

Concepções de professores de física e engenharia quanto à formação de conceitos científicos

Conceptions of physics and engineering teachers regarding the formation of scientific concepts

Concepciones de los profesores de física e ingeniería sobre la formación de conceptos científicos

Sandro Roberto Cossetin (scossetin@gmail.com)

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências. UNIJUÍ.

Marli Dallagnol Frison (marlif@unijui.edu.br)

Doutora em Educação nas Ciências. UNIJUÍ.

Resumo: Este artigo socializa reflexões produzidas a partir de uma pesquisa que objetivou investigar e analisar concepções de docentes de Física e de Engenharia referente aos significados produzidos por eles diante da atividade de ensino que desenvolvem junto a estudantes de um curso de Engenharia Civil, e acerca do processo de formação do conceito energia. A pesquisa é de natureza qualitativa, modalidade pesquisa-ação (THIOLLENT, 1985). Os dados são oriundos de entrevistas com professores e professoras de Física e de Engenharia que, na época do estudo atuavam em uma universidade comunitária, situada no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A análise e interpretação dos dados foi realizada com apoio teórico de autores da Psicologia Histórico-Cultural, dentre eles Vigotski (2008, 2008a) e Leontiev (2004). Resultados indicam compreensões sobre a atividade de ensino com características de uma racionalidade técnica, desprovida de uma contextualização mais ampla, o que fragiliza o processo de formação de redes conceituais, condição para a formação de conceitos. A superação de concepções dessa natureza indica a necessidade de uma formação docente consistente para esses professores que atuam na formação do engenheiro civil, para que tenham conhecimento suficiente acerca do processo de apropriação de conceitos.

Palavras-chave: Atividade de Ensino; Atividade de Estudo; Formação de Conceitos; Racionalidade Técnica.

Abstract: This article socializes reflections produced from a research that aimed to investigate and analyze the conceptions of Physics and Engineering teachers regarding the meanings attributed by them about the teaching activity they develop with students of a Civil Engineering course, and about the formation process of scientific concepts. The research is qualitative in nature, action-research modality (THIOLLENT, 1985). The data are from interviews with teachers of Physics and Engineering that, at the time of the study, were active in a community college in the Northwest of Rio Grande do Sul. The analysis and interpretation of the data was carried out with the theoretical support from Cultural-Historical Psychology authors, such as Vigotsky (2008, 2008a) and Leontiev (2004). Results indicate understandings about the teaching activity with characteristics of a technical rationality,

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

devoid of a broader contextualization, which weakens the process of forming conceptual networks, a condition for the formation of concepts. The overcoming of conceptions of this nature indicates the need for consistent teacher training for these teachers who work in the training of civil engineers, so that they have sufficient knowledge about the concept appropriation process.

Keywords: Teaching Activity; Study Activity; Concept Formation, Technical Rationality.

Resumen: Este artículo socializa reflexiones producidas a partir de una investigación que tuvo como objetivo investigar y analizar las concepciones de los profesores de Física e Ingeniería con respecto a los significados que ellos producen frente a la actividad docente que desarrollan con los estudiantes de un curso de Ingeniería Civil, y sobre el proceso de formación del concepto energía. La investigación es de carácter cualitativo, modalidad de investigación-acción (THIOLLENT, 1985). Los datos provienen de entrevistas con profesores y profesoras de Física e Ingeniería que, al momento del estudio, trabajaban en una universidad comunitaria, ubicada en el Noroeste del Estado de Rio Grande do Sul. El análisis e interpretación de los datos se realizó con apoyo teórico de autores de la Psicología Histórico-Cultural, entre ellos Vigotski (2008, 2008a) y Leontiev (2004). Los resultados indican entendimientos sobre la actividad docente con características de racionalidad técnica, desprovista de una contextualización más amplia, lo que debilita el proceso de formación de redes conceptuales, condición para la formación de conceptos. La superación de concepciones de esta naturaleza indica la necesidad de una formación docente consistente para estos docentes que trabajan en la formación del ingeniero civil, para que tengan conocimiento suficiente sobre el proceso de apropiación de conceptos.

Palabras-clave: Actividad Docente; Actividad de estudio; Formación de conceptos, Racionalidad Técnica.

1. INTRODUÇÃO

Socializamos neste artigo os resultados de uma pesquisa desenvolvida com professores de Física e de Engenharia, que teve como objetivo investigar as concepções e o modo de conduzir as atividades de ensino destes profissionais acerca da formação de conceitos científicos no curso de Engenharia Civil no qual atuam, bem como analisar, sob o prisma da teoria histórico-cultural, as implicações na formação dos estudantes, futuros engenheiros.

A constituição dos sujeitos para a futura atuação profissional proporciona debates e reflexões em vista das distintas possibilidades e perspectivas da formação humana. É possível verificar o direcionamento a uma educação pautada em habilidades voltadas para o mundo do trabalho, do saber-fazer e do domínio de técnicas, para o desenvolvimento de uma atividade produtiva e racional. Sob outro olhar, há compreensões com a intencionalidade de uma

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

formação reflexiva, autônoma, contextualizada e transformadora, possibilitada pela aprendizagem de conhecimento científico.

Estas são concepções distintas para a formação cidadã e profissional dos sujeitos que se encontram em situação de aprendizagem em escolas, centros de formação profissional e universidades, que colocam os professores em situações diferentes (e antagônicas) quanto ao ensino dos mesmos na contemporaneidade, ao percorrerem caminhos distintos, por conta dos entendimentos também distintos.

