

**A Formação do engenheiro – novas necessidades para uma velha profissão**

**Engineering training – new needs for an old profession**

**Formación em ingeniería – nuevas necesidades para una antigua profesión**

**Formation de l'ingénieur - de nouveaux besoins pour une profession ancienne**

Viviane Roncaglio<sup>1</sup>

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Doutora em Educação nas Ciências

<https://orcid.org/0000-0002-1202-0987>

Isabel Koltermann Battisti<sup>2</sup>

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Doutora em Educação nas Ciências

<https://orcid.org/0000-0002-0939-3483>

Cátia Maria Nehring<sup>3</sup>

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Doutora em Educação

<https://orcid.org/0000-0001-5372-4107>

### **Resumo**

Essa escrita tem por objetivo identificar e analisar necessidades e motivos na significação do conceito Vetor na profissão de Engenheiro Civil, delimitado a partir da seguinte problemática: quais os enfrentamentos necessários na formação do Engenheiro, considerando a significação conceitual de Vetor, para uma atuação profissional de forma a contemplar os indicativos propostos pelas DCN? Para tanto, consideramos como instrumentos de análise um questionário enviado a egressos e uma entrevista semiestruturada proposta a um grupo de estudantes de um Curso de Engenharia Civil. O questionário foi encaminhado via formulários Google para todos os egressos do Curso de Engenharia Civil cadastrados no Programa Egresso de uma Instituição de Ensino desde 2015. A entrevista semiestruturada, foi realizada com cinco acadêmicos do curso, a qual foi realizada via Google Meet, e as transcrições constituíram o segundo instrumento de análise desta produção. As respostas dos questionários e as transcrições das entrevistas foram analisadas considerando as etapas da ATD de Moraes e Galiazzi (2016). A base teórica deste estudo foi a Teoria da Atividade de Leontiev (1978). As análises realizadas

---

<sup>1</sup> [roncaglioviviane@gmail.com](mailto:roncaglioviviane@gmail.com)

<sup>2</sup> [isabel.battisti@unijui.edu.br](mailto:isabel.battisti@unijui.edu.br)

<sup>3</sup> [catia@unijui.edu.br](mailto:catia@unijui.edu.br)

apontaram que, para enfrentar as necessidades de uma formação que contemple as novas diretrizes curriculares e que possibilite um processo formativo com significação conceitual, é preciso que a atividade educativa, se reestruture e se adapte às novas demandas do mercado, proporcionando um processo de ensino mais significativo, com articulação entre as disciplinas e proposição de atividades que mobilizem os conceitos em situações da prática profissional.

**Palavras-chave:** Conceito de vetor, Trabalho, Teoria da atividade, Ação pedagógica, Engenharia civil, Significação conceitual.

### **Abstract**

This writing aims to identify and analyze needs and reasons in the meaning of the Vector concept in the Civil Engineer profession, delimited by the following issue: what are the necessary confrontations in the training of an Engineer, considering the conceptual significance of Vector, for a professional performance which contemplates the indicatives proposed by the DCN? For that, we considered as analysis instruments a questionnaire and a semi-structured interview with Civil Engineering Course students. The questionnaire was sent via Google forms to all Civil Engineering Course graduates registered in the Graduate Program of an Educational Institution since 2015. The semi-structured interview was carried out with five academics of the course, which was carried out via Google Meet, and the transcripts constituted the second instrument of analyzing this production. Both instruments – questionnaire and interview transcripts – were analyzed considering the stages of the ATD by Moraes and Galiuzzi (2016). The theoretical basis of this study was Leontiev's Activity Theory (1978). The analyzes carried out indicated that, in order to face the needs of training that contemplates the new curricular guidelines and that enables a training process with conceptual significance, it is necessary that the educational activity, restructure and adapt to new market demands, providing a process of more significant teaching, with articulation between the disciplines and proposition of activities that mobilize the concepts in situations of professional practice.

**Keywords:** Vector concept, Work, Activity theory, Pedagogical action, Civil engineering, Conceptual signification.

### **Resumen**

Este escrito tiene como objetivo identificar y analizar necesidades y razones en el sentido del concepto Vector en la profesión de Ingeniero Civil, delimitado del siguiente tema: ¿Cuáles son los enfrentamientos necesarios en la formación del Ingeniero, considerando la trascendencia conceptual de Vector, para un profesional? ¿Desempeño de manera de contemplar los

indicativos propuestos por las DCN? Para ello, se consideró como instrumentos de análisis un cuestionario y una entrevista semiestructurada con estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil. El cuestionario se envió vía formularios de Google a todos los egresados del Curso de Ingeniería Civil inscritos en el Programa de Posgrado de una Institución Educativa desde 2015. La entrevista semiestructurada se realizó con cinco académicos del curso, la cual se realizó vía Google Meet, y el las transcripciones constituyeron el segundo instrumento para analizar esta producción. Ambos instrumentos, cuestionario y transcripciones de entrevistas, fueron analizados considerando las etapas del ATD por Moraes y Galiazzi (2016). La base teórica de este estudio fue la teoría de la actividad de Leontiev (1978). Los análisis realizados indicaron que, para enfrentar las necesidades de formación que contempla los nuevos lineamientos curriculares y que posibilita un proceso formativo con significación conceptual, es necesario que la actividad educativa, se reestructura y se adapta a las nuevas demandas del mercado, brindando un proceso de docencia más significativa, con articulación entre las disciplinas y proposición de actividades que movilicen los conceptos en situaciones de práctica profesional.

**Palabras clave:** Concepto vectorial, Trabajo, Teoría de la actividad, Acción pedagógica, Ingeniería civil, Significado conceptual.

### **Résumé**

L'objectif de cet article est d'identifier et d'analyser les besoins et les motivations dans la signification du concept de vecteur dans la profession d'Ingénieur Civil, à partir de la problématique suivante : quelles confrontations sont nécessaires dans la formation des Ingénieurs, compte tenu de la signification conceptuelle du vecteur, afin d'exercer la profession d'une manière qui contemple les indications proposées par la DCN ? Pour ce faire, nous avons analysé un questionnaire envoyé à des diplômés et un entretien semi-structuré proposé à un groupe d'étudiants d'un cours de génie civil. Le questionnaire a été envoyé via Google Forms à tous les diplômés de la filière Génie civil inscrits depuis 2015 au programme d'études supérieures d'un établissement d'enseignement. L'entretien semi-structuré a été réalisé avec cinq étudiants du cours, via Google Meet, et les transcriptions ont été le deuxième outil utilisé pour analyser cette production. Les réponses aux questionnaires et les transcriptions des entretiens ont été analysées en tenant compte des étapes de l'ATD de Moraes et Galiazzi (2016). La base théorique de cette étude est la théorie de l'activité de Leontiev (1978). Les analyses réalisées ont montré que, pour répondre aux besoins d'une formation qui prenne en compte les nouvelles lignes directrices du curriculum et permette un processus de formation avec une signification conceptuelle, l'activité éducative doit être restructurée et adaptée aux nouvelles exigences du

marché, en fournissant un processus d'enseignement plus significatif, avec une articulation entre les disciplines et en proposant des activités qui mobilisent les concepts dans des situations de pratique professionnelle.

*Mots-clés* : Concept de vecteur, Travail, Théorie de l'activité, Action pédagogique, Génie civil, Signification conceptuelle.

## **A Formação do Engenheiro – novas necessidades para uma velha profissão**

De acordo com o censo da Educação Superior (2019), o Curso de Engenharia Civil, está entre os cinco cursos mais procurados pelos brasileiros. A crescente demanda por profissionais dessa área se deve à expansão da construção civil, ao desenvolvimento socioeconômico e à diversificação no campo de atuação deste profissional, que vai muito além da construção civil. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN (Brasil, 2019), o engenheiro civil pode atuar nos seguintes campos: *construção civil* – área mais tradicional da Engenharia Civil, responsável por todos os processos construtivos da obra, desde o projeto até a execução, que vai da escolha dos materiais usados na fundação até o acabamento; *estruturas* – responsável por todo esquema de estrutura, pelo cálculo de deformações, esforços e cargas, cálculo e definição dos elementos estruturais e pelo desenho de detalhamento do projeto; *geotecnia* – diz respeito a tudo que envolve escavações e mecânica dos solos, atua na prevenção de desabamentos, de desmoronamentos, de deslizamentos, de lençóis freáticos, atua para minimizar essas situações de forma sustentável e segura sem degradar o meio ambiente; *recursos hídricos e saneamento* – atua em projetos de exploração do uso da água e em obras de saneamento básico e geral, que incluem esgoto, água, drenagem e resíduos; *transportes* – atua não só no planejamento, construção e implementação de diversos sistemas de transporte, mas de toda logística de tráfego.

O campo de atuação do Engenheiro Civil é amplo e exige deste sujeito propriedade em relação aos conhecimentos necessários para atuar e desenvolver sua atividade profissional, o seu trabalho. O profissional de Engenharia Civil possui ampla atuação na sociedade moderna como articulador da técnica em prol do bem-estar da população (Unijui, 2017, p.7). Enquanto sociedade, estamos em constante transformação, vivemos em um mundo globalizado caracterizado pela espantosa rapidez com que se produz e consome informação, e as profissões, de um modo geral, precisam se adaptar a esta nova realidade. O avanço tecnológico marcado pela emergência das tecnologias digitais, como automação, inteligência artificial e Big Data impacta nos diferentes setores, da agricultura à indústria, alterando em larga medida a maneira como se produz, como se organizam as cadeias de valor, como se comercializa e, igualmente, a forma como as pessoas vivem e se relacionam umas com as outras (CNI, 2020). Nesse sentido, o mercado de trabalho se torna cada vez mais competitivo e exigente, buscando por profissionais que prezam pela excelência e que estejam em constante qualificação de sua prática profissional, além disso,

O Engenheiro Civil coloca-se à frente de uma imensa gama de profissionais articulados no sentido de transformar ideias, projetos e materiais em bens imóveis capazes de perdurar, permitindo sua utilização e exploração econômica. [...] É crescente a demanda pela ação do Engenheiro Civil no desenvolvimento, produção e controle de materiais utilizados pela construção e outras áreas da Engenharia Civil. Também no setor de infraestrutura, o papel do Engenheiro Civil vem crescendo como gestor dos recursos humanos e materiais que são intensamente envolvidos nas atividades de construção, utilização e manutenção desta infraestrutura. Além disso, podem-se citar as atividades de concepção de novos projetos, tanto no campo das edificações, como da infraestrutura e das montagens industriais, onde o Engenheiro Civil aparece como um dos principais atores de uma cena em constante desenvolvimento (Unijuí, 2017, p.7).

