas é colocado em suspeição, apontando algumas dificuldades, mas também, alguns caminhos que têm sido discutidos na Educação como práticas problematizadoras, problematização indisciplinar e atuação focada na ação e não em conteúdos.

PALAVRAS-CHAVE: Filosofia da Educação Matemática; Educação Matemática; Matemáticas.

ARTICULATIONS BETWEEN MATHEMATICS, INDUSTRY AND UNIVERSITY

ABSTRACT: The purpose of this paper is present a research, whose objective was to describe and problematize, from the perspective of the philosophy of Ludwig Wittgenstein and through interviews, the way in which mathematics participated in the training and professional practices of Petrobras and Unicamp engineers and three mathematical educators, who are acting in the training of engineers. In addition, statements

about articulations between mathematics, industry and university will be exposed and discussed at a time when what is done in public universities is put into suspicion, pointing out some difficulties, but also, some paths that have been discussed in Education as practices problematizing, indisciplinatory problematization, and a focus on action rather than content.

KEYWORDS: Philosophy of Mathematics Education; Mathematics Education; Mathematics.



INTRODUÇÃO

Diariamente ouvimos ou lemos notícias sobre diferentes empresas, como é o caso da Petrobras – que atua na indústria de óleo, gás natural e energia –, em que a centralidade das notícias relacionadas a esta empresa está em assuntos econômicos (ações, leilões, preço dos combustíveis) e políticos (privatizações, esquema de corrupções). Mas o que sabemos sobre o que se produz ou se faz na Petrobras? Para que o petróleo se transforme em diversos produtos como: plásticos, borrachas sintéticas, tintas, corantes, adesivos, solventes, detergentes, explosivos, produtos farmacêuticos, cosméticos (THOMAS, 2004), dentre outros, seu processo de extração não deve ser o de pendurar um tatu pela cauda e colocá-lo de cabeça para baixo – no ponto onde se quer tirar petróleo –, para que ele, na tentativa de fugir, cave até chegar ao petróleo, como sugere a boneca Emília – personagem criada por Monteiro Lobato (LOBATO, 1965).

Latour e Woolgar (1997) apontaram para uma carência de pesquisas sobre a nossa indústria, as nossas técnicas, a nossa ciência e a nossa administração. Dando um salto temporal e de foco, posso dizer que no campo da Educação, mais especificamente da Educação Matemática, há uma carência de pesquisas que buscam ou problematizam uma articulação entre o que acontece nas empresas brasileiras (JULIO, 2015) e o modo como elas, de certa forma, impactam os processos formativos educacionais, em outros termos, uma articulação entre as práticas que são realizadas em indústrias brasileiras com a formação universitária (em seus diferentes níveis: graduação ou pós-graduação) e as matemáticas – vistas como práticas sociais (VILELA, 2009).

No momento em que vivemos um descrédito do que se tem feito e produzido nas universidades públicas, com falas de que elas não produzem pesquisas ou de que a pesquisa nelas são classificadas como básicas ou então de que haverá redução de gastos em cursos de Filosofia e Sociologia para focar em áreas que geram retorno imediato aos contribuintes, este artigo vem na



direção de apresentar uma pesquisa, realizada sob uma perspectiva filosófica, que teve como objetivo descrever e problematizar, por meio de entrevistas, o modo como as matemáticas participaram ou participam das práticas formativas e profissionais de engenheiros, que trabalham na Petrobras e na Unicamp, e de três educadores matemáticos, atuantes na formação de engenheiros. Um dos efeitos dessas entrevistas foi presenciar falas na direção de articulações entre matemática, indústria e universidade que serão trazidas para este artigo para expor essas articulações e contribuir para discussões sobre formação universitária.

PERCURSO METODOLÓGICO

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos e entrevistas semiestruturadas com os profissionais mencionados acima em seus locais de trabalho. O roteiro dessas entrevistas consistia em solicitar aos entrevistados que falassem sobre seus processos de formação universitária e formação oferecida pela Petrobras – para os engenheiros que trabalham nesta empresa –, e sobre suas atuações profissionais, estabelecendo relações de semelhança e diferença com o modo como a matemática participa dessas vivências. Além disso, eles foram questionados se havia alguma matemática aprendida no campo de trabalho e o que é tão inequívoco para eles em suas práticas como $2+2=4$.

A pesquisa foi feita com inspiração nos escritos do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein sobre jogos de linguagem, regras, semelhanças de família, matemática, intuição, descrição, dentre outros, detalhados em (JULIO, 2016). Aqui, em especial, farei uma leitura do que ele falou sobre descrições, o que influenciou não só no modo de produzir o *corpus* da pesquisa como na performance escrita dela.