Estas diferenças em relação à formação dos estudantes, propostas pelas instituições de ensino e conduzidas pelos professores, que constituem o perfil formativo destes indivíduos, foram se modificando diante da dinâmica das relações de consumo, da organização do sistema produtivo, da formação dos sujeitos que integram este sistema e das circunstâncias de desenvolvimento profissional para atuação neste contexto complexo. Essa realidade demanda, para a inserção social destes cidadãos diante das necessidades pertinentes, dinâmicas e constantemente redirecionadas, de formação profissional, bem como humana.

Histórica e culturalmente, era oferecida ao estudante uma formação profissional, seja em nível técnico ou superior, voltada para a resolução de situações do cotidiano por um longo período da vida, pela previsibilidade e durabilidade da mesma (REHEM, 2009). Essas condições, extremamente diferentes na atualidade, requerem desempenho também distinto por parte dos professores e coloca-os frequentemente no centro de diversos debates diante das exigências formativas dos profissionais.

O modelo desta formação é, provavelmente, resultado da forma como foram conduzidas as atividades de ensino e as teorias que deram sustentação a ela. Entendendo que as concepções dos docentes interferem no processo formativo dos seus alunos, ao conduzirem os métodos educativos para a apropriação de conceitos científicos, é fato que essa formação poderá considerar aspectos meramente reprodutivistas e operacionais ou, por outro lado, características que favoreçam a formação de conceitos por meio da apropriação de significados, que possibilitem um entendimento amplo, aprofundado e consciente da cultura humana produzida pelo homem.

Para Vigotski (2008b), os conceitos podem ser apropriados quando a pessoa participa de processos ativos, criativos e conscientes, guiados por objetivos e com a intencionalidade pedagógica de desenvolver a necessidade do estudo, transformando essa necessidade em

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

motivo(s) para a realização das ações propostas, via atividades de ensino, organizadas e conduzidas pelo professor.

No entendimento de Leontiev (1960, 2004), o(s) motivo(s) proporciona(m) direcionamento e orientação quando da realização da atividade de estudo, para que aconteça a apropriação efetiva de conceitos para além da simples memorização e posterior reprodução destes. Para Duarte (2016), as ações que possibilitam o ensino de conceitos, promovendo a real transformação e formação dos sujeitos em situações de aprendizagem, requerem a intermediação do professor, via instrumentos e signos, que vai além do domínio de técnicas de aplicação do conhecimento e da simples reprodução (BAZZO, 2008).

Com o intuito de analisar e entender como os docentes desenvolvem a atividade de ensino para a apropriação, por parte de seus alunos, do conceito energia, foram utilizados neste artigo os dados provenientes de entrevistas realizadas com professores e professoras de Física e de Engenharia, que atuam em um curso de Engenharia Civil de uma universidade comunitária, situada no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Os dados construídos tiveram por objetivo reconhecer e analisar os encaminhamentos da atividade de ensino para a apropriação do conceito *energia*, escolhido por se tratar de um conceito central e necessário na formação de engenheiros, e por possibilitar compreensões de outros conceitos pertinentes à futura atividade profissional.

Diante das considerações apresentadas, nosso estudo foi norteado pela seguinte questão de pesquisa: Com quais entendimentos e como agem os professores de um curso de Engenharia Civil referente à atividade de ensino para a apropriação de conceitos científicos, em especial o conceito *energia*¹, para a formação profissional dos estudantes?

A interpretação das manifestações dos professores participantes foi referenciada em pesquisadores da linha histórico-cultural, principalmente Vigotski (2008a, 2008b, 2011) e Leontiev (2004), e em demais autores da mesma linha, como Duarte (2002, 2016), Kuenzer (2011), Tardif (2014), Rehem (2009), entre outros.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

¹ O conceito *energia* foi apresentado destacadamente com fonte itálica quando indicado como conceito científico.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, na modalidade pesquisa-ação (THIOLENT, 1985). Neste artigo, os dados construídos foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas com 3 docentes de Física e 4 de Engenharia de um curso de Engenharia Civil (Anexos 1 e 2), que desenvolvem atividades de ensino para a formação de conceitos, em especial o conceito *energia*, considerado um conceito-chave e central para a compreensão de outros nas engenharias. Estes dados, registrados com gravações em áudio, foram posteriormente transcritos. Antes de dar início ao estudo, a pesquisa foi encaminhada e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade que autorizou a pesquisa.

Participaram todos os professores e professoras de Física e 21,5% de Engenharia Civil que atuam no curso. Os professores e as professoras entrevistados possuem de 3 a 7 anos de docência, com exceção de um professor, que atua há 29 anos. Somente os docentes de Física possuem formação docente, ou seja, os engenheiros que atuam como docentes não possuem formação na área da educação, nem mesmo em nível de Pós-Graduação.

As questões apresentadas na entrevista indagam os seus entendimentos quanto à formação dos engenheiros, com destaque para os conceitos físicos entendidos como fundamentais na formação destes profissionais, e sobre as formas de desenvolver a atividade docente, de modo a favorecer a apropriação de conceitos pelos alunos, em especial, do conceito *energia*. Este conceito foi elencado por todos os professores como fundamental pela sua amplitude, diversidade, transversalidade e universalidade em relação a todas as engenharias e às outras áreas do conhecimento. A identificação dos professores foi preservada por meio do uso da denominação P1, P2, P3 e P4 para os docentes de Engenharia e as demais identificações para os de Física.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas respostas apresentadas pelos professores são verificadas manifestações quanto à relação “conteúdo com a prática” (P4), ou seja, que o material teórico trabalhado em aula deve atender às demandas da atividade profissional dos futuros engenheiros. Argumenta o professor P3: “Eu acho que o mais importante é a questão de ligar os conteúdos das aulas com as práticas. (...) eu sempre tento, nas aulas, levar a coisa para dar exemplo de como é feito na prática (...)”.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

As palavras desses professores remetem às ideias de Bazzo (2011, p. 66), que são percepções que refletem a “supervalorização da técnica, que espelhará a verdade última, e quando transposta para o ensino, transmite a profunda convicção de que há uma forma única para resolução dos problemas, a one best way do taylorismo”.

