

SIGNIFICADOS E SENTIDOS COMPARTILHADOS EM ATIVIDADES DE ENSINO E DE ESTUDO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS DA FÍSICA COM ESTUDANTES DE ENGENHARIA

MEANINGS AND MEANINGS SHARED IN TEACHING AND STUDY ACTIVITIES IN THE PROCESS OF FORMING PHYSICS CONCEPTS WITH ENGINEERING STUDENTS

Marli Dallagnol Frison¹, Sandro Roberto Cossetin²

Recebido: junho/2022 Aprovado: setembro/2022

Resumo: Este artigo socializa reflexões sobre as ações docentes, a partir da análise de aulas de Física em um curso de Engenharia Civil, no que se refere ao processo de formação dos conceitos trabalho e energia. O estudo teve como objetivo analisar e discutir questões relacionadas às atividades de ensino e ao procedimento de formação de conceitos nos ambientes de estudo e suas implicações no desenvolvimento humano. A pesquisa é qualitativa, e conta com o apoio teórico de autores da linha histórico-cultural. A obtenção dos dados foi realizada por meio da observação de aulas de Física, que foram gravadas, transcritas e analisadas. Resultados mostram a necessidade de uma formação docente consistente em relação às atividades de ensino desenvolvidas pelos professores e como estas acontecem na aprendizagem de conceitos científicos.


Palavras-chave: atividade de ensino, aprendizagem, estudo, formação de conceitos.


Abstract: This article socializes reflections on teaching actions, from the analysis of Physics classes in a Civil Engineering course, with regard to the concept formation process, more specifically the concepts of work and energy. The study aimed to evaluate the teaching activities, the potential and the limits of the process of learning scientific knowledge by the students. The research is qualitative, and has the theoretical support of authors from the historical-cultural line. The data obtaining was performed by observing physics classes, which were recorded, transcribed and analyzed. Results indicate the need for a consistent and conscious teacher training in relation to the teaching activities developed by the teachers and how they happen to, from them, provide the learning of scientific concepts of the students, the future engineers.

Keywords: teaching activities, learning, study, formation of concepts.

1. Introdução

É consenso entre professores e engenheiros, independentemente da especificidade (elétrica, mecânica, civil ou outras), a importância dos conhecimentos da Física nos cursos de Engenharia. As engenharias são oriundas dos próprios fenômenos físicos e, portanto, isso reforça e enaltece a necessidade de o estudante desses cursos se apropriar de conceitos físicos para melhor atuar como um futuro engenheiro. A efetiva apropriação de conceitos é fundamental para o aprendizado e para a compreensão da complexidade do mundo e a

1  ORCID 0000-0003-4985-1992 - PhD Marli Dallagnol Frison, Professora do Programa de Pós-Graduação Educação nas Ciências, Coordenadora Institucional do PIBID UNIJUÍ/CAPES, Membro do Grupo de Pesquisa Gipec-Unijui, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rua Emil Glitz, 797, CEP 98700-000 Ijuí/RS, Email: marlif@unijui.edu.br.

2  ORCID 0000-0002-1763-0178 – Dr Sandro Roberto Cossetin, professor do Curso Técnico em Eletrotécnica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Rua Paraná, 1315, CEP 98700-000 Ijuí/RS, Email: scossetin@gmail.com.

ampliação das potencialidades humanas que os conhecimentos científicos possibilitam, seja qual for a área do conhecimento.

O processo de aprendizagem de conceitos pelos estudantes sempre foi tema de debates com entendimentos distintos (por vezes controversos) diante de estudos e de pesquisas, que desafiam constantemente os professores nos mais diferentes graus de ensino – da Pré-Escola ao Ensino Superior. Segundo Vigotski (2012a), os conceitos são representações e modelos da realidade, e a apropriação desses conceitos é um processo complexo, pois requer uma transformação de relações intersíquicas em relações intrapsíquicas, como destaca esse autor:

[...] o conceito é um sistema de apreciações reduzidas a uma determinada conexão regular. Quando operamos com os conceitos isolados, o essencial consiste em fazer isso com todo o sistema. [...] Quando realizamos a generalização mais simples, não temos consciência das coisas como se existissem individualmente, mas em uma conexão regular, subordinadas a uma determinada lei (p. 83).

No contexto das ciências exatas há entendimentos culturalmente estabelecidos, tanto em instituições de Educação Básica quanto nas de Educação Superior, de que o processo de apropriação de conceitos acontece pela simples transmissão dos mesmos – captação e aplicação pontual dessas definições. Há, ainda, a simplista comprovação dos fenômenos pelo viés de resoluções de equações, método questionado pela passividade da recepção da gama de “conteúdo” por parte dos estudantes, ou seja, estes apenas como receptores e os professores como transmissores de um amontoado de conhecimentos científicos.

As respostas às questões propostas no ambiente escolar ou acadêmico são consideradas, culturalmente, parâmetros fiéis de um nível de entendimento que contempla com excelência a formação profissional e, supostamente, o pleno domínio de determinado conceito, técnica ou equação. Corriqueiramente, há a compreensão de que a resposta exata para questões pertinentes à temática em estudo é o objetivo fim, independentemente do processo que a envolve.