Wittgenstein (2010, p. 127) disse: “Não explicar! Descrever!”. Descrições, assim como práticas, podem ser lidas como jogos de linguagem, abordados por Wittgenstein (2009, p. 7) como “a totalidade formada pela linguagem e pelas atividades com as quais ela vem entrelaçada” como, por exemplo: ordenar e agir segundo ordens, descrever um objeto pela aparência ou por suas medidas, relatar um acontecimento; inventar uma história, pedir, agradecer e cumprimentar (WITTGENSTEIN, 2009). Wittgenstein (2009) não definiu jogos de linguagem, assim como outros termos que usa como regras, semelhanças de família e formas de vida de modo que pudessem ser utilizados de uma única forma, “a exatidão conceitual é, assim, um atributo do uso” (MORENO, 2000, p. 64) que fazemos das palavras. Assim como não há uma forma única de usar as palavras, a filosofia wittgensteiniana nos possibilita um modo não unitário e não uniforme de produzir pesquisas, que no caso desta teve uma característica descritiva e problematizadora.

Explorar ao máximo as descrições é uma forma de não ser enfeitiçado pela busca por explicações únicas e por relações de causa e efeito que limitam os modos de ver e lidar com uma situação, como é o caso de ver as atividades profissionais dos engenheiros como uma consequência direta do estudo da matemática. Para uma exibição maior dessas descrições, foram escolhidas e editadas cinco entrevistas, das vinte realizadas – três com educadores matemáticos de diferentes universidades públicas brasileiras, três com engenheiros professores/pesquisadores da UNICAMP, treze com engenheiros da Petrobras e uma entrevista piloto com uma engenheira aposentada da UFRJ –, e inseridas na pesquisa em forma de textos independentes que se assemelhassem a uma história contada. O critério de escolha foi estabelecido por elas serem exemplares em termos de descrição e diversidade de práticas profissionais e de formação acadêmica e, também, por terem relações com o mundo do petróleo. Estes textos não receberam discussões *a posteriori*, mas se trataram de edições que envolveram os usos que eu fiz das palavras, das falas. Este modo de



proceder também esteve ligado a uma possibilidade de encenar, indiretamente – e exclusivamente – através da prática da leitura, práticas que os leitores não encenaram diretamente com os seus corpos, ou que, aqueles que as tenham diretamente praticado, possam (ou não) se identificar com elas, ainda que as práticas e o falar sobre as práticas sejam jogos de linguagem diferentes, como salienta Gebauer (2013).

O processo de edição dos textos foi feito por um processo de semelhanças de família, sendo caracterizado por uma analogia com as sobreposições e entrecruzamentos que existem entre os membros de uma família como altura, traços de fisionomia, cor dos olhos, modo de sorrir, entre outros, o que não significa uma essência para uma família, mas que sua composição envolve uma diversidade de características (WITTGENSTEIN, 2009). Assim, aproximei e distanciei trechos de falas dos entrevistados de modo a aproximar alguns jogos de linguagem, distanciar outros e tentar retirar ao máximo as minhas intervenções para tentar dar a impressão de que o entrevistado estivesse contando/descrevendo suas práticas.

Três textos foram feitos com base nas entrevistas realizadas com engenheiros da Petrobras: *Uma prática de vivência das palavras, Práticas de Manutenção: lógica, orçamentação e Matemática em 29 anos de Petrobras*. No último texto, por exemplo, o entrevistado falou sobre sua longa trajetória no CENPES (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez) – um centro de pesquisa da Petrobras no setor de energia –, direcionada a automação de refinarias e, mais recentemente, plataformas, suas pesquisas na área de automação e controle, suas contribuições como docente para os cursos de formação da Universidade Petrobras (UP) – uma universidade corporativa que visa a formação de ingressantes na empresa e de parceiros comerciais voltada para as necessidades da Petrobras – e seu processo de formação universitária, estabelecendo relações de como a matemática participa e participou nas suas



atuações, apontando a modelagem matemática e o desenvolvimento computacional como fundamentais nesse processo. Em especial, sua prática de docência na UP é centrada em aplicações voltadas ao universo petroleiro, devido ao fato dos engenheiros já terem vivido muitas teorias em suas formações universitárias. O texto é finalizado com suas falas de que a matemática é uma ferramenta fundamental para os engenheiros, pois permeia todos os algoritmos implementados nos sistemas de computação das plantas industriais.

Das entrevistas realizadas com engenheiros professores/pesquisadores, formadores de engenheiros da Unicamp, escolhi uma delas e construí o texto *Um dia a ficha cai, o que era um problema hoje é uma ferramenta, se inventaram alguma coisa que seja melhor que a matemática para expressar nossos problemas eu não sei*. O entrevistado fez uma discussão sobre a presença da matemática nos cursos de Engenharia na atualidade e na sua época de estudante, dizendo que ela ainda é vista como um problema no curso para os estudantes e não como uma forma de expressão e ferramenta para resolver problemas da Engenharia. Ele disse que foi por meio de um projeto formulado matematicamente para otimização da produção que a Petrobras estabeleceu parceria com a sua equipe de trabalho e ressaltou a importância deste tipo de parceria para o desenvolvimento de atividades multidisciplinares que integram diferentes conhecimentos. Para este entrevistado, o inequívoco é o fato do engenheiro trabalhar com problemas e isso é o cerne da Engenharia.