É evidente, nas manifestações dos professores envolvidos neste estudo, a importância dada à atividade prática na formação dos futuros engenheiros que, corroborando com Tardif (2014, p. 48), quando este afirma que “a partir dos saberes experienciais que os professores concebem os modelos de excelência profissional dentro de sua profissão”.

Nos questionamentos acerca da metodologia para o desenvolvimento da atividade de ensino na abordagem de um conceito científico, incluindo o conceito *energia*, as respostas indicam que a atividade de ensino seja fundamentada na própria formação acadêmica, como expressou o professor P6: “por causa da minha formação, (...) de poder relacionar esse conceito físico teórico com a parte prática, experimental. (...) o conceito de *energia*, de *energias* mais voltadas para a parte experimental, prática”.

Nessa mesma linha de pensamento, o professor P7 argumenta: “não sei se eu acho que pela formação, eu sempre procuro trazer um elemento pedagógico; se possível, trabalhar a partir do experimento”. Reafirma o seu entendimento manifestando: “(...) pela minha formação, o experimental como um elemento motivador. E depois faz a teorização e as aplicações, digamos assim, e as aplicações”.

Manifestações como as dos professores P6 e P7 apontam para a necessidade da ressignificação de concepções sobre o significado da atividade de ensino e o papel dos conceitos científicos na formação dos futuros engenheiros, pois, como refere Imbernón (2011), há a necessidade de romper com um tradicionalismo ainda presente na constituição destes professores, procurando

(...) abandonar o conceito de professor/a tradicional, acadêmico ou enciclopédico e do especialista-técnico, próprio do enfoque de racionalidade técnica, cuja função primordial é transmitir conhecimento mediante a aplicação mecânica de receitas e procedimentos de intervenção projetados e oferecidos a partir de fora (IMBERNÓN, 2011, p. 42-43).

Outras respostas apontam indícios de que o plano de ensino se apresenta como elemento que fragiliza o processo de desenvolvimento da autonomia do professor em relação ao seu ensino. Há justificativas de professores que expressam que há pouca flexibilidade para a ação

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

docente no desenvolvimento das aulas diante do que está estabelecido na ementa da disciplina, como argumenta P1:

(...) nossas aulas, elas têm uma ementa e um conteúdo programático já pré-definido (...). A nossa base para organizar uma aula é esse conteúdo programático e essa referência bibliográfica. (...) Então, a gente sempre fica buscando algo voltado ao dia a dia daquele profissional que é nosso público-alvo.

Nessa mesma linha de pensamento, o professor P5 argumenta que “a priori, eu não tenho autonomia de trabalhar o conteúdo programático; esse já vem instituído por outros órgãos. Então, eu sou quase como refém daquele conteúdo programático”. O professor P6 manifesta o seu entendimento quanto ao desenvolvimento dos conceitos científicos como sendo para “aprofundar um conceito físico, para ele poder aplicar”, mas, também, coloca sua preocupação ao argumentar que “na medida do possível, trazer um exemplo prático, alguma imagem que se tem utilizado este conceito na engenharia”.

Para Apple (1982, p. 59), a organização curricular “(...) nunca é apenas um conjunto neutro de conhecimentos [...] Ela é sempre parte de uma tradição seletiva, resultado da seleção de alguém, da visão de algum grupo acerca do que seja conhecimento legítimo”. No tocante ao currículo, é fundamental o debate entre os pares para a construção de propostas adequadas para a formação profissional e pessoal dos sujeitos, conforme discorre Rehem (2009, p. 63),

os conteúdos da educação profissional contemporânea – comprometida para fazer que o educando aprenda a trabalhar no mercado complexo das economias globalizadas – não podem resumir-se a listas de conhecimentos, estruturados em disciplinas fragmentadas, a serem transmitidos pelos professores, tampouco apreendidos utilizando-se apenas o espaço escolar. Com a expansão descontrolada dos saberes na era do conhecimento, nenhum curso pautado na transmissão de listas de conhecimentos, por mais atualizadas que sejam, dará conta de formar o profissional para ter êxito no mundo contemporâneo.

No entendimento de Bazzo (2008, p. 39-40), há problemas estruturantes dos cursos de engenharia, pois

(...) a forma como tem sido planejados e desenvolvidos os cursos de engenharia leva a um desmembramento bem delineado em duas partes: um ciclo básico e um ciclo profissionalizante. E, o que é pior ainda, impõe um completo distanciamento entre as disciplinas que compõem o todo, tornando o processo cognitivo complexo e desestruturado.

Quanto ao entendimento dos professores em relação aos conceitos físicos compreendidos como fundamentais para a formação de engenheiros, o professor P1 expressou

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

seu pensamento referindo que é o conceito “*Energia*, para projeto e execução de sistemas elétricos de baixa tensão e estudo de eficiência energética em construções.” O professor P3 diz não saber fazer relações mais amplas do conceito energia, relatando “eu não sei relacionar..., eu só consigo relacionar a energia com o que é do projeto elétrico, na questão elétrica. É, é só aí que consigo ver”. Manifestações como essas asseveram a concepção de aplicabilidade prática do conceito científico. Nestas respostas, os professores expressam suas compreensões referentes ao conceito de acordo com suas vivências e entendimentos da profissão. Sob essa perspectiva, Tardif (2014) afirma que

Quando interrogamos os professores sobre os seus saberes e sobre a sua relação com os saberes, eles apontam, a partir das categorias de seu próprio discurso, saberes que denominam de práticos ou experienciais. (...) de um modo geral, é o fato de se originarem da prática cotidiana da profissão e serem por ela validados. (...) para os professores, os saberes adquiridos através da experiência profissional constituem os fundamentos de sua competência (p. 48).