Nas ciências exatas, tal condição é potencializada no sentido da exigência por exatidão e por precisão, inerentes à atividade profissional das engenharias, aspecto característico dos processos de produção, de serviços e de projetos. Esta situação conduz os procedimentos de ensino a conceberem o resultado como aspecto primordial em relação ao método e, não raramente, ao entendimento deste resultado obtido como parâmetro de uma formação desejável.

Esta condição é percebida em diversos processos seletivos, vestibulares e concursos públicos, nos quais há uma intensa preparação para a obtenção de boas colocações, o que relativiza o real entendimento dos conhecimentos específicos de diversas áreas do saber, ou seja, há uma superficial ou suposta apropriação dos conceitos em razão do foco exclusivo na resposta correta sem consideração ao processo. Isso coloca os alunos numa metodologia sem sentido, perante uma “frieza” resultante da sucinta ação de decorar e de reproduzir conhecimentos em momentos e situações específicas.

Estas e outras inquietações e percepções são fatores que desencadearam este estudo, que teve como objetivo analisar e discutir questões relacionadas às atividades de ensino, ao modo de formação de conceitos nos ambientes de estudo e suas implicações no desenvolvimento humano.

Dentre os aspectos que justificam esta pesquisa estão os significativos índices de reprovação e baixo rendimento nas disciplinas de Física (são três em cada uma das engenharias). Conforme levantamento feito para este processo investigativo e construção dos dados, no período amostral de 2011 a 2015, na disciplina de Física 1 – a primeira das três disciplinas de Física das engenharias –, a reprovação chegou a atingir o patamar de 43,4% entre os alunos que concluíram a disciplina, desconsiderando evasões e cancelamentos. Neste período, 84,58% dos alunos aprovados apresentaram rendimento entre 60% e 80% de aproveitamento. Tais indicativos são relevantes, pois demonstram, considerando a subjetividade e a peculiaridade do processo avaliativo, a qualidade das atividades de estudo e de ensino e, logo, a efetividade da formação/apropriação de conceitos científicos.

O conceito energia foi escolhido pela sua amplitude, diversidade, transversalidade e universalidade nas engenharias e nas demais áreas do conhecimento, especialmente pela sua importância para a formação dos futuros engenheiros e, portanto, a prerrogativa de “domínio” específico deste conceito, de forma contextualizada ou pela resposta numérica e exata, é “naturalmente” entendida como adequada na formação destes profissionais.

Diante deste cenário, o estudante está inserido em processos nos quais a atividade de estudo é concebida pelo domínio de técnicas na direção das demandas da atividade profissional como engenheiro, que são oriundas, por consequência, do mundo do trabalho. Essas condições pouco contribuem para a efetiva apropriação de conceitos científicos que visem à ampliação das potencialidades humanas, pois o motivo da realização da atividade de estudo por parte do aluno é o domínio de técnicas e de processos para corresponder a um conjunto de premissas com características tecnicistas. Para Leontiev (1960), quando o sujeito satisfaz uma necessidade sua há um motivo para isso, pois a mesma é concretizada em um objetivo, “para a qual a atividade se orienta, o que a estimula” (LEONTIEV, 2004, p. 104). Os motivos, portanto, direcionam a atividade para uma finalidade determinada, composta por ações e operações.

Duarte (2002, p. 286) afirma que há uma “relação entre o objetivo de cada ação e o motivo que justifica a atividade em seu conjunto, da mesma forma que surge a relação entre o significado da ação realizada pelo indivíduo e o sentido da mesma”. Sob este aspecto, o motivo pelo qual o aluno age é pela resposta exata à determinada questão ou problema no processo de estudo.

Com base nas ideias de Leontiev (1960, 2004), a operacionalização da atividade de ensino não deveria estar limitada ou reduzida à “decoreba” e às técnicas de aplicação de conceitos científicos, mas, conforme referem Duarte e Eidt (2007, p. 56), necessitariam “visar o desenvolvimento do pensamento dos alunos, sua capacidade de analisar e generalizar os fenômenos da realidade material, bem como de raciocinar corretamente”. Nessa perspectiva, o professor desempenha um importante papel, que é o de atuar como intermediador no processo

em que suas ações docentes estão centradas na direção da apropriação dos conceitos científicos.

Para Rego (1995, p. 78), “um conceito não é aprendido por meio de um treinamento mecânico, nem tampouco pode ser meramente transmitido pelo professor ao aluno: o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero”. As demandas advindas de uma cultura para a formação profissional ainda “presa” na concepção do “saber-fazer” alinhada ao ideal industrialista, originado no início do século 20, pressupunham que, conforme descreve Rehem (2009, p. 31), “antigamente os conhecimentos adquiridos tinham utilidade para solucionar as situações para o resto da vida, em virtude de situações previsíveis e duráveis”.

Para Vigotski¹ (2008), o desenvolvimento humano ocorre a partir das interações estabelecidas entre os homens e a natureza, mediadas por instrumentos e signos característicos da linguagem humana, incluindo os conhecimentos produzidos pelo próprio homem, os quais demandam linguagens e símbolos específicos para a devida apropriação de conceitos científicos.