A complexidade do trabalho do Engenheiro Civil exige, atualmente, profissionais com visão das necessidades e expectativas do mercado, comprometidos com a qualidade do que fazem, abertos a mudanças e com competências para trabalhar em equipe. Além de ter liderança e iniciativa para tomada de decisões de forma crítica, criativa, ética e responsável, com habilidades para avaliar e validar informações e produzir conhecimentos novos. Exige, ainda, profissionais que trabalhem com ferramentas digitais e dominem outras línguas.

Os Cursos de Educação Superior são os responsáveis por possibilitar um processo formativo capaz de desenvolver um pensamento complexo, relacionando teorias e práticas, sendo um espaço que possibilita aos sujeitos o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à sua atuação profissional. Deve permitir que adquiram conhecimentos em nível conceitual, a partir da interpretação, do agir, do analisar situações e de traçar estratégias, além da produção de soluções eficientes e sustentáveis. Os conceitos apreendidos no processo de formação acadêmica se tornam ferramentas cognitivas necessárias, como suporte para resolver problemas do contexto profissional.

A demanda por novas necessidades pela sociedade interfere no perfil do egresso, ou seja, no currículo e na forma como as instituições de ensino promovem o processo de ensino e aprendizagem. O processo de formação profissional acaba se tornando cada vez mais complexo, exigindo das instituições de Educação Superior, e consequentemente do docente, ações intencionais em relação ao processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos que integram o currículo desse processo formativo.

As diretrizes curriculares que orientam a organização dos cursos de graduação consideram as necessidades e exigências da sociedade para proporcionar aos sujeitos uma formação integral que os torne aptos a atuar neste contexto complexo e tecnológico. As DCN dos Cursos de Engenharia são um exemplo disso. A Resolução CNE/CES (2019), no Artigo 4º, apresenta uma série de competências e habilidades que a formação inicial do Engenheiro

necessita para possibilitar que o acadêmico desenvolva, considerando o contexto atual.

Destacamos algumas delas:

II – Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação;

III – Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos;

IV – Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia;

VI – Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.

VIII – Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;

b) aprender a aprender. (Brasil, 2019).

Sendo assim, os desafios não se apresentam apenas aos profissionais e futuros profissionais da área de Engenharia Civil, mas para todos os setores/instituições envolvidos no processo formativo destes sujeitos. Nesse contexto, Roncaglio, Battisti e Nehring (2020, 2021) apontam características importantes relacionadas à formação inicial deste profissional, principalmente em relação à apropriação de conceitos matemáticos, considerados como ferramentas essenciais no processo de constituição profissional e como isso precisa ser trabalhado de forma significativa no decorrer do processo formativo.

### **Processo educativo como condição do desenvolvimento humano**

Todo homem se constitui humano na medida em que se apropria dos conhecimentos objetivados no mundo. A apropriação destes conhecimentos resulta da própria atividade do homem sobre os objetos e do contexto em que está inserido, processo este mediado por instrumentos e signos.

[...] a relação do sujeito com o outro e/ou com o mundo não é uma relação direta, é mediada por elementos de mediação: instrumentos e signos. Todas as relações são mediadas; da mesma forma, a relação entre pensamento e linguagem não é direta, é mediada pelo significado. Desse modo, o sujeito, na atividade, constitui-se pela mediação semiótica a partir de processos de significação.

Tanto Vygotsky quanto Leontiev consideram a ideia de elementos de mediação, mas sob perspectivas diferentes. Vygotsky acentuou a ênfase no signo como elemento fundamental da construção da relação do homem com o mundo. Leontiev preocupou-se, especialmente, com o conceito de internalização e com o papel da cultura no desenvolvimento das capacidades humanas, acentuando as interações na apropriação do significado dos instrumentos (artefatos/situações de intervenção na natureza), partindo da categoria trabalho, a qual sustenta a ideia da atividade. (Battisti; Nehring, 2020, p. 41).

Sendo assim, podemos dizer, a partir do entendimento da abordagem histórico-cultural, que é na interação com o outro, mediada por signos e instrumentos, que temos a possibilidade de nos apropriar dos conhecimentos objetivados no mundo e nos humanizarmos. Para Leontiev (1978b), esse processo de humanização é um processo de educação, ou seja, processo onde ocorre a transmissão e assimilação da cultura, dos conhecimentos historicamente produzidos por meio da atividade.

O processo educativo é o ponto central no desenvolvimento da humanidade, uma vez que é por meio deste que é possível avançar a cada nova geração. Ao contrário, teríamos que sempre reinventar o conhecimento impregnado no mundo circundante e sempre começarmos do zero. Marques (2006, p. 26) corrobora com a discussão ao apontar que a aprendizagem se exerce à medida que o sujeito singular entra em relação ativa com seu mundo, pela mediação dos procedimentos e formas de atuar, dos objetos e da linguagem, socialmente elaborados e reconhecidos por um sujeito coletivo, organizado, específico e diferenciado em cada situação histórica.

Ou seja, de acordo com este autor:

O sujeito se constitui num processo de enunciação, de produção de sentido, que transcende tanto os mecanismos extraindividuais (econômicos, sociais, culturais) como os intrapsíquicos (sistemas fisiológicos, sistemas de sensibilidade, de percepção). Transcende ele essas diversas instâncias, colocando-as em conexão, circulando entre elas, a elas se conformando em relação de assujeitamento e/ou nelas se constituindo em relações de expressividade própria e de ressignificação, num processo de singularização. (Marques, 2006, p. 35).

Na abordagem histórico-cultural, assim como defendemos em Roncaglio, Battisti e Nehring (2021), o processo de desenvolvimento humano ocorre por meio de atividades principais, as quais são estruturadas dependendo do lugar que o homem ocupa nas relações sociais e relacionam-se diretamente à tomada de consciência. São elas: o brincar (fase pré-escolar); o estudar (fase escolar); e o trabalho (fase adulta).

**O trabalho** é o tipo de atividade por meio do qual o homem não somente arquiteta materialmente a sociedade, a partir das suas capacidades de idear e de objetivar, mas também faz os baldrames para que se humanize, se torne um autêntico ser social (Lessa; Tonet, 2011). Nessa perspectiva de cunho materialista, trabalho não remete a um conceito equivalente a emprego, atividade remunerada, profissão ou outros conceitos quaisquer associados ao processo de troca típico da sociedade capitalista, como comumente se ouve falar nos dias atuais. Remete-nos a um Conceito-chave por tratar de uma **atividade prática**, uma **atividade produtiva**. (Araújo, 2015, p. 36, grifos do autor).

Com relação à atividade trabalho, Marques (2006, p. 81) contribui ao destacar que as atividades ocupacionais dos sujeitos, “organizam-se sob a forma de profissões ao aliarem as configurações dos novos princípios organizativos de reprodução simbólica e material do mundo objetivado pelos homens, os avanços das ciências e tecnologias e as intencionalidades políticas de grupos sociais definidos”.

Marcamos, então, o papel fundamental das instituições educativas de Educação Superior, as quais, de certa forma, participam da organização social do trabalho, sendo responsáveis por possibilitar aos sujeitos o aprendizado de conhecimentos teóricos e práticos que viabilizem a apropriação de ferramentas cognitivas essenciais para a vida em sociedade, especialmente no âmbito da atuação profissional. É por meio do processo de internalização dos conhecimentos objetivados no mundo circundante que aprendemos e, assim, nos desenvolvemos.

Nesse sentido, o desenvolvimento do psiquismo humano decorre das relações estabelecidas com outros humanos, as quais são mediadas pelos conhecimentos objetivados no mundo (instrumentos e signos). Esse processo se efetiva na aprendizagem de modo geral, e em alguns casos específicos, quando existe uma intencionalidade objetivada na organização formal e/ou sistematizada no processo de transmissão destes conhecimentos, temos, nesse caso, uma aprendizagem decorrente de uma atividade educativa.

Para Leontiev (1978b, p. 273):

Quanto mais progride a humanidade, mais rica é a prática sócio-histórica acumulada por ela, mais cresce o papel específico da educação e mais complexa é a sua tarefa. Razão por que toda a etapa nova no desenvolvimento da humanidade, bem como dos diferentes povos, apela forçosamente para uma nova etapa no desenvolvimento da educação: o tempo que a sociedade consagra à educação das gerações aumenta; criam-se estabelecimentos de ensino, a instrução toma formas especializadas, diferencia-se o trabalho do educador do professor; os programas de estudo enriquecem-se, os métodos pedagógicos aperfeiçoam-se, desenvolve-se a ciência pedagógica. Esta relação entre o progresso histórico e o progresso da educação é tão estreita que se pode sem risco de errar julgar o nível geral do desenvolvimento histórico da sociedade pelo nível de desenvolvimento do seu sistema educativo e inversamente.

Os espaços formais de educação, seja no âmbito da Educação Básica ou Superior, são lugares sociais responsáveis por possibilitar a apropriação dos conhecimentos historicamente produzidos, além de permitir o aprofundamento e o avanço destes conhecimentos. Entendemos que tal apropriação só ocorre quando esta ação educativa é organizada e intencional. Destacamos, neste artigo, o ensino desenvolvido pelas instituições de Educação Superior, o qual é responsável por viabilizar a formação acadêmica profissional dos sujeitos, possibilitando

a apropriação de ferramentas cognitivas a partir de conhecimentos teóricos e práticos, que permitem o desenvolvimento do sujeito e a realização de atividades específicas ao atuar no campo do trabalho.