A partir de suas referências marxistas, Kuenzer (2011, p. 45) coloca que “a separação entre o trabalho manual e intelectual e a transformação deste em forma de dominação do capital torna-se uma realidade”, marcando o poder do sistema capitalista sobre a organização do trabalho e, conseqüentemente, na organização curricular das instituições de ensino para a formação profissional.

Há, no entanto, uma manifestação importante do professor P7, ao referir que, para desenvolver a atividade de ensino, entende que esta deva começar “dos conceitos mais abrangentes” para, posteriormente, trabalhar com os conceitos mais específicos. “Eu sempre entendo que nós deveríamos partir dos grandes princípios para chegar nas particularidades”. Diante dos seus dizeres, porém, admite que “não significa que a gente executa”.

Os depoimentos desses professores apontam indicativos de uma rotina incorporada ao longo da sua organização didática, com convicções e a sensação de controle acerca do processo que conduzem, pois lhe conferem mais segurança diante deste modelo (APPLE, 1982).

Quando questionados sobre as ações que os docentes desenvolvem para a apropriação de conceitos científicos, as respostas apresentam características de racionalidade técnica e tecnicismo. O professor P5 responde que inicialmente faz uma abordagem genérica do conceito: “a gente questiona o aluno a respeito do que ele considera ser *energia*.” O professor P6 explica que “eles têm o texto base, eles tem o livro, o livro é disponibilizado pro aluno. E,

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

em cima disso, (...), traz o conceito principal, utilizando recursos, tipo multimídia, com imagens, aplicações”. No entendimento de Tardif (2014),

(...) quer queira quer não, todo professor, ao escolher ou privilegiar determinados procedimentos para atingir seus objetivos em relação aos alunos, assume uma pedagogia, ou seja, uma teoria de ensino-aprendizagem. Assim como não existe trabalho sem técnica, também não existe processo de ensino-aprendizagem sem pedagogia, embora se manifeste com frequência uma pedagogia sem reflexão pedagógica (p. 119).

Estas constatações nas respostas dos professores apresentam uma organização didática formatada em um modelo de caráter empirista-positiva que, segundo Bazzo (2008, p. 44), “(...) não servem mais como fundamentação para a prática pedagógica, que por si só também é empirista, que possa dar conta da formação de um engenheiro de futuro.” Para Duarte (2016, p. 16), “esse tipo de imediatismo é aceitável nas pedagogias do aprender a aprender como, por exemplo, a pedagogia das competências, que postula uma relação imediata entre as atividades escolares e as demandas da vida cotidiana dos alunos.”

Quanto à aprendizagem e à apropriação de conceitos, o professor P7 entende que

Essa apropriação para os alunos, que não sei se significa aprendizagem efetivamente. Eu acho que, dada nossa premência de uma disciplina, vou ser bem claro: mesmo que o aluno me responda uma situação, numa prova, numa avaliação, eu não tenho certeza que ele aprendeu. Tem que criar circunstâncias, momentos em que ele consiga abordar isso; eu acho que boa parte dos nossos estudantes aprendem para responder a prova.

No contexto da sala de aula, é importante que o significado da atividade de ensino seja socializado com o aluno, devendo este apropriar-se dele. Por atividade, Leontiev (2004) entende ser “os processos que são psicologicamente caracterizados pelo fato de aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objeto) coincidir sempre com o elemento objetivo que incita o sujeito a uma dada atividade, isto é, com o motivo” (p. 315). Este processo, de acordo com o olhar histórico-cultural, não representa necessariamente uma atividade, pois há a necessidade de que corresponda a uma necessidade específica, considerando claramente os motivos, para que este processo apresente similitude a um “objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade” (LEONTIEV, 1994, p. 68); portanto, o próprio motivo.

Neste contexto dos motivos, para Duarte (2016),

Os seres humanos agem a partir de circunstâncias com as quais se deparam; estabelecem objetivos, fazem planos, traçam estratégias e põem em movimento os recursos disponíveis para transformar a realidade, atingindo algo diferente do que antes existia. Isso desencadeia novos processos que estabelecem novas necessidades,

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

novos desafios, cujo enfrentamento os seres humanos constroem novos planos e assim por diante, num processo que não tem fim enquanto exista a humanidade (p. 42-43).

Percebemos concepções com características tecnicistas na condução da atividade de ensino, considerando o foco no mundo do trabalho, com a priorização da eficiência, da exatidão e dos resultados dos engenheiros. O professor P3, com formação exclusivamente técnica (engenharia), ao falar do conceito *energia*, manifesta que a sua formação aconteceu em um contexto teórico, com muitos exercícios e uso de fórmulas para a resolução de questões. Questionado sobre como desenvolve a formação do conceito *energia*, o qual julga como fundamental para a atividade profissional do engenheiro, o docente argumenta: “Mas eu não trabalho esse tipo de formação; eu trabalho a aplicação”, e complementa:

Na verdade, quase todas minhas disciplinas não tem muita explicação do conceito de geometria, trigonometria. (...) Não as questões da geometria, porque isso, pra mim, eles já vem prontos. Então, na verdade, o que eu preciso é pegar as partes daquelas fórmulas, as partes daqueles conceitos e aplicar nas medições, nos levantamentos, coisa assim, e nas fórmulas (P3).