Outro texto elaborado foi *Matemática, modelagem, verdade, realidade, ferramenta, usos*. Nele, o entrevistado, um educador matemático, trouxe sua longa experiência de professor de matemática para diferentes cursos da Unicamp, dentre eles os de Engenharia, e falou de um trabalho desenvolvido em parceria com a Petrobras envolvendo a modelagem matemática do percurso de manchas de petróleo no mar. Para ele, é inequívoco que todo conhecimento é construído dialogicamente, por isso que ele trabalha em grupo e com problemas,



e que o aluno é sujeito da aprendizagem em vez do professor ser o sujeito do ensino. Este entrevistado também contribuiu para o movimento das problematizações de alguns enunciados.

Ainda que tenha sido feito o movimento das descrições, alguns enunciados envolvendo matemática me chamaram muito a atenção durante as entrevistas por parecerem solidificados, conduzir a olhar para eles de uma forma unilateral e, até mesmo, gerar mal-entendidos. Por isso, interessei em problematizá-los, com maior ou menor intensidade e focando neles ou partindo deles, utilizando as próprias entrevistas e leituras bibliográficas. Os enunciados foram: a matemática é *a* base para a Engenharia, a matemática é *uma* ou *a* linguagem que modela *a* realidade, a matemática desenvolve a intuição ou o raciocínio lógico ou um feeling, a universidade fornece a teoria e o mundo de trabalho a prática, o desenvolvedor de uma tecnologia usa mais matemática que o usuário dessa tecnologia.

Para Wittgenstein (2009, p. 65), os mal-entendidos dizem respeito aos usos que fazemos das palavras. Eles podem ser abordados, dissolvidos ou problematizados pelo exame do funcionamento de nossa linguagem, nos possibilitando ver de outras formas esses usos.

O movimento das problematizações realizado por mim foi inspirado no seguinte aforismo de Wittgenstein (2009, p. 75): “A filosofia de fato, simplesmente expõe tudo e não esclarece, nem deduz nada”, ela nos possibilita descrever diferentes jogos de linguagem não para esclarecê-los no sentido de fundamentá-los ou apresentar uma resposta sobre a problemática da presença da matemática em cursos de serviço, por exemplo, mas para romper com usos essenciais e imutáveis das palavras e expressões, na tentativa de contribuir para que os leitores possam olhar em outras direções e ajudar a pensar de outras formas matemática e formação universitária.



Para exemplificar, em relação a fala de que a matemática é a base para a Engenharia, trouxe o exemplo de um autodidata, Thomas Telford (1757-1834), considerado o pai da Engenharia. Há construções suas em uso até hoje no Reino Unido, como é o caso da Ponte Suspensa de Menai que liga a ilha de Anglesey com o continente galês. Isso não significa que ele não tenha usado matemática, mas ele não passou por um processo de formação na qual a matemática servisse de sustentação para a maioria das disciplinas de um curso de Engenharia, como é o caso das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e de Geometria Analítica no Brasil. Essa sustentação acaba gerando falas de que a matemática é a base ou o fundamento da Engenharia. Também foram trazidas discussões históricas envolvendo as transformações nos modos de ver e pensar a matemática e os efeitos disso na história da engenharia.

Para Wittgenstein (1978, VII, §6): “O pedestal, sobre o qual, para nós, está a matemática, se tem conseguido graças ao papel concreto que suas proposições desempenham em nossos jogos de linguagem”, em particular nos jogos de linguagem da Engenharia. Calcular é uma prática recorrente na Engenharia, há métodos e métodos matemáticos que os engenheiros usam, por exemplo, para calcular os parâmetros de sintonia de um controlador. Nesses cálculos as pessoas acreditam que os números escritos no papel ou inseridos em algum *software* não vão mudar de repente, e essa crença é levada para os modos como os resultados são lidos e utilizados. Mas isso não significa que ela vire o fundamento de algo, ainda mais que esse fundamento possa ser questionado, como ocorreu, por exemplo, na chamada crise dos fundamentos da matemática.

Outro educador matemático que trabalha há anos com disciplinas de matemática nas Engenharias, contribuiu para a discussão falando que “[...] matemática como fundamento da maneira de pensar sim, agora matemática como fundamento da Engenharia, [se] a Engenharia tiver um fundamento puramente matemático, como é que fica o mundo? [...] não tem como” (JULIO,



2015, p. 102). De matemática como fundamento para a Engenharia, podemos ler o mundo como o fundamento da Engenharia e de nossas vidas, em que as matemáticas nos ajudam (ou não) a lidar com ele.