Nesse contexto, entendemos o processo de formação acadêmico-profissional como uma atividade humana, pois é por meio deste processo formativo que o sujeito pode desenvolver aptidões que o capacitem a um trabalho especializado. Além disso, configura-se em um meio para que pesquisas nas ciências avancem, que novos conhecimentos sejam elaborados, que novas tecnologias surjam a todo momento, colocando a sociedade, como um todo, em constante transformação. Neste cenário, o processo de formação profissional, por meio do ensino formal e organizado intencionalmente, se apresenta cada vez mais necessário e complexo. Na perspectiva histórico-cultural:

[...] o homem se constitui pelo trabalho, entendendo este como uma atividade humana adequada a um fim e orientada por objetivos, então o professor constitui-se professor pelo seu trabalho – a atividade de ensino – ou seja, o professor constitui-se professor na atividade de ensino. Em particular, ao objetivar a sua necessidade de ensinar e, conseqüentemente, de organizar o ensino para favorecer a aprendizagem. (Moretti, 2007, p. 101).

A atividade de ensino do professor tem a necessidade de mobilizar a atividade de estudo no estudante, criando motivos para que estes queiram aprender. Ao se colocar em atividade de ensino, o professor continua se apropriando dos conhecimentos, dos conteúdos específicos, pedagógicos, curriculares, dos contextos e dos fins educacionais, os quais lhe dão suporte na organização de ações potenciais para possibilitar que o estudante se coloque em atividade de estudo e, assim, se aproprie de conceitos científicos e desenvolva o pensamento teórico. De acordo com Moura et al. (2016), tais ações do professor na organização do ensino permite com que a aprendizagem ocorra de forma sistemática, intencional e organizada.

O ensino desenvolvido pelos professores:

[...] deve ter a finalidade de aproximar os estudantes de um determinado conhecimento. Daí a importância de que os professores tenham compreensão sobre seu objeto de ensino, que deverá se transformar em objeto de aprendizagem para os estudantes. Além disso, é fundamental que, no processo de ensino, o objeto a ser ensinado seja compreendido pelos estudantes como objeto de aprendizagem. Para a teoria histórico-cultural, isso só é possível se esse mesmo objeto se constituir como uma necessidade para eles. Assim, os conhecimentos teóricos são ao mesmo tempo objeto e necessidade na atividade de aprendizagem (Moura et al, 2016, p.105).

Na perspectiva aqui considerada, a atividade:

[...] é capaz de transformar a atividade desenvolvida no trabalho pedagógico naquelas que permitem as mudanças qualitativas. Assim, ela deve estar organizada de modo que os indivíduos possam desenvolver-se como sujeitos transformadores em seu contexto social, não somente por conhecerem a complexidade da prática social vigente, mas por compreenderem também os limites da sua contribuição para o processo de transformação de si mesmos e do contexto que os cerca. (Cedro, 2008, p. 22).

A atividade de ensino do professor precisa possibilitar a aquisição de conceitos científicos pelos estudantes, os quais serão internalizados na medida em que os estudantes se colocarem em atividade de estudo. Ou seja, a apropriação dos conceitos científicos promovida pela atividade do professor se efetiva por meio de um ensino sistematizado e intencional. O professor é o responsável por organizar o ensino, definir as ações, selecionar as ferramentas e avaliar o processo, de forma a gerar nos estudantes motivos para que estes queiram aprender. Nesse sentido, ressaltamos que:

[...] há ações essenciais que precisam ser assumidas pelo professor ao organizar o ensino, que visa a formação de conceitos pelo estudante da Educação Básica e/ou pelo acadêmico no Ensino Superior. Estas ações devem contemplar a análise do conteúdo, percebendo as relações básicas que dão suporte ao conteúdo e identificando o conceito nuclear, e a consideração dos motivos dos estudantes, ou seja, os estudantes entram em atividade de aprendizagem se tiverem motivos, sociais e individuais, para aprender. A análise de conteúdo está fortemente articulada à consideração dos motivos dos estudantes para a aprendizagem do conteúdo. Esta articulação “[...] não consiste apenas em levar em conta os interesses e motivações do aluno, mas intervir nos seus motivos, formá-los para motivos significativos, desejáveis” (Libâneo, 2009, p. 33). O modo de organizar o ensino, a forma e o conteúdo das atividades de ensino constituem um fator motivacional, e um dos papéis do professor é formar nos estudantes, tanto da Educação Básica, quanto do Ensino Superior, motivos para que as aprendizagens se efetivem. (Battisti; Nehring, 2020, p. 55-56).

Considerando especificamente o trabalho do professor, em sua atividade de ensino, a sua necessidade consiste em organizar ações para que a sua atividade ocorra de modo eficiente e eficaz, pois é na atividade de ensino que o professor se faz como trabalhador, ao exercer sua função como organizador e promotor de aprendizagens, viabilizando que os estudantes se coloquem em atividade de estudo. Entendemos o processo educativo como papel central no desenvolvimento humano e, como tal, responsável pela promoção do desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos sujeitos, possibilitando a apropriação de conceitos, de forma que estes constituam-se em ferramentas cognitivas que ampliam as condições do sujeito a atuar na sociedade. Nesse contexto, o estudo apresentado nessa escrita considera o processo formativo e tem como foco um conceito matemático mobilizado nos Cursos de Engenharia, em especial, no Curso de Engenharia Civil, o conceito Vetor.

Vetor é um conceito utilizado por diversas áreas como uma ferramenta para explicar e/ou representar situações, na Matemática têm significados específicos da área (Roncaglio; Battisti; Nehring, 2021b). No Curso de Engenharia Civil, como já discutido em estudos realizados por Roncaglio, Battisti e Nehring (2021a, 2021b, 2021c), este conceito é mobilizado em diversas disciplinas específicas do curso.

Além disso, tais estudos apresentam uma gama de relações conceituais que articulam o conceito Vetor a uma série de situações, nas quais o conceito Vetor se faz necessário para a análise, discussão e solução de problemas na área da Engenharia Civil. A significação do conceito Vetor pelos estudantes de Engenharia possibilita que estes estabeleçam relações, articulando o conceito a situações do seu campo profissional e permitindo que se apropriem de ferramentas cognitivas importantes e significativas, as quais possibilitam o desenvolvimento de competências e habilidades que podem se tornar um diferencial no processo formativo e na própria atuação profissional.

Desse modo, nessa escrita, temos como objetivo identificar e analisar necessidades e motivos na significação do conceito Vetor na profissão de ser Engenheiro Civil, delimitado a partir da seguinte problemática: quais os enfrentamentos necessários na formação do Engenheiro, considerando a significação conceitual de Vetor para uma atuação profissional de forma a contemplar os indicativos propostos pelas DCN?

### **Procedimentos Metodológicos**

Essa pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso, envolvendo uma instituição (Universidade), que possui o curso de Engenharia Civil, com mais de 30 anos. Os dados produzidos consideram um questionário enviado à profissionais que atuam na área de Engenharia Civil e de uma entrevista semiestruturada com estudantes matriculados no Curso. Todos os sujeitos envolvidos foram ou são estudantes da instituição de ensino, na qual a pesquisadora principal faz seu doutorado e as orientadoras são professoras de Matemática, ou seja, a escolha da instituição foi intencional. O questionário foi organizado via formulário Google e encaminhado por e-mail a todos os egressos cadastrados no Programa Egresso da instituição, desde 2015. A responsabilidade de manter os dados (endereço de e-mail e telefone) atualizados no Programa é dos egressos; muitos e-mails encaminhados estavam desatualizados e acabaram voltando. O questionário foi encaminhado, via e-mail, para 387 egressos; destes, 30 responderam e 29 aceitaram participar da pesquisa, respondendo o mesmo. Esse questionário ficou aberto por 15 dias. Os egressos que aceitaram participar da pesquisa o fizeram concordando com o termo de consentimento enviado juntamente com o questionário.

O questionário foi constituído em três seções: uma de apresentação do objetivo da pesquisa e do termo de consentimento com a possibilidade de aceite ou não em participar da pesquisa; uma segunda sessão de apresentação do egresso, com nome, e-mail, ano de formação e se está atuando na área de formação; e uma terceira seção no qual, além de o egresso indicar o campo e o tempo de atuação, foram apresentadas duas imagens que representam situações relacionadas à atuação do engenheiro em que os egressos foram questionados sobre quais os conceitos da Matemática, Física e Engenharia poderiam ser considerados para explicar e/ou resolver as situações apresentadas.

A Figura 1 traz as imagens que foram apresentadas aos egressos.



Figura 1.

*Imagens apresentadas aos egressos (Produção da pesquisa.)*

O segundo movimento para a produção de dados contemplou a realização de uma entrevista com estudantes em formação. Foram convidados para participar dessa etapa estudantes matriculados no Curso do 8º semestre, que já cursaram as disciplinas de Geometria Analítica e Vetores, Física I, Mecânica Geral I, Resistência dos Materiais I, Análise Estrutural I, Hidráulica, Mecânica dos Solos I, Fenômenos de Transporte, Estruturas de Concreto Armado I, Estrutura de Aço, Fundações e Estrutura de Madeira, ou seja, disciplinas que já tinham sido identificadas e que mobilizam o conceito Vetor. A partir destes critérios, foi feito um levantamento prévio dos acadêmicos com auxílio da secretaria do curso. Os estudantes foram convidados por meio de contato via WhatsApp em grupos de disciplinas, por contato individual por bolsista de Iniciação Científica e também por acadêmica do Curso de Engenharia, que participa de um projeto de pesquisa das orientadoras.

A entrevista foi realizada via Google Meet. O link foi criado e encaminhado nos grupos de WhatsApp das disciplinas. Os estudantes que aceitaram participar da pesquisa, cinco no total, assinaram o termo de consentimento. A entrevista foi gravada em vídeo, transcrita e foi

realizada coletivamente entre os estudantes. A entrevista foi dividida em dois momentos: num primeiro momento, os estudantes foram questionados sobre como o conceito Vetor havia sido apresentado a eles, a forma como foi trabalhado em sala de aula, se este conceito foi mobilizado em diferentes disciplinas específicas do curso, se estabeleceram relação entre o conceito Vetor e as disciplinas já realizadas, e se eles conseguiram se apropriar do conceito. Em um segundo momento, foram apresentadas três imagens de situações do contexto da Engenharia (Figura 2). Nestas, os estudantes foram questionados sobre o que eles estavam visualizando e quais os conceitos envolvidos nas situações e para resolver o problema que se apresentava nas imagens.