Atendendo a estas ponderações iniciais, o objetivo deste estudo é analisar a atividade de ensino e seus limites e potencialidades dentro do processo de aprendizagem de conhecimentos científicos. Os referenciais e as considerações teóricas são oriundos de autores da linha histórico-cultural, especialmente de Vigotski (2004, 2007, 2008, 2012a) e Leontiev (1960, 2004).

Os dados utilizados para a produção deste texto foram obtidos com a análise de aulas desenvolvidas junto a uma turma de 29 estudantes, matriculados na disciplina de Física I, do núcleo comum dos cursos de Engenharia, oferecida no primeiro semestre letivo do ano de 2019. Nessas aulas o professor, responsável pela referida disciplina, trabalhou o conceito energia no contexto da sua programação no curso com os conceitos energia potencial e energia cinética.

A escolha pelo acompanhamento e a gravação de aulas teve o intuito de observar o processo de apropriação de conceitos da Física, com a atenção voltada, principalmente, para o conceito energia, sem descuidar da relação entre esse conceito e o conceito trabalho, em virtude de este ser abordado nas mesmas circunstâncias do primeiro.

Destaca-se que o acompanhamento e a gravação das aulas foram realizados após autorização e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da instituição à qual os autores estão vinculados. As falas do professor e dos alunos foram transcritas, totalizando aproximadamente 50 páginas digitadas. Para preservar a identificação dos sujeitos foi utilizado nome fictício, com inicial P para denominar o professor, sendo os alunos identificados por “A1”, “A2” e assim sucessivamente.

2. Desenvolvimento

¹ Tendo em vista as diferentes formas com que a grafia do nome de Vigotski aparece nas suas próprias obras traduzidas, no presente texto foi adotada a descrição “Vigotski”.

As manifestações do professor e de estudantes, relacionadas à organização do ensino e ao processo de apropriação do conceito energia, foram interpretadas à luz da perspectiva histórico-cultural, cujas reflexões apresentam-se na sequência.

Há, em certa medida, o entendimento – ou suposto entendimento – de que o conceito energia é “mais um conceito” entre tantos outros do currículo acadêmico. Não há uma compreensão aprofundada e consciente da sua abrangência, interdisciplinaridade e transversalidade nas diversas áreas científicas e tecnológicas na formação do engenheiro. Neste sentido, a consciência do professor quanto ao seu papel no processo é fundamental para a organização intencional dos processos de ensino para a efetiva aprendizagem dos alunos, a qual não aconteceria de maneira espontânea. Para Tardif (2002, p. 39), assim seria o perfil característico de um professor: “(...) é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia”. O entendimento dos conceitos trabalho e energia, bem como dos demais conceitos científicos que estruturam a formação dos engenheiros, é básico e fundamental, no entanto não é simples. As ramificações destes conceitos são de uma amplitude que surpreende na medida em que passamos a refletir profundamente acerca dos mesmos, o que não desconsidera que outros conceitos científicos também não o sejam. A presença do trabalho e da energia nas distintas áreas científicas e na própria Física, entretanto, é enorme, por vezes despercebidos ou incorporados pela naturalização que aconteceu ou por estarem sempre ali, como o tempo, a matéria e o espaço, por exemplo.

Para passarmos à análise dos registros das aulas que foram transcritos, é fundamental uma consideração: as ações do professor e sua metodologia na atividade de ensino não são objeto de crítica ou apontamento de erros, mas, acima de tudo, de reflexão e de entendimento, na intenção de qualificar as atividades de ensino e o processo de formação de conceitos científicos, de forma mais eficiente e condizente com a realidade do aprendizado pelos alunos na perspectiva histórico-cultural, bem como na formação destes docentes.

As aulas analisadas foram as últimas quatro do semestre letivo e, atendendo à sequência da organização curricular, o professor iniciou-as anunciando que um novo assunto seria desenvolvido:

Vamos trabalhar um tópico novo hoje. Para situar um pouquinho. O que nós trabalhamos até agora? De cinemática, o movimento pelo movimento, discutimos as Leis de Newton, o que provoca o movimento, e aí o método para resolver aquele problema. Uma abordagem que pode ser dada a mesma situação é através do Teorema Trabalho-Energia. Mas, ele é bem mais amplo do que resolver os problemas pelas Leis de Newton. Teorema Trabalho-Energia, essas duas palavras sempre estão juntas, vocês vão entender, falar em trabalho e não falar em energia. Vai falar em energia vai falar em trabalho também.

Um aspecto importante que consideramos é a intencionalidade da aula e o significado da mesma, que deve ser apropriado pelo professor e, da mesma forma, pelo aluno.

Neste caso, ao iniciar a aula o professor fez alguma referência ao que foi desenvolvido anteriormente. Ele, porém, não explana o objetivo da aula e a intenção do estudo do(s) conceito(s) energia e trabalho, que será(ão) abordado(s) ao longo desta e das aulas seguintes.

Neste sentido, alerta-se sobre a importância da explicitação por parte do professor sobre os conceitos que serão abordados em aula e a intencionalidade desta abordagem no contexto da disciplina de Física e desta no contexto das engenharias.