Nesta problematização não ignorei o poder que uma matemática desempenha em nossas vidas, como apontado recentemente pelo matemático do IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada) Marcelo Vianna nas reportagens para o Jornal Folha de S. Paulo: *Quanto vale a matemática para o Brasil e Matemática rende uma reforma da previdência por ano*, mas considero que ela nos ajuda a entender como esse poder influencia a formação de engenheiros e as práticas profissionais deles e pode gerar um foco tão grande nessa matemática que o mundo ou os problemas do mundo fiquem em segundo plano em determinados momentos da formação universitária, sendo as disciplinas de matemática como uma base a ser cumprida ou então como um obstáculo ou um pedágio que depois de vencido possibilita entrar nas disciplinas da engenharia.

As problematizações realizadas, conforme mencionei, vieram de inquietações pessoais e por isso outras poderiam ser feitas mediante a leitura e inquietações de outros pesquisadores. No mais, não foi meu objetivo apresentar respostas ou soluções para elas e sim vários jogos de linguagem que pudessem nos ajudar a ver de outras formas a presença ou necessidades das matemáticas em nossas práticas.

ARTICULAÇÕES ENTRE MATEMÁTICA, INDÚSTRIA E UNIVERSIDADE

Dado o modo como as entrevistas aconteceram, elas acabaram possuindo particularidades e gerando alguns efeitos que possibilitaram expor as relações entre a Petrobras e as universidades públicas, por meio de pesquisas, e o modo como a matemática possibilita sustentar essas relações, ao mesmo tempo em



que críticas são feitas ao modo como estudantes de engenharia, por exemplo, são formados. Esses efeitos não assumiram centralidade na pesquisa – o que não os tornam menos importantes – e foram trazidos neste artigo, em conjunto com trechos de entrevistas não utilizados em Julio (2015) e idas a dois lugares, para a exposição e as discussões aqui pretendidas.

O primeiro lugar que vamos é para a UP, que possui foco na formação de novos engenheiros e parceiros da Petrobras, considerada por alguns entrevistados como uma ponte entre a Petrobras e as universidades. Os engenheiros que estão lotados nela realizam atividades de docência, de coordenação de cursos e, também, de pesquisa, como é o caso de um engenheiro, denominado pela sigla EQA – assim como farei com os demais engenheiros –, que estava participando de um projeto de pesquisa envolvendo uma universidade para desenvolver um sistema de resolução numérica de equações que poderia virar um simulador a ser usado nos cursos de formação, ou seja, a geração de produtos para uma melhor formação dos funcionários que atuam na Petrobras. Outro exemplo é do engenheiro EEA1 que, nas suas palavras:

A gente elaborou um algoritmo para detecção de golfadas em plataformas. É o seguinte, quando se trabalha com produção de óleo, você tem, de alguma forma que extrair o óleo lá de baixo, para fazer isso insere um poço no reservatório de óleo, que é uma rocha, não é uma piscina. O que a gente chama de reservatório de óleo não é uma piscina de óleo, não é algo como se fosse uma casca que tem óleo dentro que você joga o poço lá e tira óleo, é uma rocha porosa que você coloca o poço e pela alta pressão que tem na rocha porosa estabelece a conexão com o reservatório, o óleo começa a fluir pelo poço, pela pressão. O que acontece é que o reservatório, como é uma coisa da natureza, tem “quase que vida própria”, então ora a pressão é maior, ora a pressão é menor, ora a pressão é maior, ora a pressão é menor, e a plataforma que recebe esse óleo, ora ela pode receber muito óleo, ora pode receber menos óleo. Então essa questão de receber muito óleo e menos óleo é o que a gente chama de golfada. Golfada é receber uma grande quantidade de óleo de uma vez só. Quando isso acontece, a plataforma tem que se preparar para receber essa grande quantidade de óleo de uma vez só, o que pode fazer, inclusive, que você tenha que fechar o poço para não ter essa grande quantidade de óleo vindo para a plataforma. Então esse algoritmo que a gente desenhou lá: controlador fuzzy com sintonia automática para



aplicação do problema de golfadas em plataformas, permitia que você identificasse a existência da golfada e tomasse uma providência automática para minimizar o efeito que a golfada ia fazer. Isso foi feito em conjunto com o CENPES, [uma universidade e uma unidade de Macaé]. [...] a gente programou, fez um programa que identificava o momento da golfada e ao mesmo tempo propunha uma ação de controle na válvula, ou seja, fecha a válvula, abre a válvula. [...] ainda não foi instalado, mas... O que foi feito até agora? Foi feita a programação do controlador, foi feita a simulação, porque antes de instalar no campo foi feita uma simulação, o pessoal da universidade criou um modelo do reservatório, aí tentou modelar o reservatório real, ou seja, o reservatório modelo começou a produzir golfadas próximas do real e colocou o algoritmo funcionando conectado a esse modelo aqui, então o que está faltando é isso, aqui funcionando na prática (Trecho de entrevista com o engenheiro EEA1).