Figura 2.

*Imagens apresentadas aos estudantes (Produção da pesquisa)*

As imagens apresentadas aos egressos e aos estudantes foram diferentes, porém, o contexto de ambas explicita a relação de atuação dos sujeitos no campo profissional do engenheiro civil, ou seja, são imagens que representam situações a serem vivenciadas em exercício profissional. Para compreender as imagens, os profissionais precisam considerar conceitos da Matemática, Física e Engenharia para realizar uma análise técnica considerando o campo conceitual. São estes conceitos que irão possibilitar uma compreensão e/ou análise aprofundada das imagens.

No decorrer da escrita, os sujeitos são identificados como E1, E2, E3, E4 e E5, no caso dos estudantes em processo de formação e os egressos são identificados como Eg1, Eg2, ..., Eg29.

A análise dos dados, se constitui a partir do referencial metodológico da Análise Textual Discursiva - ATD de Moraes e Galiuzzi (2016). A ATD se estrutura em três etapas: a unitarização, a categorização e o metatexto. A primeira etapa da ATD, a unitarização, é o movimento inicial da análise, que exige uma leitura cautelosa e profunda dos dados produzidos. É marcada pela desordem, o momento de desconstrução dos dados, na qual o pesquisador, ao analisar os dados, realiza várias interpretações. Deste movimento emergem as unidades de significado.

As análises considerando os instrumentos produzidos, nos permitiram definir as unidades de significado, a categorização, segunda etapa da ATD, marcada por um movimento construtivo.

A categorização é momento de síntese e organização de um conjunto de informações relativas aos fenômenos investigados. Essas sínteses são as teorizações do pesquisador, produzidas a partir de perspectivas teóricas implícitas dos sujeitos da pesquisa e do próprio pesquisador, sempre em interlocução com outros teóricos. Requerem contínuo aperfeiçoamento, adequação e refinamento no decorrer do processo da análise e produção escrita. O processo de categorização constitui estratégia de movimento da pesquisa que vai do empírico ao abstrato, dos dados coletados para as teorias construídas ou reconstruídas pelo pesquisador. (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 112-113).

A Tabela 1 apresenta as unidades de significado e as categorias considerando o referencial ATD e, para melhor examinar a intencionalidade da pesquisa, apresentam-se, ainda, as proposições definidas a partir do *corpus* analisado. A proposição se estrutura a partir do captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada, considerando a relação empiria/teoria. É a construção de um metatexto pelo pesquisador, realizando considerações em relação às categorias de análise que construiu e as unidades de significado identificadas nos dados produzidos. É uma escrita que busca apresentar de forma clara e objetiva o entendimento do pesquisador em relação à análise dos dados relacionados com a fundamentação que sustenta o estudo.

Tabela 1.

*Unidades de significado, categorias e proposições (Produção da pesquisa)*

<b>Unidades de significado</b>	<b>Categorias</b>	<b>Proposições</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte teórica e exercícios.</li> <li>- Penca de exercícios.</li> <li>- Passava o conceito e depois exemplos.</li> <li>- Aplicação na área que está estudando.</li> <li>- Aplicação na prática, na própria área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceitos matemáticos e sua abordagem em disciplinas do Curso de Engenharia Civil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A atividade educativa como ponto central na relação entre o sujeito e o desenvolvimento profissional do engenheiro.</li> </ul>
<p><b>Campos de atuação do Engenheiro Civil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção Civil.</li> <li>- Cálculo Estrutural.</li> <li>- Elaboração e execução de projeto técnico.</li> <li>- Pavimentação e infraestrutura.</li> <li>- Supervisão, coordenação e orientação técnica.</li> </ul> <p><b>Conceitos estudados no decorrer do Curso de Engenharia Civil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais de construção.</li> <li>- Saneamento.</li> <li>- Forças atuantes.</li> <li>- Resistência dos materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campo de atuação profissional do Engenheiro Civil, necessidades e desafios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A atuação do Engenheiro exige uma interlocução entre conceitos de Matemática, Física e Engenharia e é um potencializador de criação de motivos para que os estudantes queiram aprender.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensões, deformações e deslocamentos.</li> <li>- Esforços e momentos.</li> <li>- Mecânica estática.</li> <li>- Cálculo de estruturas.</li> <li>- Trigonometria.</li> <li>- Coordenadas cartesianas.</li> <li>- Estruturas de concreto armado.</li> <li>- Momento fletor.</li> </ul>		
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Nos próximos itens, trataremos as discussões, entendimentos e fundamentações das proposições apresentadas, considerando o problema apresentado para esta produção à luz do referencial teórico e da análise dos dados.

### **A atividade educativa como ponto central na relação entre o sujeito e o desenvolvimento profissional do engenheiro**

Considerando, os referenciais apresentados, entendemos como atividade educativa todos os aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos, trabalhados pelas instituições de ensino, bem como os diferentes sujeitos envolvidos. O desenvolvimento de uma aula, por exemplo, é uma atividade educativa, uma vez que para ser realizada necessita ser organizada em torno de uma intencionalidade com objetivos claros e muito bem definidos. Consiste em uma ação consciente e interativa, aberta ao questionamento e ao diálogo entre os sujeitos envolvidos de forma a possibilitar a instituição de processos que visam, entre outros, a significação de conceitos. Bernardes (2011, p. 324) contribui com a discussão ao apontar que:

As ações e operações executadas na atividade educativa necessariamente visam relacionar os objetivos da educação com o seu fim, ou seja, atendem à necessidade de comunicação para que as condições particulares dos educadores e dos educandos sejam superadas, potencializadas pela apropriação da produção cultural humana elaborada historicamente.

[...]

Nestas condições, a atividade humana que tenha como fim a apropriação da produção cultural humana pelos sujeitos nas relações interpessoais pela educação de forma ampla, seja entre membros de uma família ou em grupo social que vise ao mesmo fim, é entendida por nós como atividade educativa. Assim, a educação em geral é entendida como um meio que tem como finalidade a apropriação e a potencialização do que é universal nos sujeitos individuais. Visa criar condições para a apropriação pelos sujeitos de tudo o que é próprio do gênero humano, constituído a partir do movimento histórico de hominização e humanização. Os processos educacionais são entendidos por nós como mediadores da produção humana nas relações entre o gênero humano e os sujeitos ativos pertencentes a uma sociedade.

A atividade educativa, então, é desenvolvida não apenas pelo professor, mas pela relação que este estabelece com os estudantes e com os conceitos científicos. Porém, o professor, tem papel fundamental nesse processo, sendo o responsável por transformar os conhecimentos científicos historicamente construídos em conhecimentos a serem ensinados, ou seja, em conhecimentos ensináveis. Ser professor exige ter o domínio de conhecimentos científicos de sua área de atuação, ser capaz de tornar sua atividade pedagógica significativa sem perder o rigor científico dos conhecimentos e ter a sensibilidade de perceber o estudante, de considerar suas experiências e conhecimentos já adquiridos, como também, como este aprende. Além disso, é importante destacar que ter consciência das finalidades educativas e ter domínio dos conceitos científicos, dos aspectos curriculares, didáticos e pedagógicos permite ao professor desenvolver um ensino baseado em um sistema conceitual, articulando diferentes conceitos e permitindo a relação e a mobilização em diferentes contextos.

Um modelo educacional baseado em ações, e não em atividades, tende a promover alienação, tendo em vista que o sentido pessoal não está associado à significação social (educação). O foco do aluno, muitas vezes, não está no sujeito da atividade, que é o de estudar. Isso significa que o motivo e o objeto não se relacionam, porque há dois papéis a serem desenvolvidos na escola: o do professor, como agente da educação, cuja atividade principal consiste em ensinar, e o do aluno, alvo da educação, o de estudar. (Grymuza; Rêgo, 2014, p. 129-130).

A atividade de ensino do professor, quando assumida como núcleo da atividade educativa apresenta duas dimensões: uma de formação do professor, ao organizar e reorganizar suas ações ao propor suas aulas; e a outra do estudante, ao se colocar no movimento de apreensão dos conceitos científicos já produzidos e, por meio destes, desenvolver competências necessárias à sua atuação profissional. Sendo assim, a atividade educativa precisa ser desenvolvida de modo a permitir a apropriação dos conceitos pelo estudante, possibilitando a ampliação dos níveis de significação por meio da atribuição de sentidos e da negociação dos significados.

O ensino formal configura-se como um meio organizado pela sociedade para satisfazer a necessidade das novas gerações de apropriar-se dos saberes já produzidos. Tal entendimento possibilita indicar que o trabalho, como uma atividade humana intencional, gerou tal necessidade e que, por meio do trabalho, o ensino é realizado pelo professor no exercício de sua atividade profissional, a qual faz parte de uma organização social e coletiva e a ela está integrada. O ensino, como produto de uma atividade física e mental, dessa forma, pode ser considerado uma objetivação do trabalho do professor. (Battisti; Nehring, 2019, p. 545).

Nesse contexto, com vistas a atender ao objetivo e à questão norteadora da investigação apresentada na presente escrita, trazemos fragmentos da entrevista semiestruturada realizada com estudantes. No decorrer da mesma, os estudantes foram questionados sobre vários aspectos relacionados à sua participação na atividade educativa. Um dos questionamentos relacionava-se ao conceito de Vetor nas disciplinas do curso. No primeiro momento, os estudantes logo identificaram a disciplina na qual o conceito é introduzido no curso, como é possível observar na Tabela 2.

Tabela 2.

*Respostas sobre como o conceito vetor foi apresentado aos estudantes (Produção da pesquisa)*

(Linha 1) E1: Eu esqueci o nome daquela. É Geometria Analítica e Vetores, né?  
 (Linha 2) E2: Nas aulas de Geometria.  
 (Linha 3) E3: É Geometria Analítica e Vetores. Mas acho que é primeiro, segundo semestre. Acho que é  
 (Linha 4) bem cedo, os vetores.  
 (Linha 5) E4: É isso aí. Pra mim também.  
 (Linha 6) E1: Eu lembro de ter feito acho que no primeiro [semestre].  
 (Linha 7) E5: Pra mim foi no segundo eu acho. Foi Geometria Analítica e Vetores.  
 (Linha 8) E1: É, eu acho que foi a primeira vez que apareceu.