Nessa perspectiva teórica, entende-se que, por meio das relações sociais, estabelecidas em sala de aula, de forma indireta e com intervenção de um intermediador, é que se desenvolvem as funções mentais superiores com estímulos – denominados de autogerados –, independente do ambiente e por signos. Segundo Vigotski (2007, p. 33), para “as funções superiores, a característica essencial é a estimulação autogerada, isto é, a criação e o uso de estímulos artificiais que se tornam a causa imediata do comportamento”, distintas das funções elementares pelo “fato de serem total e diretamente determinadas pela estimulação ambiental”. Compreende-se que o significado que a aula tem para o professor deve ser socializado e entendido pelos alunos, dando sentido para as suas ações na direção dos entendimentos dos conceitos em estudo.

A indagação inicial aos alunos é referente ao conceito que está diretamente associado ao de energia: “O que é trabalho? Vocês leram, escutaram, ouviram a palavra trabalho. O que vocês entendem, qual entendimento que vocês têm disso, desse conceito?” Poucos alunos participam e respondem à reflexão proposta pelo professor: “uma força de ação”, “fazer algo, “força”. O professor intervém: “A força, trabalho tem que ter força. A intervenção acontece, mas sem que haja relação com esta indagação inicial e, sim, fazendo questionamentos e comparações do conceito científico trabalho com outro sentido atribuído à palavra trabalho. As indagações do professor seguem com o seguinte teor:

O que mais? (...) Gente, não é possível, vocês ouviram, leram a palavra trabalho. O que é que vocês relacionam com isso? Vou perguntar: Alguém de vocês trabalha? Todo mundo trabalha aqui? Ou alguém não trabalha? Não há problema nenhum de não trabalhar. ‘Teve três aí que falou’, e os demais? Ninguém trabalha? Não é pejorativo se não trabalha. (...) Vamos pegar aqui então, o que é energia? Qual é a ideia que vocês têm? O que vocês pensam sobre esse conceito?

Neste estudo é proposta a reflexão quanto ao conceito trabalho, no sentido de atividade social, na tentativa de conectar com o conceito físico em debate. Também é referenciado outro conceito, o de energia, para tentar fazer o entendimento, ou, ao menos, propor uma reflexão ao conceito anteriormente citado, o de trabalho, na intenção de demonstrar o vínculo entre os mesmos. A contextualização apresentada para debater com os alunos acerca dos conceitos é no âmbito das atividades pessoais, profissionais e de empregabilidade.

Os alunos manifestam, então, entendimentos próprios, como “Para realizar trabalho consome energia” (A5); “Eu trabalhei hoje, estou sem energia agora” (A6); “(...) na verdade se você tá associando trabalho com movimento, e há necessidade de se movimentar, precisa de energia para isso” (A7). O professor mantém o debate entre os conceitos trabalho e energia no contexto das atividades pessoais e rotineiras das pessoas: “Para trabalhar tem que ter energia. Bom, aqui ficou a ideia, nosso colega trabalhou muito hoje que chegou sem energia na sala de aula. Como você vai repor esta energia?”

Há pouca participação dos alunos para a reflexão, mas o aluno A9 responde: “Tem que comer um pouco antes”; momento em que o professor faz referências aos equipamentos que precisam de combustível para funcionar, bem como sobre a importância dos alimentos como combustível para o nosso organismo. Nesta ocasião, o professor menciona o conceito trabalho propondo uma análise um pouco diferenciada:

(...) nós precisamos dar uma refinada neste conceito e aí podemos entender as coisas um pouco melhor. (...) Então vamos trabalhar a ideia, primeiro, o conceito de trabalho, mas eu quero chamar a atenção de vocês: é um conceito bem amplo, por mais que nesta parte da Física nós vamos trabalhar com mecânica, mas este trabalho tem que ser extrapolado.

Diante da pouca participação dos alunos, é possível perceber que a interação com o conceito acontece de forma direta com a palavra. O uso da palavra é fundamental para a formação de conceitos (VIGOTSKI, 2008, 2007), no entanto ela representa um signo que possibilita a relação com o mundo real e com o conhecimento científico, considerações estas fundamentais para Vigotski (2008, p. 65) quanto à construção de conceitos, pois

(...) ao centrar-se na palavra, esse método deixa de levar em consideração a percepção e a elaboração mental do material sensorial que dá origem ao conceito. O material sensorial e a palavra são partes indispensáveis à formação de conceitos. O estudo isolado da palavra coloca o processo no plano puramente verbal (...).

Outro aspecto refere-se à ausência de explanação dos objetivos da aula e da abordagem destes conceitos, o que impede que os alunos visualizem a abrangência e o local do conceito na disciplina em curso. Para Leontiev (2004), os sujeitos se orientam e agem a partir de objetivos que precisam ser postos intencionalmente pelo professor, motivando-os a agir. Logo, a relação direta com um conceito científico, sem significação, não proporcionará a apropriação do mesmo, e sim a simples memorização (GAUTHIER; TARDIF, 2010).

Com base nestes encaminhamentos, o professor solicita que alguém da turma leia em voz alta um texto que foi distribuído previamente. Resumidamente, o texto refere-se a uma pessoa que está segurando um objeto, parada, por um determinado tempo. O professor pergunta para a turma: “O que é necessário para ter um trabalho, agora no conceito físico?”