Neste último exemplo, ainda que não estivesse na época em funcionamento na prática, a parceria Petrobras e universidade estava contribuindo para que melhores práticas pudessem ser pesquisadas e até mesmo implementadas na empresa de forma a gerar uma maior rentabilidade para ela. Mas esta parceria também trouxe impactos para a formação, porque ela envolve não só docentes, mas alunos de graduação, mestrado ou doutorado que acabam ganhando experiências de formação fora do regime disciplinar.

No que a matemática pode contribuir para isso? Para saber o que fazer no momento da golfada, foram tomados por base diversos operadores e suas ações foram modeladas matematicamente para que o algoritmo pudesse ser realizado, como pode ser visto no trecho abaixo:

Antes da gente aplicar essa técnica, para automatizar esse processo, ele estava sendo feito em manual [...]. Quem é que tinha o conhecimento de como fazer quando vinha a golfada grande para a plataforma? O operador [...]: “olha estou vendo que a pressão está aumentando, então pelo fato da pressão estar aumentando, eu vou tomar essa atitude aqui para fechar a válvula, esses tantos por cento aqui, porque assim eu vou conseguir minimizar o efeito da golfada”. E a pergunta que se faz é: “mas quando você identifica que a pressão está subindo?”. Então, a linguagem fuzzy permite que você decodifique uma entrevista com um operador, por exemplo, de uma forma mais simples [...]. Você pergunta para um operador: “quais variáveis você utiliza para observar o seu processo para tomar uma determinada atitude?”. “Eu observo a pressão do poço, eu observo a velocidade com que...” – aí entra derivada – “a velocidade com que a pressão está subindo ou descendo, eu observo a posição atual da minha válvula para que eu possa tomar uma decisão”. “Ah, tá bom, então olhando a pressão do poço, olhando a velocidade com que a pressão está



“aumentando e olhando a posição da válvula, você toma sua decisão?”. “É, eu tomo minha decisão, aí se a pressão do poço estiver acima de um determinado valor e a velocidade da pressão do poço for alta ou for baixa e a minha válvula estiver muito aberta ou muito fechada, eu fecho mais, fecho menos, abro, mantenho”. O operador consegue descrever em linguagem o que ele faz, quais são as regras que ele utiliza para poder atuar no processo. A linguagem fuzzy pega [essa descrição] e traduz isso para o mundo da matemática, então é uma forma de você aproximar a linguagem falada da ação e da atuação da matemática (Trecho de entrevista com o engenheiro EEA1).

A Unicamp é o segundo lugar que vamos para trazer outro exemplo da matemática servindo de sustentação para as relações entre a Petrobras e a universidade por meio das falas do engenheiro professor/pesquisador EMCA:

Antes de entrar no Projeto de Golfadas, que é um projeto interdisciplinar, porque envolve mecânica dos fluidos, a gente escreveu um trabalho matemático onde a gente via a possibilidade de otimizar a produção, a partir do desenvolvimento de um sensor de detecção de golfadas.

Primeiro, o poço de petróleo é modelado matematicamente como um sistema de primeira ordem, equações diferenciais que são de primeira ordem. Então, a partir desse modelo eu consigo otimizar ele, aí eu faço um modelo da golfada, período de injeção de acumulação de líquido, tudo isso é feito matematicamente. Tudo formulação matemática. Não sei se você me entende.

O que nos deu argumento para chegar à empresa petrolífera e dizer “isso aqui tem potencial para aumentar a produção de vocês”, foi um trabalho formulado matematicamente.

A gente imagina o petróleo como um líquido, né? Mas na verdade é muito mais: ele é uma mistura de hidrocarbonetos, que depende da temperatura e da pressão. Dependendo do estado que ele está, ele toma uma forma diferente. Então, lá perto do poço, em alta pressão e alta temperatura, o petróleo... é difícil descrever. Conforme ele começa a escoar, o gás se desprende do líquido – que nem uma garrafa de Coca-Cola, quando você abre e o gás se separa do líquido – e vai subindo e formando as tais golfadas, que é um regime, um padrão, que se desloca em uma tubulação, vem na forma de líquido e depois, seguindo, vem uma câmara de gás. Se o escoamento estiver na horizontal, o gás vem por cima, então forma esse escoamento que a gente chama de multifásico: tem areia, tem alguma coisa sólida ali, mas é basicamente líquido e gás.

Na produção de petróleo isso é muito importante, porque o projeto dos risers, que são os tubos que ligam o poço de petróleo até a plataforma, tem que levar tudo isso em consideração: o regime que está ali, quais as pressões, as temperaturas.