Os estudantes logo identificaram a disciplina de Geometria Analítica e Vetores como a disciplina que trabalha ou introduz o conceito Vetor no curso. Estas falas apresentam indícios de que os estudantes acabam relacionando o nome da disciplina, ou podem lembrar de atividades realizadas na mesma. Frente a estas respostas, novos questionamentos foram sendo realizados. Dentre eles, como o conceito havia sido trabalhado na disciplina, se foi por meio de uma situação-problema, de uma definição ou de que forma. A Tabela 3, a seguir, apresenta as respostas dos estudantes em relação a este questionamento.

Tabela 3.

*Forma como os estudantes lembram da apresentação do conceito vetor*  
 Fonte: Produção da pesquisa.

(Linha 1) E5: O professor passava o conceito, que eu lembro, e depois exemplos. Tipo, em formato de  
 (Linha 2) exemplos.  
 (Linha 3) E4: Eu fiz com o XXXX, ele passava a teoria e eu não me esqueço que ele desenhava o 3D  
 (Linha 4) no canto da parede. Tipo,  $x$  e  $z$ . É a coisa que eu mais me recordo de Geometria Analítica.  
 (Linha 5) Mas era o conceito teórico e a prática, ele passava como dá. Porque é meio complexo de  
 (Linha 6) elencar o vetor praticamente.  
 (Linha 7) E5: Eu lembro desse desenho  $x$  e  $z$ . Eu lembro que o Prof. XXXX passava também. Isso eu  
 (Linha 8) lembro.  
 (Linha 9) E1: Eu lembro de ter feito essa matéria com a Prof. XXX, e se eu não me engano, era ou no  
 (Linha 10) quadro ou era nos slides. Eu não consigo lembrar...  
 (Linha 11) E3: É. A gente era colega né?  
 (Linha 12) E1: Eu acho que sim. Mas era uma penca de exercícios.  
 (Linha 13) E5: Pra nós o XXXX mandava imprimir as folhas e não passava slides, nem nada. Acho  
 (Linha 14) que era só verbalmente mesmo. Que eu lembre.  
 (Linha 15) E4: Eu fiz com o XXXXX e era uma apostila. Daí ele passava exercícios e explicava.

As respostas dos estudantes marcam a forma como geralmente o ensino é desenvolvido nas instituições de Educação Superior, abordagem essa já apontada em Roncaglio, Battisti e Nehring (2021a, p. 40):

Uma das abordagens mais comuns no processo de ensino, na Educação Superior, em especial de conceitos relacionados às áreas de ciências exatas, tem sido a apresentação da definição do conteúdo a ser ensinado e a explanação do professor sobre o mesmo, alguns exemplos que, na maioria das vezes, são resolvidos juntamente com os estudantes para que eles possam acompanhar passo a passo os tratamentos utilizados pelo professor para encontrar uma solução e listas de exercícios como aplicação e/ou sistematização dos conceitos estudados.

Essa forma de ensino desenvolvido nas instituições de Educação Superior, considerando principalmente a área das ciências exatas, tem sido uma prática “natural” e os próprios estudantes já consideram que o ensino nestas instituições/área é assim, ou deve ser assim. Podemos perceber isso na fala do E4 na Linha 5 e 6 da Tabela 3. Esta forma de ensinar já se tornou um “padrão” nas instituições e quando realizada sem inserir o estudante na atividade pedagógica, sem proporcionar processos de significação, pode se tornar um processo vazio e mecânico, não permitindo a produção de sentido por quem precisa se apropriar de tal conhecimento. Luzzi e Philipp Jr. (2011, p. 124) contribuem com esta discussão ao apontarem que:

Os alunos desse futuro necessitam muito mais do que informações e técnicas repetitivas. Há que se desenvolver estilos de pensamento metacognitivos, complexos, abertos às incertezas e às mudanças constantes, para dar conta de um mundo em constante transformação. Necessitam aprender a aprender, e aprender a pensar.

Ou seja, é necessário muito mais do que apresentar as definições, resolver exemplos e fazer listas de exercícios. É preciso tornar o processo de ensino significativo, possibilitando aos estudantes o estabelecimento de relações com os conhecimentos já elaborados, assim, entre os conceitos, de forma que insiram-se de fato na atividade educativa e ampliem os níveis de significação dos conceitos abordados. Concordamos com Luzzi e Philipp Jr. (2011, p. 140) quando estes destacam que:

O ensino superior não pode continuar a ignorar as profundas mudanças sociais que estão acontecendo vertiginosamente neste momento histórico. Deve-se compreender o perfil de profissional que a realidade atual demanda mudou. Hoje é mais importante formar profissionais com condições de elaborar, de maneira criativa, soluções autônomas que aprendam a aprender e a pensar, que aprendam a capturar a complexa trama de inter-relações presentes nos diversos fenômenos do objeto de estudo. Para isso, a educação

também deve mudar, utilizando como base para sua transformação a abordagem da complexidade do processo de ensino e aprendizagem e do contexto que o situa, significa e determina, por meio de uma visão interdisciplinar multirreferenciada. Urge, pois, avançar.

A atividade educativa necessita ser repensada no sentido de considerar a complexidade da sociedade e, assim, dos processos de ensino e de aprendizagem. Como as empresas buscam por profissionais que desenvolvam sua prática profissional com qualidade, com capacidade crítica, criativa, que saibam enfrentar diferentes e complexos problemas e busquem por soluções eficientes e sustentáveis, as instituições de ensino também necessitam de profissionais que estejam abertos às mudanças e que prezam pela qualidade de sua prática. O programa curricular de um curso de graduação é constituído por diversas disciplinas planejadas e organizadas de forma a possibilitar uma formação profissional completa e de qualidade. São disciplinas que, juntas, de forma articulada constituindo uma unidade, possibilitam a apropriação de um arcabouço teórico e prático essencial no processo formativo. É na:

[...] mediação da docência em sala de aula que se efetivam as aprendizagens formais e sistemáticas e os conteúdos delas adquirem vida ao serem assumidos na qualidade de elementos determinados do conhecimento alcançado no entendimento compartilhado por professores e alunos, sujeitos/atores do seu ensinar e aprender. Os alunos com seus saberes da vida e o professor, além dos saberes da própria experiência vivida, com o saber organizado e sistematizado, sob a forma escolar em função dela, na cultura e nas ciências. (Marques, 2006, p. 111).

É importante que, para além de haver relações entre as diferentes disciplinas, o estudante perceba tais relações, que tenha necessidade de compreender e mobilizar os conceitos no contexto da prática profissional por meio da atividade educativa. Ou seja, existe uma necessidade urgente de articulação entre os conceitos a partir de um trabalho conjunto entre as disciplinas e não o isolamento delas, promovendo abordagens de cunho interdisciplinar que considerem a complexidade dos processos de ensino e aprendizagem.

[...] a interdisciplinaridade implica um processo de inter-relação de processos, conhecimentos e práticas que transcendem as disciplinas científicas e suas possíveis articulações. Um processo que, a partir do ponto de vista educativo, supera e transcende os conteúdos curriculares, permeando as práticas educativas como um todo, em uma espécie de enfoque multirreferenciado.

Um enfoque que, articulando teorias provenientes de diversos campos do conhecimento, possibilita desvelar a complexidade do processo de ensino e de aprendizagem, gerando uma didática diferenciada. Uma didática que, como teoria da prática, considera a sala de aula um espaço onde se formam grupos específicos e singulares, tarefas, pesquisas, relações de comunicação, de poder, refletindo e dramatizando as configurações da dinâmica institucional que perpassa. Um espaço onde se organizam as relações com o

saber e se entrecruzam tensões, desejos individuais, representações sociais, valores, crenças e motivações. (Luzzi; Philipp JR., 2011, p. 126).

Neste sentido, outro questionamento proposto no decorrer da entrevista foi em relação à mobilização do conceito Vetor em outras disciplinas do curso. A Tabela 4 apresenta as respostas dos estudantes.

Tabela 4.

*Mobilização do conceito vetor em outras disciplinas do curso*

*Fonte: Produção da pesquisa.*

<p>(Linha 1) E5: Agora em Aço [componente curricular] tem os vetores.</p> <p>(Linha 2) E3: Tá, mas antes disso vem Física.</p> <p>(Linha 3) E4: Física e um dos Cálculos também.</p> <p>(Linha 4) E1: Álgebra Linear não tem um pouquinho? Acho que não né.</p> <p>(Linha 5) E4: Sim, tem também.</p> <p>(Linha 6) E1: É, Álgebra Linear tem.</p> <p>(Linha 7) E4: E um dos Cálculos, não sei se o 1 ou 2. Acho que é o 2 que tem os negócios de temperatura né.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A análise das respostas dos estudantes sobre a mobilização do conceito Vetor em outras disciplinas do Curso de Engenharia, além da disciplina de Geometria Analítica e Vetores, que introduz o conceito, possibilita perceber que os estudantes citam mais duas disciplinas relacionadas à Matemática, a Física e uma disciplina específica do curso, Aço. Porém, em estudos já desenvolvidos por Roncaglio, Battisti e Nehring (2021c), identificamos várias disciplinas que utilizam o conceito Vetor como uma ferramenta para representar ou então resolver situações específicas da Engenharia Civil, como, por exemplo, Mecânica Geral I, Resistência dos Materiais I ou então Análise Estrutural I, dentre outras. Vale lembrar que os estudantes que participaram da entrevista estavam cursando o 8º semestre, portanto, já cursaram disciplinas específicas do curso que consideram a mobilização do conceito Vetor.