As respostas, reiteradamente, apresentam características de uma racionalidade técnica, na qual há prevalência pela aplicação de métodos que buscam resultados exatos para soluções da atividade prática, de maneira simplista e positivista, na qual o professor aplica técnicas já prontas, sem considerar a complexidade e a amplitude das situações reais. É um entendimento que vislumbra a simples aplicabilidade do conceito, mecanicamente conduzido e apenas “transmitido” para os alunos (REGO, 1995), sendo que a formação dos sujeitos, segundo Bianchi et tal. (2020, p.183) deveria ser “(...) um processo amplo e envolve situações que emergem do cotidiano ou do saber não formal. Cabe ao professor a sensibilidade para fazer a interação entre estas dimensões”.

Conforme expressa o professor P5, o ensino desenvolvido por ele conduz o processo de apropriação do conceito de maneira instrumental e dissociada do significado do conceito em si:

Por exemplo, eu vou equacionar a *energia*, vou torná-la uma equação, (...) vou representar um modelo matemático. Então, eu vou criar um modelinho matemático, criar não, vou representar um modelo matemático, digamos que para a *energia* cinética. Modelo de *energia* cinética é um meio de m , v ao quadrado, massa vezes a velocidade. Então, depende da massa, que é uma característica do sistema e depende do estado de movimento ao quadrado, vezes um meio.

A definição do conceito *energia*, do ponto de vista da Física, está direcionada à análise matemática, definindo o mesmo em termos das grandezas e da operação matemática que a

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

compõem na equação. A análise matemática de um conceito ou fenômeno físico é importante, contudo, não é suficiente para a apropriação do mesmo e não representa a essência do conceito científico do fenômeno ou da grandeza física. Nesta situação, o processo de ensino está direcionado para a simples dedução e interpretação matemática do conceito e não na direção do entendimento do conceito científico e das relações que estabelece com os demais conceitos, que visam ao desenvolvimento do pensamento teórico e das demais Funções Mentais Superiores (LEONTIEV, 2004).

O professor P5 destaca que as equações não são apresentadas de imediato, mas deduzidas para posterior uso e análise, isto é, primeiramente é demonstrado matematicamente como a equação foi estruturada para calcular o conceito *energia*, bem como outros conceitos da física como se fossem o próprio conceito e a definição conceitual deste.

Para este professor, a sua constituição acadêmica profissional e a sua caminhada na direção da docência aconteceu, não pelo desejo de ser professor, mas pelas condições que a vida lhe ofereceu pois, segundo ele, “era o que dava para pagar dentro das exatas, (...) mas eu sabia que depois eu seria professor”. A respeito da formação docente, manifesta:

(...) quando eu estudava disciplinas pedagógicas, eu odiava. Eu não gostava das disciplinas pedagógicas. (...) a professora, ela tinha uma turma grande e ela discutia artigos na aula. Então, ela vinha com artigos, normalmente algo relacionado a um trabalho de seus pares, e a gente discutia aquilo, o que se pensou e isso para mim era muito vago.

Essa visão é característica entre os docentes da área das Ciências Exatas, não de forma unânime. As manifestações, no entanto, são recorrentes e semelhantes quando o assunto é formação de professores. O professor P5 ainda expressa que

Eu gostava de passar o conteúdo, então para mim ministrar uma aula, a primeira coisa, a coisa importante é tu ter conhecimento pleno do tema, tanto mais do que a didática. Tu tem que ter aquele conhecimento pleno, a didática vai vir, todo mundo fala ‘tu aprende ser professor dando aula’.

As palavras de P5 remetem às ideias de Tardif (2014, p. 48), ao enunciar que “para os professores, os saberes adquiridos através da experiência profissional constituem os fundamentos de sua competência”, pois entendem que é no desenvolvimento do ensino que o saber da experiência é produzido pelo e no professor. É um entendimento preocupante diante da importância de se pensar as ações docentes, conforme descreve o mesmo autor (2014, p. 120), ao afirmar que o domínio do conhecimento “é apenas uma condição necessária, e não uma condição suficiente, do trabalho pedagógico”.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

Para Saviani (2008, p. 149),

de um lado está o modelo para o qual a formação de professores propriamente dita se esgota na cultura geral e no domínio específico dos conteúdos da área de conhecimento correspondente à disciplina que o professor irá lecionar. Considera-se que a formação pedagógico-didática virá em decorrência do domínio dos conteúdos do conhecimento logicamente organizado, sendo adquirida na própria prática docente ou mediante mecanismos do tipo “treinamento em serviço”. Em qualquer hipótese, não cabe à universidade essa ordem de preocupações. A esse modelo se contrapõe aquele segundo, o qual a formação de professores só se completa com o efetivo preparo pedagógico-didático. Em consequência, além da cultura geral e da formação específica na área de conhecimento correspondente, a instituição formadora deverá assegurar, de forma deliberada e sistemática, por meio da organização curricular, a preparação pedagógico-didática, sem a qual não estará, em sentido próprio, formando professores.

Nos diálogos estabelecidos com P3, há indícios de um processo reflexivo sobre seu modo de ensinar, como manifesta: “Então, na verdade o que eu preciso é pegar as partes daquelas fórmulas, as partes daqueles conceitos e aplicar (...)”. Condição que não converge para a devida contextualização de conceito(s) em questão para “(...) trazer o conteúdo para o ‘universo’ do aluno, como forma de ‘facilitação’ do entendimento de conceito.” (VERNIER, MAIA, DUTRA, 2021, p. 216).

Depoimentos como os do professor P3 remetem às ideias de Bazzo (2008, p. 206), ao referir que:

Parece que cultuamos nichos de saber auto-suficientes, e pretensamente autônomos, que começam, evoluem e terminam ao sistema educativo em si mesmos. O modelo industrial aplicado acriticamente ao sistema educativo parece ser um dos responsáveis por essa fragmentação. Parece que queremos taylorizar todos os sistemas sociais, esquecendo o inexorável entrelaçamento das coisas que compõem as nossas vidas.