No texto supracitado, durante a leitura do mesmo, realizada em voz alta por um dos alunos da turma, consta o que seria o conceito da grandeza física “trabalho”:

O trabalho de uma força é uma maneira de medir a quantidade de energia transferida, ou transformada, de um sistema para outro ou, em certos casos, a quantidade de energia transformada dentro de um mesmo sistema. O trabalho realizado por uma força constante corresponde ao produto da intensidade da força na direção do deslocamento pela intensidade do deslocamento.

Na leitura do texto proposto, o professor explica e complementa com mais explicações e definições acerca dos conceitos até então abordados:

O trabalho é uma maneira de medir a quantidade de energia transferida. É um outro conceito. Podemos entender assim. Eu vou chamar a atenção de vocês: a gente não consegue separar trabalho e energia. Para existir trabalho vai existir transformação de

energia. Quando ocorre transformação de energia, vai existir trabalho, sempre. Trabalho realizado por uma força constante corresponde ao produto da intensidade da força na direção do deslocamento. Então, tem força, tem deslocamento, tem trabalho.

A definição do conceito trabalho, nestas abordagens, é frequentemente verificada em livros e materiais didáticos e em apresentações em aulas, expressando a equação matemática do fenômeno físico, “produto da intensidade da força na direção do deslocamento”. O professor descreve no quadro negro a equação matemática usada para a definição “trabalho é força vezes deslocamento”, conforme equação (1):

$$W = f \times d \quad (1)$$

Esta definição simplista pela matematização do conceito denota uma perspectiva de entendimento reduzida à equação e de uma suposta solução de entendimento para um longo período, com previsibilidade e durabilidade de situações (REHEM, 2009).

Na continuidade da aula, após a leitura de mais um parágrafo do texto, o professor usa um equipamento didático para simular e demonstrar a situação do movimento de elevação de um objeto a uma determinada altura, com uma corda que passa por uma roldana. Ao puxar a corda, elevando o objeto na demonstração com o equipamento, o professor indaga seus alunos com o seguinte questionamento:

P – Muito bem, vou perguntar para vocês: Concordam que eu realizei um trabalho sobre essa massa? Como se fosse o balde aí do texto. E o que aconteceu com esse trabalho? Para aonde ele foi? O que vocês acham? Se eu aplicar uma força e vai ter o deslocamento, vai ter trabalho, tá bem? Eu vou fazer uma pergunta para vocês: O que aconteceu com esse trabalho que eu realizei? Para aonde foi? Ficou em que forma, se apresenta de alguma forma?

A1 – Em forma de energia?

P – Que tipo?

A2 – Elástica.

P – Elástica? Por que elástica?

A1 – Movimento.

A3 – Gravitacional.

P – Gravitacional? O que mais? Como trabalho é energia, o trabalho desaparece. Assim como a energia desaparece (grifo nosso). A gente vai ver na sequência que esse trabalho fica armazenado e aí vamos usar um tipo de energia: potencial gravitacional. Potencial é uma energia de estado, de configuração, a gente vai detalhar isso. Então, o trabalho não some, não desaparece. Assim como a energia.

A intervenção do professor leva a pensar sobre a diferenciação entre o pensamento do adolescente e o pensamento infantil, e sobre a importância da intervenção do professor no processo de constituição do pensamento lógico, como afirma Vigotski (2012a),

[...] o pensamento lógico, deste nosso ponto de vista, não está constituído por conceitos como elementos isolados, não como algo adicionado aos conceitos, algo por cima deles,

algo que surge depois deles — pensamento lógico está constituído pelos próprios conceitos em ação, em funcionamento (p. 82).

Diante destas colocações e análises, percebe-se uma situação que poderá levar o aluno a um entendimento equivocado ou confuso. A respeito do conceito trabalho, há manifestações do professor, como:

“O trabalho é uma maneira de medir a quantidade de energia transferida”. “Para existir trabalho, vai existir transformação de energia (...)”; “Trabalho realizado por uma força constante corresponde ao produto da intensidade da força na direção do deslocamento.”; “(...) trabalho é energia.”

As explicações verificadas na primeira aula gravada e transcrita iniciam com a abordagem do conceito trabalho, que é o objetivo deste momento da aula. Estas, no entanto, são apresentadas com definições matemáticas e sem uma contextualização com o próprio cotidiano do aluno e/ou da futura atividade profissional. Segundo Vigotski (2007, 2008), um conceito científico não se basta por si só, ou seja, não está definitivamente pronto, mas possui uma característica complexa dada a sua construção histórica e cultural. Os conceitos científicos, portanto,

(...) estão organizados em sistemas consistentes de inter-relações. Por sua inclusão num sistema e por envolver uma atitude mediada desde o início de sua construção, os conceitos científicos implicam uma atitude metacognitiva, isto é, de consciência e controle deliberado por parte do indivíduo, que domina seu conteúdo no nível de sua definição e de sua relação com outros conceitos (LA TAILLE; OLIVEIRA; DANTAS, 1992, p. 32).

Mesmo diante da tentativa de estabelecer um viés com situações que possivelmente sejam de conhecimento dos alunos, o desenvolvimento do processo nesta ocasião conduz a um entendimento superficial, verificado nas manifestações dos acadêmicos durante a aula. Os questionamentos não são propostos para análise do fenômeno ou a partir dos entendimentos que os alunos já possuem, e sim para uma solicitação de concordância com a demonstração que observam. Conforme Vigotski (2012c, p. 78), “o conceito, (...), não é, o resultado mecânico da abstração, mas o resultado de um conhecimento duradouro e profundo do objeto”, pois “um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável (...)” e, sim, “um processo criativo, e não um processo mecânico e passivo (...)”, logo, um processo produtivo humano na solução de problemas (VIGOSTKI, 2008, p. 67).