São as relações estabelecidas com os conceitos que fazem parte do sistema conceitual de vetor que possibilitam a mobilização deste conceito em diferentes situações e em outras áreas do conhecimento. A Matemática possui uma linguagem que possibilita a articulação de diversos registros de representação semiótica e a Física utiliza-se desta linguagem. Como por exemplo, a linguagem vetorial para representar fenômenos como força, deslocamento, velocidade e aceleração, grandezas que para serem definidas necessitam de um módulo, de um sentido e de uma direção. O vetor, é um conceito matemático utilizado como uma linguagem pela Física e pelas Engenharias para descrever fenômenos que para serem definidos necessitam de um sentido, de uma direção e de um módulo (intensidade), geralmente utilizado para descrever um deslocamento ou então situações que envolvem grandezas vetoriais, como é o caso da grandeza vetorial força. Uma grandeza vetorial é definida pelo seu sentido, módulo e direção, elementos estes que constituem o vetor, que necessitam ser significados no processo de ensino e aprendizagem e que marcam o

delimitador da grandeza escalar e a necessidade de uma grandeza vetorial. (Roncaglio; Battisti; Nehring, 2021b).

Outro questionamento realizado na entrevista foi sobre a forma como o conceito Vetor foi trabalhado na disciplina de Geometria Analítica e Vetores, e se a forma como foi contribuiu para mobilização do conceito em outras disciplinas do curso. As respostas foram:

Tabela 5.

*Articulação de conceitos (Produção da pesquisa)*

*(Linha 1) E3: É que na verdade assim, em questão de vetor não tem como tu dar uma aula, acredito, (Linha 2) com prática. Entende? Era mais a parte teórica e exercício de cálculo e situações. Tipo, (Linha 3) montava a historinha ali e ia fazendo o cálculo.*  
*(Linha 4) E4: É bem isso o que ele falou. Concordo em grau e gênero, com as mesmas palavras... Eu (Linha 5) acho que é complexo explicar vetor de forma prática, visível assim. Eu acho complexo. O (Linha 6) mais fácil é a questão da soma, de vetores que tu consegue observar, mas de resto... Tipo o (Linha 7) conceito de vetor eu acho complexo.*  
*(Linha 8) E3: É que na verdade, tu pode considerar uma crescente. Vamos supor: Geometria tu (Linha 9) aprendeu aquilo como um valor. E daí depois na Física tu já aprende aplicando uma certa (Linha 10) velocidade num carro, já aplica outro vetor. Então, isso foi uma crescente de valores de (Linha 11) conceito que, de certa forma, para resolver os cálculos, ajudou.*  
*(Linha 12) E1: E depende o professor. Porque às vezes a gente passa por alguma matéria que tal (Linha 13) professor nem disse para nós “ó, isso aqui tem a ver com vetor. Isso aqui é um vetor mas (Linha 14) vocês não estão enxergando como um vetor”. Então pode ter muita coisa que a gente aplicou (Linha 15) na Engenharia que tem a ver com os vetores mas a gente nem sabe.*  
*(Linha 16) E5: E que por ser um conhecimento das matérias anteriores, lá do início, até os professores (Linha 17) passam às vezes batido, não chegam a explicar claramente o que é isso.*

As respostas dos estudantes apontam para o isolamento das disciplinas no currículo do curso. No contexto considerado, não é possível identificar diálogo/relação entre as disciplinas e isso, infelizmente, faz com que os estudantes não percebam a conexão que existe entre os conceitos que estão sendo apreendidos para que o processo de formação amplie as condições de atuação profissional. Aqui, novamente, aparece a forma como o ensino se apresenta na Educação Superior, quando o E3 tenta explicar como o conceito Vetor foi trabalhado na disciplina de Geometria Analítica e Vetores, Linhas 2 e 3. O E4 entende que o conceito Vetor é complexo, mas aponta uma das operações com vetores como de “fácil” compreensão, Linhas 4 a 7.

O desenvolvimento de que o E4 aponta, Linhas 6 e 7, é a soma de Vetor considerando a representação geométrica dos vetores, quando esta operação é realizada por meio da lei do paralelogramo ou pela lei do polígono, que são procedimentos matemáticos para o cálculo da soma quando os vetores estão na representação geométrica no registro figural. Operação esta utilizada em várias disciplinas do Curso de Engenharia para cálculo de adição de forças e, mesmo assim, os estudantes não conseguem relacionar o conceito Vetor com as disciplinas específicas do curso, como vimos na Tabela 4.

Nas Linhas 16 e 17, o E5 aponta o isolamento das disciplinas que constituem o currículo. O conceito Vetor é uma ferramenta Matemática fundamental, mobilizado em diferentes disciplinas, ou seja, é um conhecimento fundamental em várias disciplinas e importante para o processo de formação profissional dos sujeitos. O E3, ao tentar exemplificar a relação entre os conceitos e a mobilização em outras disciplinas, relaciona o conceito Vetor a uma grandeza escalar, Linhas 8 a 11. Aqui o estudante associa a grandeza escalar velocidade a uma grandeza vetorial, o que dá indicativos de que este não se apropriou do conceito Vetor, enquanto representante de uma grandeza vetorial, o que conseqüentemente faz com que ele não reconheça os elementos de constituição do Vetor e a diferença entre uma grandeza escalar de uma grandeza vetorial. Além disso, se o estudante não conseguir se apropriar do conceito Vetor, não conseguirá mobilizá-lo em outras disciplinas que necessitam do mesmo.

Essa dificuldade apresentada pelo E3, pode ser reflexo do trabalho desenvolvido na disciplina GAV, no qual o Vetor é tratado apenas considerando o contexto matemático e limitando assim a exploração deste em outras situações, como por exemplo, na representação de situações que envolvem o conceito de força. A exploração em outros contextos, especialmente em situações de aplicação do conceito Força - conceito mobilizado em diversas disciplinas do currículo da Engenharia - pode ampliar a compreensão do conceito Vetor para além da perspectiva matemática, contribuindo na produção de entendimentos de conceitos específicos dos cursos de Engenharia. Ideia esta prevista nas DCN (Brasil, 2019) ao indicar que o estudante deve ser capaz de modelar fenômenos e sistemas físicos e químicos, utilizando, entre outras, ferramentas matemáticas.

Outro questionamento realizado envolve a abordagem dada ao conceito Vetor e a relação deste com conceitos de outras áreas de conhecimento. Se tivesse sido considerada uma situação de aplicação no contexto da Engenharia na introdução do estudo do conceito Vetor, do ponto de vista dos estudantes, teria sido significativo.

Tabela 6.

*Abordagem dada ao conceito vetor (Produção da pesquisa)*

*(Linha 1) E1: A gente tem tudo muito pronto hoje em dia, eu acho que tanto nos softwares, que a gente  
(Linha 2) usa para fazer tantos projetos quanto [ininteligível], toda essa parte. A gente acaba não  
(Linha 3) vendo tanto porque agora é muito prático. A gente não faz praticamente nada na mão, nada  
(Linha 4) calculado demais, a gente calcula. Então eu acho que alguns professores acabam não  
(Linha 5) abordando isso, um pouco porque não dá tempo e um pouco porque a gente não vai precisar  
(Linha 6) usar tanto disso, assim como outros assuntos que a gente aprende no início da faculdade e  
(Linha 7) no final, a gente sabe que a gente precisava aprender aquilo mas a gente não aplica  
(Linha 8) naquelas matérias sabe?  
(Linha 9) E3: E também tem a questão do passar o conteúdo, vamos supor, todo aluno sempre gosta  
(Linha 10) que tu tá aprendendo o conteúdo, mas é bom o professor trazer uma prática que é  
(Linha 11) realmente do nosso curso. Tudo bem que tem a Física, a Matemática, mas que nem a gente*

(Linha 12) falou em velocidade média, não é relacionado ao nosso curso. Então, todo aluno procura  
(Linha 13) uma forma de aplicação ao que vai ser no futuro.  
(Linha 14) E5: E às vezes é muito difícil relacionar alguma coisa. Porque, por exemplo, quem não fez  
(Linha 15) concreto ainda não vai saber com o que relacionar, ou outras disciplinas que a gente usa  
(Linha 16) vetores. É bem difícil fazer uma relação.  
(Linha 17) E3: É mais fácil de lembrar porque tu relaciona.  
(Linha 18) E1: Eu sempre falo isso, que na verdade nós temos essas matérias que são para as  
(Linha 19) Engenharias lá no início, então se elas são para Engenharia, eles deveriam trazer não só a  
(Linha 20) Matemática, eles deveriam mesclar as duas coisas, porque muitas vezes a gente teve  
(Linha 21) matérias que eram pura Matemática. Aí eu sei que XXX ela pedia alguns trabalhos com  
(Linha 22) aplicação na área que tu tá estudando, eu não fiz nenhuma matéria com ela, e com a  
(Linha 23) professora que eu tive eu não tive isso. Então as pessoas chegavam para mim com “ah fiz  
(Linha 24) um trabalho, com derivadas e integrais”, eu ficava, “tá, mas onde é que vocês aplicaram?”  
(Linha 25) porque eu não conseguia enxergar um exemplo. E a gente usa muito isso em concreto,  
(Linha 26) integrais e derivadas, a gente sabe que tem e quando o professor fala, é nossa realmente.  
(Linha 27) E5: Era um cálculo de área que a gente teve nesse trabalho com a XXXX.  
(Linha 28) E4: É bem isso aí. Como é do núcleo comum que vocês falaram ali, essas matérias, o  
(Linha 29) professor passa o conceito de uma forma geral, para nós não aplicou tipo, essas matérias  
(Linha 30) que têm com a Engenharia Elétrica, ou Mecânica, para não aplicar só em uma, e alguns  
(Linha 31) alunos vão se sentir como, ah não aplicou na minha área. Nesse caso com a XXXX, tu  
(Linha 32) aplica as derivadas e integrais em um trabalho na tua área mesmo. Eu acho que seria bom  
(Linha 33) uma aplicação visível, na prática, na própria área.  
(Linha 34) E2: Eu concordo. Até é uma coisa que a Universidade está propondo agora, mas dessas  
(Linha 35) matérias mais gerais no início do curso, não é legal, o aluno fica bem perdido nessa  
(Linha 36) situação. Ele acaba adquirindo conhecimento mínimo do que ele consegue elencar do curso  
(Linha 37) dele, porque ele entra e tem a esperança, esperança não é a palavra certa, mas tu acha que  
(Linha 38) já vai dar de cara com o conhecimento específico do teu curso, e acaba que tu só tem  
(Linha 39) contato com isso a partir do 5º, 6º semestre, e isso é muito ruim.