A gente desenvolveu um sensor, instrumento de medida elétrico que, na verdade, é uma haste que gera um campo elétrico. Ele fica na saída do poço. Basicamente é o seguinte: o líquido tem uma característica elétrica que é diferente do gás. A gente detecta essa diferença, a gente consegue detectar quando é a bolha de gás que está passando ou quando é o cilindro de líquido que está passando e, a partir daí, dá para fazer uma



série de inferências, até estimativas de quanto de volume está sendo transportado naquela tubulação e se está havendo ou não algum problema, porque a tubulação pode se fechar, acumular resíduo e se fechar, então... O interessante é que isso é *online*, está ali, você pega aquela informação elétrica, tudo sinal elétrico, transforma em dado, aquilo entra em alguma rede – porque hoje em dia está tudo conectado em rede –, e consegue obter informações de uma produção de uma plataforma.

Esse protótipo de sensor está num poço de terra na Bahia. (Trecho de entrevista com o engenheiro professor/pesquisador EMCA).

Os trechos trazidos para este artigo possibilitam-nos ver como uma matemática tem contribuído para as relações entre empresas e universidades, ainda que muitas críticas tenham sido feitas pelos entrevistados ao distanciamento entre as indústrias e as universidades no Brasil apontando problemas em relação às atuações nas universidades próximos aos abordados por Cury (2004) como: não familiaridade dos professores com os campos de atuação dos futuros profissionais, modo desinteressante de trabalhar as disciplinas, ampla possibilidade de atuação prejudica focos específicos, estrutura curricular dos cursos de Engenharia e departamentalização das universidades.

Mas, também há um problema de aproximação com as indústrias. No caso desta pesquisa, por exemplo, houve uma grande dificuldade de encontrar um interlocutor na Petrobras sensível a questão de pesquisa. Foram meses de tentativas. A minha entrada na empresa se deu pela UP e somente a partir dela pude entrevistar outros engenheiros (lotados no CENPES e em refinarias) e conhecer outros espaços na empresa. Então, podemos questionar o quanto as empresas estão abertas para diferentes tipos de parcerias com as universidades.

Voltando às críticas dos entrevistados às universidades, eles acabaram mencionando problemas enfrentados por elas, como o engenheiro EEA2 do CENPES que afirmou: “É o dilema da educação: não pode ser muito específico, porque são inúmeras as possibilidades de carreira, hoje em dia, mas não pode ser superficial” (JULIO, 2015, p. 193) e a engenheira EEA3 de uma refinaria:



Se a universidade estivesse mais próxima da indústria, o curso de formação [da UP] seria dispensável. Não tem nada que a gente ouve no curso de formação que a gente não poderia ter ouvido na universidade. Só que a gente tem duas circunstâncias: uma que a universidade é muito distante da indústria no Brasil e a outra é questão de foco. Precisa fazer uma faculdade. Eu fiz eletrônica, mas eu não fiz eletrônica para a indústria de petróleo. É claro que se eu tivesse visto qualquer coisa relacionada à indústria de petróleo na faculdade, eu veria ao mesmo tempo petróleo, siderurgia, papel, as várias indústrias, mas não seria focado. Digamos que a universidade fosse mais próxima da indústria: talvez o curso de formação até existisse, mas seria mais resumidinho. [...]. Eu acho que tem, também, uma coisa interessante. Não sei se algum dia a universidade vai conseguir tratar melhor isso, mas quando você está na indústria, o seu conhecimento tem que ser muito mais funcional. Eu fiz eletrônica. No entanto, para eu trabalhar aqui, eu tenho que conhecer um pouco de mecânica, um pouco de química e um pouco de elétrica. Por exemplo, eu preciso ser capaz de entender que se eu vou instalar um transmissor de pressão: qual o fluido que está ali? Ele vai endurecer na tomada se ela não estiver aquecida, como é o caso da parafina, que a temperatura ambiente endurece. Então, se aquela medição, se aquele ponto de contato do fluido com o medidor não tiver um aquecimento, ele endurece, entope e você perde a medição. Instalar um medidor de pressão não é igual se eu for medir a pressão da parafina, do óleo combustível, da gasolina ou do GLP, porque os produtos têm características diferentes e eu tenho que tratá-los de maneira diferente. Isso tudo impacta a medição, então eu não posso não ter conhecimento nenhum do processo e falar “tanto faz” para o que tem aqui. Apesar da nossa formação ser em eletrônica, a gente trabalha com todos os equipamentos de controle, inclusive válvulas, que são equipamentos mecânicos, mas que chega um sinal elétrico nela, que a comanda. Existe uma integração muito grande e esse conhecimento multidisciplinar dificilmente você vê na universidade. A universidade é realmente muito focada naquilo que você está estudando (JULIO, 2015, p. 63-64).