Na continuidade da aula, com a sequência da leitura do texto em voz alta pelos alunos, é discutido acerca do conceito trabalho e das relações pertinentes deste com o conceito energia. No texto em discussão consta: “Aqui está o verdadeiro significado físico de trabalho: o deslocamento provocado pela aplicação de uma força é responsável pela transferência de energia”. Esta explicação coloca o aluno em relação direta com o conceito em estudo o que, segundo Gauthier e Tardif (2010, p. 376), “é praticamente impossível e pedagogicamente sem proveito, (...) isso pode se resumir a uma simples assimilação, (...) de palavras desprovidas de significação”.

Na sequência da aula o professor complementa, após fazer a demonstração no material didático, simulando o que estava sendo lido no texto:

P – Energia potencial gravitacional se transforma em...? Cinética. E essa cinética foi para onde, o que vocês acham? O que aconteceu com a energia cinética? Energia cinética é de movimento. Ali. Escutaram? Deu barulho? Será que tem alguma forma de energia jogada aí?

A4– Energia cinética se transformou na sonora?

P – Sonora. Tem energia sonora. Se fosse medir um pouquinho o aquecimento, térmico. E um pouco de deformação. Gente, sempre aparece 'n' energias, diferentes formas de energia e não desaparece. Vamos centralizar aqui gente. Força, deslocamento. Força, deslocamento.

A manifestação de A4 – “Energia cinética se transformou na sonora?” – remete às ideias de Vigotski (2012b) de que “a aquisição da função da formação de conceitos constitui um link básico, principal, de todas as mudanças que se produzem na psicologia do adolescente” (p. 113). Para Vigotski (2012b), é por intermédio da formação do conceito que “a criança, [...], passa do nível da vivência para o nível do conhecimento” (p. 198).

Há, também, explicações dos conceitos energia potencial e energia cinética que serão abordados no decorrer desta parte do conteúdo, mas não há uma contextualização prévia para esses novos conceitos que serão desenvolvidos. Da mesma forma, é solicitada atenção às palavras que compõem a equação do conceito trabalho: “Vamos centralizar aqui gente. Força, deslocamento. Força, deslocamento”, novamente colocando o estudante na relação direta com as grandezas físicas do conceito em estudo, ou seja, em relação direta com a palavra (VIGOTSKI, 2008, 2012a; GAUTHIER; TARDIF, 2010), sem a devida relação com o contexto da Física e desta com a Engenharia.

Diante das distintas possibilidades de construir um entendimento do conceito físico de trabalho, conforme relatos anteriores, outra é apresentada, comumente praticada, seja no Ensino Superior ou Médio com a definição de um conceito pela equação matemática do mesmo. Esta situação não considera os conhecimentos espontâneos (VIGOTSKI, 2008, 2007) pelos quais o professor pode proporcionar a apropriação de novos conceitos com o uso de signos, como a palavra e o símbolo (SMOLKA, 2004), e, também, por meio da linguagem, como a matemática sendo uma delas e não a única e suficiente (VIGOTSKI, 2008, 2007).

Nesta ocasião o professor também faz referências ao conceito energia, conceito central da pesquisa que será posteriormente desenvolvido, afirmando:

“Veja que nós não conceituamos energia, mas, associamos energia ou transformação de energia ao trabalho. E trabalho tá envolvido no quê? Força e deslocamento. Vamos para o conceito matemático do trabalho agora?”

Naquele momento o professor demonstra no quadro a partir do desenho de um objeto (Figura 1), o qual é deslocado por uma força representada por uma seta (vetor), explicando que haverá um deslocamento do mesmo nesta situação. A definição apresentada é que “Nós temos como sendo o produto da força vezes o deslocamento. Simplesmente isso. O produto da força

pelo deslocamento vai nos dar o que chamamos de trabalho, multiplicar força vezes o deslocamento”.

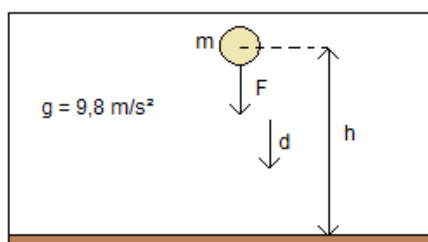


Figura 1 – Ilustração constante no material didático

Uma análise da intervenção do professor revela que a análise matemática de um fenômeno ou grandeza física como definição é, por vezes, a condição de suficiência para o entendimento dos mesmos.

Esta análise considera a definição matemática para um conceito físico como suficiente, no entanto desprovida de relações com conceitos cotidianos para avançar para conceitos científicos. Para Vigotski (2004), “a educação se faz através da própria experiência do aluno, a qual é inteiramente determinada pelo meio, e nesse processo o papel do mestre consiste em organizar e regular o meio” (p. 67) e, também, “o processo de educação deve basear-se na atividade pessoal do aluno, e toda a arte do educador deve consistir apenas em orientar e regular essa atividade” (p. 64).