A análise das respostas apresentadas na Tabela 6 nos leva a destacar aspectos como a questão do avanço das tecnologias e como isso influencia todos os setores, inclusive o educacional e o papel do professor neste novo cenário. Na resposta do E1, há indícios deste fato nas Linhas 1 a 4. Outro aspecto que podemos destacar na análise das respostas dos estudantes é em relação ao isolamento das disciplinas e não conexão dos conceitos, em especial, as disciplinas, as quais não trabalham com situações de aplicação dos conceitos na área de formação dos estudantes, ou seja, no contexto da área profissional ou do campo de atuação do Engenheiro Civil. O E1, nas Linhas 18 a 26, aponta isso, fato que indica uma fragilidade no processo de ensino que pode gerar um problema para a aprendizagem na Educação Superior.

Além disso, marca a necessidade de trabalhar com a articulação entre o conhecimento teórico, a prática e o contexto profissional no processo de formação profissional dos sujeitos. As questões levantadas aqui apontam diretamente para o trabalho do professor, ou da atividade educativa, na qual o professor tem papel fundamental no processo de formação dos sujeitos. A ação do professor, ou a forma como este desenvolve seu ensino, interfere de forma significativa no processo de apropriação dos conceitos por parte dos estudantes.

Uma didática que, como teoria da prática, considera a sala de aula um espaço onde se formam grupos específicos e singulares, tarefas, pesquisas, relações de comunicação, de

poder, refletindo e dramatizando as configurações da dinâmica institucional que perpassa. Um espaço onde se organizam as relações com o saber e se entrecruzam tensões, desejos individuais, representações sociais, valores, crenças e motivações. (Luzzi; Philipp Jr., 2011, p. 126).

Entendemos que considerar situações e/ou contextos relacionados ao campo de atuação do Engenheiro na atividade educativa, no decorrer do processo formativo, pode ampliar as possibilidades de significação dos conceitos e do estabelecimento de relações entre os conceitos das diferentes áreas, como, por exemplo, Matemática, Física e Engenharia, como é o caso do Curso de Engenharia Civil. Nesse sentido:

[...] o ensino eficaz é capaz de ajudar nas eventualidades do processo de construção de significados por parte dos alunos, logo, ensinar é levar o aluno a compreender algo, um objeto da realidade ou um conteúdo. [...] A abordagem que o professor apresenta em sala de aula irá interferir diretamente na aprendizagem do aluno. (Grymuza; Rêgo, 2014, p. 132).

É no processo formativo que essas articulações entre diferentes conceitos devem ocorrer, possibilitando aos futuros profissionais ferramentas cognitivas consistentes para analisar diferentes contextos, traçar estratégias e encontrar soluções. Entendemos que é na e pela atividade educativa que se efetiva esta articulação; é no trabalho do professor em sala de aula que essas articulações devem ocorrer. O estudante sozinho não consegue realizar tais conexões. Para tanto, é necessário que o estudante se coloque em atividade de estudo. O professor organiza o ensino de forma a possibilitar ao estudante que este se coloque em atividade de estudo.

### **A atuação do Engenheiro exige uma interlocução entre conceitos de Matemática, Física e Engenharia e é um potencializador de criação de motivos para que os estudantes queiram aprender**

As discussões referentes a esta proposição consideram, especialmente, a análise realizada pelos Estudantes e Egressos de imagens que representam situações do contexto profissional. Foram apresentadas três imagens (Figura 1) aos Estudantes para que analisassem e indicassem conceitos de Matemática, Física e Engenharia, que poderiam estar relacionados ao enfrentamento daquelas situações. No questionário enviado aos Egressos também foram apresentadas imagens (Figura 2) do contexto profissional e foi solicitado que os mesmos, a partir do seu entendimento, da sua experiência profissional, indicassem quais conceitos de Matemática, Física e Engenharia estavam envolvidos no enfrentamento das situações apresentadas. Aqui os Estudantes, para realizar uma análise mais aprofundada das situações, precisavam mobilizar conceitos que foram, ou que deveriam ter sido apreendidos ao longo do

*Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.25, n.3, p. 079-110, 2023*

processo formativo, como também, uma efetiva relação entre estes. É a articulação entre os conceitos de Matemática, Física e Engenharia que permite uma análise técnica das situações apresentadas, que retratam contextos da área profissional. Na Tabela 7, apresentamos as respostas dos Estudantes e dos Egressos.

Tabela 7.

*Análise dos estudantes e dos egressos em relação às imagens do contexto profissional*

*Fonte: Produção da pesquisa.*

	<b>Estudantes</b>	<b>Egressos</b>
Matemática		Trigonometria, cálculo da estrutura, álgebra, geometria, cálculo integral e diferencial, coordenadas cartesianas, Teorema de Pitágoras, conceito de proporcionalidade.
Física	Vetor força, força atrito, gravidade, força peso.	Forças atuantes, cargas e sobrecargas, momento fletor, tensão, deformação, deslocamento, flexão, estática, torção, tração, esforços, mecânica estática, equilíbrio de rotação e centro de gravidade.
Engenharia	Viga de sustentação, carga distribuída.	Resistências dos materiais, cálculo estrutural, dimensionamento de estruturas de concreto armado, tração, momento cortante, vigas, mecânica estrutural, fundações, planejamento e execução de obras, recalque, sondagem do solo e avaliação pericial de estruturas.

Nas respostas dos Estudantes, o conceito Vetor aparece atrelado ao de força, “*Vetor força*”, o que pode apresentar indícios de uma possível compreensão do conceito força, quando este se refere a uma grandeza vetorial, definições estas, presentes nos livros da bibliografia básica da disciplina de Física I, uma das disciplinas que fazem parte do núcleo comum dos Cursos de Engenharia, que foram analisados em Roncaglio, Battisti e Nehring (2021b). Além disso, outra possibilidade de compreensão em relação à resposta “*Vetor força*” é de o estudante estar dando o indicativo de Vetor como um conceito matemático que representa força.

Em relação aos conceitos da área de atuação profissional, os Estudantes conseguiram fazer apenas duas conexões: uma relacionada a uma carga distribuída, e a outra em relação a uma viga de sustentação. Nas análises realizadas pelos estudantes em processo formativo, considerando que estão no 8º semestre do curso, a articulação entre os conceitos de Matemática, Física e Engenharia não ocorreu e não foi possível identificarmos mobilizações de conceitos da área específica da Engenharia. A falta de argumentos frente aos contextos apresentados pode indicar um nível frágil de significação dos conceitos e da não articulação entre os mesmos.

Na análise realizada pelos Estudantes a Matemática simplesmente não “aparece”. Ou seja, não apresentam conceitos matemáticos em suas análises. Fato que pode indicar um forte indicativo de que os Estudantes não tenham significado o conceito Vetor quando trabalhado no primeiro semestre do curso, o que justificaria a não percepção por parte destes Estudantes da

mobilização do conceito Vetor e de outros conceitos matemáticos nas análises realizadas por eles em relação às situações apresentadas nas imagens. A Tabela 7, exposto anteriormente, traz a fala de um estudante que faz a relação do conceito Vetor ao de velocidade, lembrando que a velocidade é uma grandeza escalar e não uma grandeza vetorial. Fato que indica a não significação do conceito Vetor e conseqüentemente a não relação deste com a grandeza vetorial força, discutida na Física e nas disciplinas específicas do Curso de Engenharia.

A análise da Tabela 7 permite indicar que os egressos apresentam uma relação entre conceitos de Matemática, Física e Engenharia superior à lista de conceitos que os estudantes conseguiram apresentar ao se depararem com situações relacionadas ao contexto profissional. Os Egressos, a partir da análise das situações, relacionam os conceitos de Matemática, Física e Engenharia aos contextos apresentados nas imagens. Nas respostas dos Egressos, a Matemática aparece, ou seja, eles conseguem perceber alguns conceitos matemáticos presentes na profissão. Porém, o conceito Vetor não surge nas respostas, por mais que citem conceitos como geometria, coordenadas cartesianas e trigonometria, conceitos que podem estar relacionados ao de Vetor. Este fato pode ter relação com a fragilidade do processo de ensino e de aprendizagem, indicada pelos Estudantes, considerando disciplinas isoladas, disciplinas de Matemática pura, não conseguindo identificar a aplicação dos conceitos matemáticos nos Cursos de Engenharia, inclusive em relação ao conceito Vetor.

As respostas dos egressos marcam algumas das relações que existem entre as áreas da Matemática, Física e Engenharia e que são fundamentais para a atuação do Engenheiro no mercado de trabalho. A prática profissional pode ter sido um potente influenciador nas respostas dos Egressos. Diferentemente dos estudantes que, em processo de formação, apontaram poucos ou nenhum conceito, como é o caso da Matemática, fato que pode indicar lacunas de conexões entre a teoria e a prática.

A articulação entre os conceitos teóricos e práticos discutidos nas disciplinas que constituem currículos dos cursos de graduação, em especial do Curso de Engenharia Civil, é condição primeira para que o processo de ensino e aprendizagem se torne significativo e capaz de possibilitar o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a atuação profissional em um mundo globalizado e complexo no qual vivemos. O documento de apoio à implantação das DCN dos Cursos de Engenharia, no Artigo 6, inciso 2, contribui ao destacar: “Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a **teoria, a prática e o contexto de aplicação**, necessários para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola” (CNI, 2020, p. 26, grifo nosso).

Se considerarmos a Figura 1, apresentada anteriormente, por exemplo, por mais que a imagem possibilite uma análise superficial da situação, vários aspectos podem ser levantados. Observa-se uma patologia, problema na ponte, a qual pode estar relacionado ao pilar ou as vigas que formam a ponte. Encontrar as causas da patologia observada exige análise precisa de diversos aspectos envolvidos à ponte, sejam eles relacionados à fundação, a estrutura, o dimensionamento considerando a carga e/ou ao esforço de sustentação, como também ao fluxo da ponte. Para tanto, existe a necessidade de um exame preciso da estrutura, dos pilares, das vigas, que envolve a análise da quantidade e dimensão de aço, a resistência do concreto, esforço e carga de sustentação, dimensionamento, entre outros conceitos específicos da área de engenharia que podem auxiliar a ter uma dimensão do problema, sua origem/causa, como também a solução deste.