Para Tardif (2014, p. 235), situações como essas mostram que “os professores são vistos como aplicadores dos conhecimentos”, e contribuem, como refere Gómez (1997, p. 98), para fortalecer uma “(...) imagem do professor como um técnico especializado que aplica as regras que derivam do conhecimento científico, sistemático e normalizado”.

O professor P6, que é licenciado, descreve que ao desenvolver um conceito, neste caso o de *energia*, “se sentia vinculado aos aspectos teóricos, mesmo tentando estabelecer relações com os aspectos experimentais”, devido à abordagem que define como superficial na sua formação acadêmica. O professor P7 entende que os estudantes adquirem “vários conceitos fragmentados” e que, por conta disso, “não conseguem relacionar nem com outra disciplina”.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

Uma análise dos depoimentos dos professores P6 e P7 leva-nos a pensar sobre os processos de formação acadêmica e profissional desses professores. Para Imbrenón (2011, p. 42), “(...) a formação deveria dotar o professor de instrumentos intelectuais que sejam úteis ao conhecimento e à interpretação das situações complexas em que se situa” e não simplesmente, como adverte Bazzo (2008, p. 34), conceber o “(...) aluno como um vasilhame vazio de conhecimento, que o professor habilidosamente vai preencher com suas experiências”.

Cada professor desenvolve metodologias particulares para realizar a atividade de ensino, com concepções próprias diante das experiências vividas, inclusive, “odiando” as disciplinas pedagógicas (Professor P5), que são parte do currículo e da formação nos cursos de Licenciatura. Estes são aspectos que nos levam a discutir e refletir acerca da formação docente para atuação no Ensino Superior, seja de professores formados especificamente em cursos de Licenciatura (Física, Matemática, Química, etc.), seja de profissionais que atuam na sala de aula a partir da sua formação exclusivamente técnica (engenharias, arquitetura, etc.). É importante que seja verificado ainda que “(...) na formação inicial dos professores, prevalece o modo fragmentado de abordar conceitos no âmbito de cada disciplina” (WIRZBICKI; DEL PINO; PANSERA-DE-ARAÚLO, 2019, p. 141), pois a formação docente por si só é complexa, mas acaba asseverada nas situações de formação predominantemente técnica que demanda exercer a atividade de ensino. Para Rehem (2009, p. 81), é

primordial discutir eixos fundantes, que devem articular a formação desse docente, oferecer subsídios para as reflexões acerca da formação inicial dos professores e sua formação continuada, para, por fim, apresentar contribuições para um possível projeto contemporâneo de um percurso de formação do professor de educação técnica no Brasil (...).”.
Revista Insignare Scientia

Há, portanto, distintas formações, diferentes caminhos percorridos pelos professores e experiências peculiares, que resultam em constituições, posturas, entendimentos e atitudes específicas. De acordo com Nóvoa (1997, p. 33),

(...) não há dois professores iguais e a identidade que cada um de nós constrói como educador baseia-se num equilíbrio único entre as características pessoais e os percursos profissionais. E a conclusão de que é possível desvendar o universo da pessoa por meio da análise da sua ação pedagógica: (...). Diz-me como ensinas, dir-te-ei quem és.

Diante das manifestações percebidas desses professores, entendemos como fundamental o debate e a reflexão epistemológica sobre a formação docente para desempenhar suas atividades no Ensino Superior, diante da sua complexidade e dinamicidade. Esta formação,

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

pelo viés da teoria histórico-cultural, preconiza o entendimento e a organização das atividades de ensino para, também, entre outros aspectos, buscar evitar a “decoreba” e as técnicas de “aplicação” de conceitos (LEONTIEV, 2004), estabelecendo relações dos conceitos científicos com os cotidianos, com a noção do quanto é importante a definição de objetivos, com caráter intencional e assumida e orientada pelo professor. Para Duarte (2016, p. 69-70), “os conceitos científicos teriam, segundo Vigotski, quando comparados aos conceitos espontâneos, a força dada por sua alta capacidade de síntese, de sistematização e de generalização. A fraqueza dos conceitos científicos estaria, porém, em seu caráter abstrato”.

A importância da relação entre conceitos científicos e cotidianos também é afirmada por Dias (2019, p. 181), ao fazer uso dos postulados do pesquisador russo e discorrer que,

segundo Vygotsky, para o desenvolvimento dos conceitos científicos, deve haver um determinado nível de apropriação dos conceitos cotidianos. O autor observa o domínio dos conceitos científicos como a existência de uma elaboração conceitual que se desenvolve e responde a uma atividade espontânea do pensamento, que não se origina simplesmente através das relações mecânicas entre uma palavra e o objeto em si – ou seja, a memorização da palavra e a sua relação com o objeto não necessariamente conduzem a uma formação conceitual.

Esses entendimentos nos levam a reflexões quanto ao exercício da docência e à constituição do professor no tocante à formação teórica e empírica, proporcionando o desenvolvimento da capacidade de abstrair a realidade e, logo, os próprios conceitos que explicam o real. Para Leontiev (1981, p. 299),

(...) o progresso no desenvolvimento do indivíduo pode consistir em ir além das limitações desse meio imediato e não numa adaptação às mesmas que, em tais circunstâncias, se tornam empecilhos à expressão mais plena possível da riqueza das verdadeiras características e capacidades humanas.

No mesmo viés, Duarte (2016, p. 77) assevera que

(...) na ciência, como explicou Marx, o concreto não é dado ao pensamento no ponto de chegada, mas deve ser alcançado pela atividade pensante pela mediação das abstrações, que, num processo de elaboração teórica, permitem ao pensamento chegar à síntese de múltiplas relações e determinações que constitui a totalidade concreta.