Olhando do ponto de vista da universidade, o engenheiro professor/pesquisador da Unicamp EMCA afirmou:

Eu estou olhando, agora, o nosso curso, que é de uma instituição pública e que tem suas particularidades. A gente tem limites de recursos, tem toda uma dificuldade por falta de flexibilidade ou de facilidade de fazer uso deles. Se eu pensar, hoje, em abrir um laboratório novo, eu diria que eu levaria aí uns 3 anos para colocar isso em prática, com os recursos que eu tenho. Então, se a Petrobras instalar em suas plantas industriais uma rede de automação nova e eu quiser ensinar sobre essa rede, eu levaria provavelmente de 3 a 5 anos para formar o meu aluno para a Petrobras. Não sei se você entende a dificuldade. Imagina se eu for formar para todo o mercado, que é muito mais amplo. Se a gente for tentar cobrir toda essa realidade de forma prática a universidade não aguenta, não teria capacidade para isso, e o que acaba acontecendo, ao meu ver, onde que temos maior flexibilidade? Trabalhar a teoria, usar o conhecimento de pesquisa que a gente tem. No caso da nossa realidade



Unicamp, a gente tem professores que são de tempo integral, que na sua carreira é exigido fazer pesquisas, procurar coisas novas, e a gente, de certa forma, acaba passando problemas para os alunos, técnicas e novidades, mas muito no aspecto teórico que é onde há um diferencial (JULIO, 2015, p. 125).

Há um dilema que as universidades enfrentam, já apontado por Derrida quando problematizou as universidades. A Universidade vive o dilema do interno e externo, o dilema de suas fronteiras e de ser, assim como ela responde ao externo, ao Estado e à sociedade, ela responde ao interno, às suas próprias demandas. Interno e externo ficam cada vez mais difíceis de delimitar pelas semelhanças que mantêm entre si “de participação e de parasitismo que pode dar lugar a um abuso de poder, a um excesso propriamente político” (DERRIDA, 1999, p. 87), e abuso de ideias e ideais.

Derrida nos faz um alerta:

Cuidado com os abismos e as gargantas, mas cuidado também com as pontes e as “barriers”. Cuidado com o que abre a Universidade para o exterior e para o sem-fundo, mas cuidado também com o que, fechando-a em si mesma, não criaria senão um fantasma de cercado, a colocaria à mercê de qualquer interesse ou a tornaria perfeitamente inútil. Cuidado com as finalidades, mas o que seria uma Universidade sem finalidade? (DERRIDA, 1999, p. 155)

No que se refere às finalidades das universidades e, podemos dizer, as finalidades das disciplinas de matemática, não podemos negar esses conflitos entre o interno e externo, em que a solução para abismos ou pontes podem reforça-los ainda mais. Não se trata de uma solução, mas de posições político-institucionais ou político-pessoais dos docentes que são assumidas para lidar com esses conflitos. Alguns caminhos têm sido apontados e a pesquisa em discussão nos possibilitou levantar diferentes modos de ver matemática, como, por exemplo forma de entender um problema ou contribuição para a tomada de decisão (JULIO; MONTEIRO, 2019) que possam oferecer contribuições para pensar ou repensar as matemáticas na formação de engenheiros, como tem sido sugerido que as disciplinas possam focar em práticas problematizadoras – que estejam direcionadas para resolução de problemas e, também, para a criação de



problemas e a inventividade técnica (ARAVENA-REYS, 2014) – ou em problematizações indisciplinadas – que tomam como um objeto de investigação, como é o caso de diferentes práticas culturais, e possibilitam descolar ou deslocar uma prática por diferentes campos e contextos de atividade humana, dentre eles o campo da atividade educativa universitária sem que ocorra subordinação ao regime disciplinar (MIGUEL, VILELA, MOURA, 2012) – e atuações docentes direcionadas para a ação e não em uma lista conteúdos transcritos para o quadro (ou lousa) – que passa pelo do reconhecimento de diferentes modos de falar de e sobre matemática, assim como de utilizá-la no mundo profissional (JULIO; MONTEIRO, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo o trabalho de pesquisa realizado possibilitou entender um pouco mais algumas práticas que são realizadas na Petrobras ou que têm relação com esta empresa. Ouvimos muitas notícias sobre a Petrobras, mas as práticas, inclusive matemáticas, de seus engenheiros são desconhecidas para a maioria da população. Com cada engenheiro foi possível vivenciar uma riqueza de jogos de linguagem e sentir um pouco deles, já que as entrevistas foram realizadas nos seus locais de trabalho com as demandas do trabalho acontecendo. Com os outros entrevistados também foi possível vivenciar diferentes práticas profissionais e de formação universitária, tanto para conhecê-los quanto para abordar a formação de engenheiros e realizar as problematizações apresentadas.