Tais conceitos da engenharia envolvem o conceito força, um conceito físico, uma grandeza vetorial, fundamental na Física e base do estudo de Mecânica. Um conceito que só pode ser mobilizado por meio da representação geométrica ou algébrica, ou seja, por meio do Vetor. É através da representação geométrica e/ou algébrica das situações que envolvem Força, que é possível explorar, analisar, definir variáveis, encontrar o problema e/ou apontar soluções. Sendo assim, Vetor é um conceito essencial neste processo, é o conceito que permite a representação das situações que envolvem Força.

Nesse contexto, entendemos que a articulação entre teoria e prática e a interlocução entre os conceitos de Matemática, Física e Engenharia são potencializadoras de criação de motivos para que os estudantes queiram aprender. Problematizações que consideram contextos da prática profissional podem gerar necessidade da mobilização de conceitos e, assim, criar motivos para aprender. Além disso, tais contextos possibilitam a produção de sentidos e a inserção de novos conceitos a uma rede já em elaboração pelos estudantes. Grymuza e Rêgo (2014, p. 130) contribuem com a discussão ao apontarem que:

A atividade do professor deve estar focada nas necessidades dos seus alunos de modo que possa construir um sistema de operações voltado para uma ação que os motive a estudar e, por consequência, a aprender, dando-lhes condições propícias para o ensino, transformando os “motivos-estímulos” em “motivos formadores de sentido”. Assim, o objeto de aluno define-se no ato de estudar, e o objeto do professor é alcançado.

A exploração de situações do contexto profissional gera necessidade nos estudantes, dentre as quais a apropriação de conceitos, principalmente em disciplinas que são consideradas básicas, como é o caso de disciplinas Matemáticas. Situações do contexto profissional são importantes elementos a serem considerados na organização do ensino, de modo que gerem

necessidades e, assim, a criação de motivos por parte dos estudantes. Disciplinas estas, como os estudantes apontam, são “*pura Matemática*”, ou seja, não exploram os conceitos matemáticos em situações da prática profissional. E2 contribui com a discussão quando diz: “[...] *Porque ele (o estudante) entra e tem esperança. Esperança não é a palavra certa, mas tu acha que já vai dar de cara com o conhecimento específico do teu curso, e acaba que tu só tem contato com isso a partir do 5º, 6º semestre e isso é muito ruim*”. O E3 corrobora: “*Mas é bom o professor trazer uma prática que é realmente do nosso curso*”. Neste sentido:

[...] é necessária a interação entre os conteúdos matemáticos e deles com outras disciplinas escolares e com o contexto social, para que o propósito da escola não se perca. Nesse sentido, a atividade é o ponto principal, pois é ela que garantirá que essa interação ocorra. Só através da atividade e da tomada de consciência a prática em sala de aula, nos moldes desejados de inserção e integração social, será possível. (Grymuza; Rêgo, 2014, p. 137).

A aplicação e/ou mobilização dos conceitos em situações do contexto profissional é uma forma de significar os conceitos, de fazer com que se perceba a importância de se apropriar deste conhecimento e de mobilizar no estudante a necessidade de determinados conhecimentos necessários à atuação no campo profissional. A forma como o ensino vem sendo desenvolvido, de acordo com os dados analisados nesta escrita, não permite a produção de sentidos por parte dos estudantes. Esta forma de organização do ensino promove a alienação dos estudantes em relação ao processo de aprendizagem, que torna o ensino mecânico e não possibilita a significação dos conceitos, apenas o aperfeiçoamento de técnicas resolutivas pela manipulação de fórmulas. Sendo assim, não se mostra potencial em colocar os estudantes em atividade de estudo, pois o motivo e o objeto da atividade não se relacionam. O estudante aqui é um mero repetidor de técnicas e/ou procedimentos em que o professor apresenta a resolução de questões que não exigem um pensamento complexo.

### **Considerações Finais**

Nessa produção, o problema de investigação foi: Quais os enfrentamentos necessários na formação do Engenheiro, considerando a significação conceitual de Vetor para uma atuação profissional de forma a contemplar os indicativos propostos pelas DCN? Para tanto, consideramos dois instrumentos de análise: um questionário enviado, via formulário Google a egressos do Curso de Engenharia Civil, e uma entrevista realizada, via Google Meet, com estudantes do 8º semestre do referido curso. A análise deste material nos permitiu construir duas proposições. A primeira, “A atividade educativa como ponto central na relação entre o sujeito e o desenvolvimento profissional do Engenheiro”, e a segunda “A atuação do *Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.25, n.3, p. 079-110, 2023*

Engenheiro exige uma interlocução entre conceitos de Matemática, Física e Engenharia e é um potencializador de criação de motivos para que os estudantes queiram aprender”, as quais foram fundamentadas a partir da Teoria da Atividade de Leontiev (1978b).

A partir das análises realizadas, concluímos que a atividade educativa é o ponto central no processo de formação, não apenas profissional, mas do sujeito de modo geral. Também que a forma como o processo de ensino e aprendizagem ocorre influencia diretamente na constituição do profissional, fato que ficou evidente nas análises realizadas. As falas dos estudantes, no decorrer da entrevista, marcam a forma como o processo acontece: “*O professor passava o conceito, que eu lembro, e depois exemplos*”, ou ainda, “[...] *era uma apostila. Daí ele (o professor) passava exercícios e explicava*” e era “*uma penca de exercícios*”. Apresentação da definição, exemplos e resolução de exercícios, ou seja, as aulas seguem um padrão de organização e essa forma de desenvolver o ensino, entre outros aspectos, pode ser a responsável por causar o distanciamento entre as disciplinas que constituem o currículo, principalmente em relação às disciplinas do núcleo comum, como é o caso das disciplinas de Matemática e Física com as específicas. Este distanciamento entre as disciplinas e, conseqüentemente, entre os conceitos nelas discutidos, não considera a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, torna-o frágil, com lacunas, sem aplicação e sem significação para o estudante, ou seja, este distanciamento não provoca necessidades e motivos para que os estudantes queiram aprender.

As análises das situações/imagens pelos egressos do curso explicitam como a prática profissional exige a mobilização de conceitos da Matemática, da Física e da Engenharia e o quanto a atuação no campo profissional, necessita dos conceitos trabalhados na formação inicial. Sendo assim, reforça nosso entendimento, inclusive o que trazem os documentos oficiais como as DCN, sobre o desenvolvimento de atividades no percurso formativo que alie a teoria e a prática. A prática profissional pode ter sido uma forte influência nas respostas dos egressos, diferentemente dos estudantes que, em processo de formação, apresentaram poucos ou nenhum conceito ao analisarem as situações/imagens.

De modo geral, concluímos que, para enfrentar as necessidades de uma formação que contemple as novas diretrizes curriculares e que possibilite um processo formativo com significação conceitual, é preciso que a atividade educativa – e com isso nos referimos à Instituição, ao PPC dos cursos, aos Planos de Ensino e à forma de organização do ensino – se reestruture e considere as novas demandas do mercado, proporcionando um processo de ensino mais significativo, com articulação entre as disciplinas, e a proposição de atividades que mobilizem os conceitos em situações da prática profissional.

## Referências

- Battisti, I. K.; Nehring, C. M. A formação acadêmica do engenheiro: produto de uma atividade coletiva. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 14, n. 2, p. 543-558, abr./jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11434/8598#info>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- Battisti, I. K.; Nehring, C. M. **Mediações na significação do conceito vetor com tratamento da Geometria Analítica em aulas de Matemática**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020.
- Bernardes, M. E. M. Atividade educativa, pensamento e linguagem: contribuições da psicologia histórico-cultural. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 15, n. 2, p. 323-332, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/wDmmMhJ3jTqmKTmrxn87Pxt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- Brasil. **Resolução CNE/CES nº 02, de 24 de abril de 2019**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- Cedro, W. L. **O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de Matemática: uma perspectiva histórico-cultural**. 2008. 242f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CNI – CONSELHO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Documento de apoio à implantação das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: CNI, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/6/documento-de-apoio-implantacao-das-dcns-do-curso-de-graduacao-em-engenharia/>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- Grymuza, A. M. G.; Rêgo, R. G. Teoria da atividade: uma possibilidade no ensino de Matemática. **Revista Temas Em Educação**, V. 23, N. 2, P. 117-138, Jul./Dez. 2014.
- Leontiev, A. N. **Atividade, consciência e personalidade**. 1978a. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ma000004.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.
- Leontiev, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizontes, 1978b.
- Luzzi, D. A.; Philipp JR., A. Interdisciplinaridade, pedagogia e didática da complexidade na formação superior. In: **Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação**. São Paulo: Manole, 2011.
- Marques, M. O. **A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. 3. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.
- Moraes, R.; Galiuzzi, M. C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. rev. ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.
- Moretti, V. D. **Professores de Matemática em atividade de ensino: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente**. 2007. 206f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- Moura, M. O. et al. A atividade orientadora de ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. In: MOURA, M. O. (coord.). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. 2. ed. São Paulo: Autores Associados, 2016.

- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul. Projeto Pedagógico de Curso de Engenharia Civil. 2017.
- Roncaglio, V.; Battisti, I. K.; Nehring, C. M. Aulas de Mecânica Geral I em um Curso de Engenharia e a mobilização do conceito vetor. In: SANTOS, M. P. (org.). **Tópicos especiais no ensino e na aprendizagem de Matemática**. Ponta Grossa: AYA, 2021a.
- Roncaglio, V.; Nehring, C. M.; Battisti, I. **Conceito força**: Uma grandeza vetorial mobilizada pela mecânica e base dos cursos de engenharia. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 18, n. 00, e023010, 2023. e-ISSN: 1982- 5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v18i00.16208>
- Roncaglio, V.; Battisti, I. K.; Nehring, C. M. Formação do engenheiro: o conceito vetor no programa curricular de um Curso de Engenharia Civil. **Educ. Matem. Pesq.**, v. 23, n. 1, p. 263-296, 2021c. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/49595/pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.