Na sequência das explicações referentes ao conceito trabalho, o professor representa forças com o uso de vetores que formam ângulos distintos entre si e com o plano horizontal, discorrendo sobre este, que, “olhando em termos vetoriais, é um produto escalar de ‘F’ vezes ‘d’ (...) basta um módulo e uma unidade”, apresentando a interpretação do fenômeno como sendo “uma outra linguagem, uma linguagem gráfica”.

Na sequência das aulas o professor inicia sua atividade com a seguinte pergunta: “Alguém lembra o conceito fundamental que discutimos aula passada?” A participação acontece pela voz de poucos alunos, num total de 29 na turma: “É força vezes deslocamento”, diz A2; “Energia”, responde A5. Outros alunos manifestam que não lembram. O professor insiste: “Qual é o conceito que discutimos aula passada?”, e, novamente, raras são as participações de alunos expressando o entendimento a partir do que foi desenvolvido na aula anterior:

A1 – Trabalho.

P – Trabalho. Isso.

A2 – Força vezes deslocamento.

P – Força vezes deslocamento. (...) Se nós trabalharmos com essa equação, F , d , o conceito de trabalho. Sempre que houver transformação de energia, há trabalho. Sempre que há trabalho sendo realizado, existe transformação de energia. (...) Se nós imprimirmos um pouco melhor esse conceito de trabalho ele é um produto escalar, tá? Ele é um produto escalar entre dois vetores, dá uma grandeza escalar, significa que o trabalho não precisa definir direção nem sentido. (...).

O entendimento expresso na manifestação do aluno A2 sobre o conceito de trabalho, ao responder “força vezes deslocamento”, foi o da definição pela expressão matemática para o cálculo do trabalho realizado por um sistema físico, conforme manifestações anteriores do professor. As falas dos estudantes denotam a restrita compreensão do conceito físico, que foi “reduzido”, em diversos momentos, a uma definição matemática diante do desenvolvimento da atividade de ensino conduzida pelo professor, que primou pela definição do conceito por meio de uma equação matemática.

Essa maneira de trabalhar os conteúdos objetiva uma definição pela expressão matemática do conceito, isto é, coloca o sujeito em relação direta com a equação e as grandezas físicas do conceito físico, condição que estabelece um olhar específico e conduz o discente a atentar para esta forma sucinta do conceito como uma definição plena. Conforme Duarte (2002), fundamentado nos pressupostos de Leontiev (2004), o objetivo da ação e o motivo pelo qual acontece a atenção é por uma relação direta ao objeto que, neste caso, expressa a equação do conceito e não o entendimento contextualizado do mesmo. “O significado de uma ação diz respeito ao conteúdo da ação. O sentido da mesma diz respeito às razões, aos motivos pelos quais o indivíduo age” (DUARTE, 2002, p. 286).

O conceito energia começou a ser abordado com base em um exercício no qual foi proposto o cálculo da força a partir da equação do trabalho, por meio do exemplo do consumo de uma barra de cereal por uma pessoa e, posteriormente, a realização de esforço físico pela mesma, analisando a capacidade de fazer um trabalho desde a energia que a barra de cereal possibilita pelas suas características nutricionais.

P – Bom, vejam que aqui aparece outra unidade de medida que é a Caloria, Joule. Na verdade equivale a 4,186 Joules, dá para arredondar. Então, o que vocês fizeram vocês converteram 500 calorias em Joules. Tá bem? Quanto que deu isso?

A1 – 2.000 Joules.

P – 500 Calorias, 2.000 Joules. Isso é energia. Como vocês acharam a força?

A1 – Pelo trabalho.

P – Isso. Sempre que houve a transformação de energia, teve trabalho, né? Tem o trabalho. Então, quanto foi de trabalho?

A1 – 2.000.

P – Isso. Tem os 2.000 Joules; divide aí por 20 metros. As unidades, no Sistema Internacional, vai ser em Newtons. Cancela 100 Joules (resolve no quadro a equação).

Na resolução do exercício é estabelecida a relação entre os conceitos trabalho e energia, conforme abordado pelo professor na aula anterior. Cabe aqui destacar, no entanto, uma relação baseada na resolução matemática de exercícios, ou seja, o sentido atribuído pelas considerações das grandezas físicas que compõem a equação.

Após resolver um exercício com os alunos, o professor começou a abordar o conceito energia a partir de outro exercício de uma lista já sociabilizada com os alunos, para que os mesmos a resolvessem.

P – Podemos continuar então? Um motor, só poderá realizar trabalho se receber energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível... Energia armazenada no

combustível, isso é tranquilo para vocês? Concordam que o combustível tem uma energia armazenada? Sim ou não?

A1 – Sim (poucos respondem).

P – Que tipo de energia seria essa?

A2 – Energia química.

P – Energia... potencial química. Potencial porque ela pode ser transformada em outra. (...) em parte liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar.