Com base nesses teóricos, entendemos que o processo de formação de conceitos é uma construção contínua, pois há transformações constantes, que nos convocam à reflexão e reorganização dos processos de ensino. E, por consequência, atribuindo significados para o aluno agir em prol de motivo(s) na atividade de estudo, desenvolvendo a sua capacidade de abstração e generalização, desenvolvendo, assim, as suas máximas potencialidades.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

Resultados do nosso estudo apontam para a necessidade do professor, independente da disciplina que desenvolve, ter clareza sobre a importância do seu ensino para a formação humana e profissional de seus alunos, em contextos amplos e dinâmicos que demandam entendimentos para além da simples reprodução e repetição de maneira sucinta e descontextualizada com o mundo real.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados deste estudo levam-nos a considerar que os docentes percorrem diferentes caminhos, peculiares vivências e formações – inicial e continuada. A formação se desenvolve mediante possibilidades diversas: como docente, como ser humano ou como engenheiro, cuja realidade impacta, diferentemente, em cada sujeito, na sua trajetória profissional e de vida. É o que nos faz iguais como seres humanos e, ao mesmo tempo, diferentes pela nossa caminhada. Os dados desta pesquisa demonstram essas diferenças entre os docentes por meio dos seus pensamentos, dos seus discursos e de suas ações nas atividades de ensino.

As concepções sobre a ação docente, evidenciadas nas falas dos professores envolvidos nessa pesquisa, que fundamentam sua atividade de ensino, passam pelo entendimento de que os alunos devem “receber” os conceitos e “devolver” nos momentos solicitados e, também, na “aplicação” do exercício profissional. A definição, de alguns conceitos científicos pelos professores, em muitas situações, é dada em termos da descrição da equação matemática apresentada de forma pronta e única, sem necessariamente haver reflexão, contextualização e relação com outros conceitos.

Depoimentos de professores investigados revelam um “descuido pedagógico” por parte do professor em relação ao complexo processo de formação de conceitos. Não há uma definição mais ampla e contextualizada de uma caminhada até a construção de determinado conceito. Por ser um processo complexo, demanda tempo, carece de planejamento e necessita ser devidamente situado na conjuntura educacional e referenciado com os conceitos cotidianos. Isso parece faltar no contexto do ensino acompanhado e investigado.

Entendemos que os saberes docentes que envolvem as atividades de ensino e de aprendizagem são efetivamente possíveis quando o professor tem a compreensão de como estes processos se efetivam. Com o olhar referenciado na teoria histórico-cultural, mais especificamente nas obras dos autores Vigotski e Leontiev e de seus seguidores, a

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

aprendizagem acontece ao considerar a apropriação dos conceitos, com o entendimento, por parte dos docentes, do motivo, da atividade e da necessidade, para citar alguns. Ademais, esses conceitos são estabelecidos na interação com o outro, ou seja, nas relações sociais, quando a pessoa se coloca em situação de aprendizagem, possibilitando a aplicação de conceitos por ela, condição necessária para o desenvolvimento humano.

A mediação requer a interação com outros sujeitos, via conhecimento científico e nas relações com os conceitos cotidianos. A partir das relações sociais é possível produzir novas consciências sobre os significados elaborados pela pessoa, com vistas a reelaborações no âmbito do processo educativo como possibilidade de desenvolvimento intelectual. O professor é o responsável por organizar as atividades de estudo que primem pelas condições adequadas e que favoreçam a apropriação dos conceitos. Isso reforça a importância da atuação deste profissional como intermediador na atividade de estudo dos sujeitos, pois cabe a ele a responsabilidade de introduzir os conceitos e estabelecer os significados que perpassam nos discursos manifestados em sala de aula, de modo a promover a apropriação do conhecimento científico.

Nesta lógica, a atividade de ensino deve ser pensada e organizada pelos educadores, na direção de criar a presença de aprendizagem dos sujeitos. Esta será satisfeita, no entanto, se sentidos forem atribuídos pelo professor que realiza a intermediação na atividade de ensino dos sujeitos com o conhecimento. A compreensão por parte deste profissional quanto à necessidade da formação dos conceitos científicos para o desenvolvimento intelectual e formação do futuro profissional, é fundamental para a efetiva apropriação destes conceitos. O ensino direto de conceitos científicos é infrutífero, sem significados e de entendimento simplório, que não proporciona transformação e desenvolvimento humano (VIGOTSKI, 2008b). Nesse sentido, entendemos a necessidade do estabelecimento de um processo dialético na direção da apropriação de conceitos científicos.

A docência é uma atividade que requer desejo de ensinar, consciência da responsabilidade profissional e envolvimento institucional. Logo, agir e pensar na direção objetiva da formação efetiva de conceitos científicos é determinante para o real aprendizado e consistente formação profissional para o estabelecimento de relações transformadoras para com o mundo, para além, e não restritamente à formação tecnicista e imediata na aplicação de definições e resoluções de problemas.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

O desenvolvimento das atividades de ensino deve ser orientado para contemplar o objetivo (apropriação do conceito), norteado pelos motivos e, portanto, contemplar uma necessidade. A atividade pressupõe que haja um motivo, e as ações devem ser conscientes para que os objetivos definidos sejam contemplados. Para tanto, seguindo a análise desta pesquisa, as ações conscientes dos sujeitos envolvidos precisam estar situadas na direção dos objetivos, sendo uma destas ações a formação de conceitos científicos.

O professor, como intermediador entre o conhecimento e os sujeitos, oferece as condições para a efetiva apropriação de conceitos ao estabelecer a significação dos motivos e o uso de linguagens e significados que possibilitem abstração e generalização a partir de palavras e exercício mental, de forma caracteristicamente humana, considerando os conceitos cotidianos para a compreensão dos conceitos científicos, possibilitando, assim, a concepção do mundo e o seu desenvolvimento intelectual e humano.