É interessante mencionar que ocorreram diferentes falas sobre matemática e questionamentos do que seja matemática, mas isso não impediu os entrevistados de falar de e sobre ela, afinal “É evidente que a matemática, em certo sentido é uma doutrina, mas ela é, também, um fazer”, como diz Wittgenstein (2009, p. 292) e isso trouxe, no meu ponto de vista, uma riqueza



para as entrevistas e para elaboração da pesquisa, como discuti em JULIO (2019).

Neste artigo, em especial, trouxe uma fala bem presente nas entrevistas relacionadas ao estabelecimento de parcerias entre as universidades públicas brasileiras e a Petrobras, em que a matemática foi tomada como uma sustentação para elas. No momento em que vivemos constantes falas depreciativas das universidades públicas brasileiras e as pesquisas que são realizadas nelas, um estudo conduzido sob uma perspectiva filosófica wittgensteiniana acabou contribuindo, por meio dos efeitos das entrevistas, para expor o estabelecimento de relações importantes para a nossa sociedade brasileira, ainda que existam dificuldades com as finalidades das universidades ou das formações fornecidas por elas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelos comentários de Rosemeire de Fátima Batistela e Giovani Cammarota do texto que originou este artigo, pelas críticas de José Claudinei Ferreira e ao Antonio Miguel, que orientou a pesquisa.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAVENA-REYES, J. A. A problematização como invenção: fundamentos para a educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n. 2, p. 65-71, 2014.

BUCH, A. What are the 'practices' in engineering practice?. In: Annual Conference for the Society for Social Studies of Science, 2014, Buenos Aires, Argentina. **Anais...** Buenos Aires, 2014.

CURY, H. N. **Disciplinas Matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: Edipucrs, 2004.

DERRIDA, J. **O olho da universidade**. Tradução de Ricardo Iuri Canko e Ignacio Antonio Neis. São Paulo: Estação Liberdade, 1999.

GEBAUER, G. **O pensamento antropológico de Wittgenstein**. Trad. Milton Camargo Mota. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

JULIO, R. S. **Jogos de linguagem [matemáticos] na profissão e na formação de engenheiros**. 2015. 257f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

JULIO, R. S. Contribuições wittgensteinianas para a realização e a leitura de entrevistas envolvendo matemática nas práticas de engenheiros. **REVMAT**, Florianópolis (SC), v. 11, Ed. Filosofia da Educ. Matemática, 2016. p. 178-192.

JULIO, R. S. O processo de entrevistas em uma perspectiva terapêutico Wittgensteiniana. In: MIGUEL, A.; VIANNA, C. R.; TAMAYO, C. **Wittgenstein na Educação**. Uberlândia: Navegando Publicações, 2019.

JULIO, R. S.; MONTEIRO, A. Como as entrevistas com engenheiros eletrônicos da Petrobras nos ajudam a pensar matemática nos cursos de serviço. **Bolema**. Rio Claro (SP), v. 33, n. 64, p. 832-853, ago. 2019.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A Vida de Laboratório**: a produção dos fatos científicos. Trad. Ângela Ramalho Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LOBATO, Monteiro. **O Poço do Visconde**: geologia para crianças. São Paulo: Editora Brasiliense, 1965.

MIGUEL, A. Percursos Indisciplinares na Atividade de Pesquisa em História (da



Educação Matemática): entre jogos discursivos como práticas e práticas como jogos discursivos. **Bolema**. Rio Claro (SP), v. 23, n.35a, p.1-57, 2010.

MIGUEL, A.; VILELA, D. S.; MOURA, A. R. L. Problematização indisciplinar de uma prática cultural numa perspectiva wittgensteiniana. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v.20, n.2, p.06-31, jul./dez.2012.

MORENO, A. R. **Wittgenstein: os labirintos da linguagem: ensaio introdutório**. São Paulo/Campinas: Moderna/Editora da Universidade de Campinas, 2000.

THOMAS, José Eduardo (org.). **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência e Petrobras, 2004.

VEIGA-NETO, A. Grupo de Estudos e Pesquisas em Currículo e pós modernidade/GEPCPÓS: concepções sobre a prática. In: MACEDO, E.; MACEDO, R. S.; AMORIM, A. C. (Org.). **Como nossas pesquisas concebem a prática e com ela dialogam?** Livro digital. Campinas: FE/UNICAMP, 2008.

VILELA, D. V. Práticas matemáticas: contribuições sócio-filosóficas para a Educação Matemática. **Zetetiké**, v. 17, n. 31 – jan/jun – 2009.

WITTGENSTEIN, L. **Observaciones sobre los fundamentos de la matemática**. Espanha: Alianza Editorial, 1978.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações Filosóficas**. Trad. Marcos G. Montagnoli. Revisão e apresentação Emmanuel Carneiro Leão. 6 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2009.

WITTGENSTEIN, L. **Movimentos do Pensamento: diários de 1930-1932/1936-1937**. Trad. Edgard da Rocha Marques. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

Recebido em: 30/05/2019
Aprovado em: 22/11/2019