Por fim, consideramos que o processo de formação de conceitos é sempre inacabado, e só é possível quando a pessoa se implica nele. É nosso entendimento que a formação do conceito se dá pelo estabelecimento de redes conceituais, nas quais ocorrem, além de interações entre conceitos da mesma área/disciplina, as interações com conceitos de outras áreas, bem como a articulação entre conceitos cotidianos e científicos. Para o êxito desse processo são necessárias condições adequadas, sendo a socialização do significado da atividade de ensino um elemento importante, como criador, nos alunos, de necessidades de aprendizagens.

5. REFERÊNCIAS

APPLE, Michael. **Currículo e ideologia**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

BAZZO, Walter Antonio. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 2. ed. ver. e ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade**. 3. ed. rev. e ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011.

BIANCHI, Vidica. *et al.* Educação profissional e tecnológica: contribuições da pesquisa para a compreensão da constituição docente. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 5, p. 170-188, set./dez. 2020.

DIAS, Maria Sara de Lima (org.). **Introdução às leituras de Lev Vygotski: debates e atualidades na pesquisa**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

DUARTE, Newton. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. **PERSPECTIVA**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 279-301, jul./dez. 2002.

DUARTE, Newton. **Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos**: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo. Campinas, SP: Autores Associados, 2016.

DUARTE, Newton; EIDT, Nádia M. Contribuições da teoria da atividade para o debate da natureza da atividade do ensino escolar. **Psicologia da Educação**, São Paulo, n. 24, p. 51-72, jun. 2007.

GÓMEZ, Angel Pérez. O pensamento prático do professor – A formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, Antonio (org.). **Os professores e a sua formação**. 3. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

KUENZER, Acácia Zeneida. **Pedagogia da fábrica**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LEONTIEV, A. N. Las necesidades y los motivos de la actividad. In: SMIRNOV, A. A.; RUBINSTEIN, S. L.; LEONTIEV, A. N.; TIEPLOV, B. M. (orgs.). **Psicología**. México: Grijalbo, 1960, p. 341-354.

LEONTIEV, Alexis. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV, Alexis N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VYGOTSKY, Lev S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 1994.

LEONTIEV, Alexis N. **Problems of the development of mind**. Moscou: Progress Publishers, 1981.

NÓVOA, Antonio. Diz-me como ensinas, dir-te-ei quem és e vice versa. In: FAZENDA, Ivani (org.): **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1995.

REHEM, Cleonice Matos. **Perfil e formação do professor de educação profissional técnica**. São Paulo: Editora Senac, 2009.

SAVIANI, Dermeval. **A nova lei da educação (LDB): trajetória, limites e perspectivas**. 11 ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

VERNIER, Andrea Magale Berro; MAIA, Sandra Andréa Berro; DUTRA, Carlos Maximiliano. Tarifa Branca: Discutindo o uso Racional de Energia Elétrica no Ensino de Ciências. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 1, p. 206-217, jan./abr. 2021.

VIGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008a.

VIGOTSKI, Lev S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo; revisão teórica José Cipolla Nelo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008b.

WIRZBICKI, Sandra Maria; DEL PINO, José; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina. O conceito energia nas interações entre professores e estudantes mediadas pelos livros didáticos de biologia. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 1, p. 138-150, jan./abr. 2019.

6. ANEXOS

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO – Professores Licenciados em Física

Tempo de atuação como Professor de Física	__ anos
Tempo de atuação como Professor de Física em cursos de Engenharia	__ anos
Pós-Graduação	<input type="checkbox"/> Especialização <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado <input type="checkbox"/> Pós-Doutorado
Área de Especialização na Física	<input type="checkbox"/> Ensino de Física/ Educação <input type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Outro __

1. Que elementos formativos você leva em consideração ao organizar/planejar a atividade de ensino para estudantes do curso de Engenharia? Justifique.
2. Que conceitos da física você entende como fundamentais para a formação do engenheiro e futura atuação profissional? Justifique.
3. Como você aborda um conceito científico em suas aulas? E o conceito energia?
4. Como você desenvolve as aulas para que o conceito energia seja efetivamente apropriado pelos alunos?
5. Qual a importância que você atribui ao conceito energia no desenvolvimento formativo e profissional do engenheiro?

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO – Professores de Engenharia Civil

Possui Curso Técnico Nível Médio?	() Sim () Não
Tempo de atuação como Engenheiro Civil (Arquiteta)	__ anos
Tempo de atuação como Professor no Curso de Engenharia Civil	__ anos
Pós-Graduação?	() Especialização () Mestrado () Doutorado
Área de Especialização	() Engenharia () Educação/formação docente () Outro – Arquitetura

1. Quais as características da formação (perfil) do engenheiro civil você entende como adequadas para sua atuação profissional na atualidade? Justifique.

2. Quais os conceitos físicos você entende como fundamentais para a formação do engenheiro e futura atuação profissional? Justifique.

3. Quais conceitos científicos você considera como “centrais” na(s) disciplina(s) que você trabalha no curso de engenharia?

Revista Insignare Scientia

4. De que forma o conceito energia contribui no processo de apropriação dos conceitos centrais de sua disciplina, pelos alunos, e no processo formativo e profissional do engenheiro?

5. Qual a importância você atribui (ou não) aos conceitos da física, em especial o conceito energia, no processo formativo do engenheiro, e de que forma a apropriação desse conceito pelo aluno contribui no avanço do conhecimento em relação aos conteúdos da disciplina que você desenvolve?

6. Descreva como foi abordado o conceito energia na sua formação como engenheiro e em que situações você sente necessidade desse conceito.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 12/08/2021