A abordagem do conceito energia, neste momento da aula, é realizada constantemente, vinculando-o, como é pertinente, ao conceito trabalho. Em determinados momentos, entretanto, o processo da construção do conceito, no caso o trabalho, é conduzido apenas pela definição da equação: “vamos para a definição bem matemática de trabalho” e, em outros momentos, pela definição de igualdade entre conceitos: “O trabalho produzido não desaparece porque é energia”, e pela condição de coexistência entre os mesmos, por meio da explicação, “Se tem trabalho, tem transformação de energia. Se transforma em energia, tem trabalho”. Essa forma de apresentar tais definições pode dificultar a apropriação, pelos estudantes, dos significados dos conceitos científicos de energia e trabalho ou conduzi-los a entendimentos equivocados ou confusos sobre tais conceitos.

A análise anterior é necessária tendo em vista o desenvolvimento das atividades em aula para abordar o conceito energia e as especificidades da disciplina Física 1 que estão em andamento – energia potencial e energia cinética.

P – (...) vocês lembram que naquele exercício (...) foi um gráfico, nós chegamos a 51.000 Joules. (...) Quanto é isso? O que significa isso? Que noção vocês têm? Joule. É trabalho. Também é energia. (Silêncio por alguns instantes, sem a participação de alunos). (...) Gente, 10 Joules de energia, vocês têm ideia do que é? (Ninguém responde à pergunta). 10 Joules de energia é quanto para vocês? Equivale a quanto, ao que vocês comparam? Tem que ter um parâmetro de comparação.

A demonstração proporcionada pelo professor se dá com um objeto de ferro com 1 kg de massa e uma régua de madeira de 1 metro, o qual é abandonado desta altura verticalmente para verificar o seu movimento:

P – Vocês estão enxergando aí? (...) Vou fazer um trabalho, 10 Joules (ao falar vai mostrando a elevação do objeto até a altura de 1 metro), para aonde foi esse trabalho, o que aconteceu com ele? O que aconteceu? (Os alunos não respondem). Eu produzi um trabalho. O que aconteceu com esse trabalho, sumiu?

A1 – Se transformou em energia armazenada.

P – Se transformou em?

A1 – Energia.

P – Energia. Ficou?

A1 – Armazenada.

P – Armazenada. O trabalho não desaparece. Vem cá, mas se já está aqui em cima, vai dar um barulho. (Solta o objeto da altura da régua). O que aconteceu com esse trabalho? Apareceu em energia de...? Vocês viram aqui? Vai descendo, aumenta velocidade, esse

*trabalho apareceu em energia de movimento. Ele vai chamar isso de energia cinética. (...)
Por favor, uma leitura preliminar, o que é energia cinética? Não se preocupem com as
deduções matemáticas da equação, mas, uma leitura breve.*

O professor desenvolve a dedução matemática da energia cinética no quadro com a explicação sobre as unidades de medidas envolvidas na equação.

P – Joule. Então, esse termo aqui (assinala as unidades de medidas resultantes da análise) dá unidade de energia. Portanto, isso aqui é a energia cinética do corpo. Um meio de “m”, “v” ao quadrado, assim nós calculamos a energia de movimento, a energia cinética, “m” a massa, “v” a velocidade. É o que vocês têm aí no material, tá? (escreve 3, 4 equações no quadro) Essas equações são equivalentes? (Ninguém responde) O que vocês acham? (Ninguém responde). Um meio de “m”, “v” ao quadrado é equivalente a “m” “v” ao quadrado sobre dois, que é equivalente “m” sobre dois “v” ao quadrado, que é equivalente “m” “v” ao quadrado sobre dois? O que vocês acham?

As indagações do professor não motivam os alunos para que participem das discussões estabelecidas em aula. Mesmo assim, é solicitado aos mesmos que tentem fazer os exercícios propostos a partir das deduções matemáticas das equações de energia potencial e energia cinética, constantes no quadro e referenciadas no material disponibilizado.

Na aula seguinte, a terceira que foi analisada, o professor a inicia atendendo alguns alunos acerca das suas dúvidas referentes ao trabalho encaminhado e à resolução de exercícios. Ele solicita que tenham atenção à entrega do mesmo e reforça a importância das análises matemáticas e trigonométricas das grandezas físicas constantes nos exercícios referentes ao conceito de trabalho. O docente começa o assunto daquela aula solicitando que algum aluno leia em voz alta o texto disponibilizado como material didático. Na medida em que o texto é lido, o professor faz intervenções para algumas explicações.

P – Pessoal, o que nós vimos aula passada?

A6 – Energia cinética.

*P – Energia cinética de movimento. Para nós calcularmos a energia cinética de um corpo, é com a equação um meio de “m” “v” ao quadrado. Cada termo dessa equação, massa, velocidade. Vamos ver hoje a energia potencial gravitacional, a elástica e potência. (...)
Então quem quer fazer uma leitura em voz alta para a turma?*

A leitura do texto faz referência a uma situação hipotética para análise de grandezas físicas envolvidas na mesma: “Considere um objeto com massa ‘m’ sendo levantado até a uma altura ‘h’ contra a força da gravidade, conforme mostra a figura a seguir”. Nessa situação, o professor propõe uma reflexão aos alunos acerca da grandeza física a partir da Figura 1, perguntando: “(...) energia potencial gravitacional, tem três palavras aí. Vamos pegar a primeira: alguém consegue me dizer alguma coisa sobre o que é energia?”. As respostas de alguns alunos sobre o conceito energia vão ao encontro do que foi diversas vezes destacado nas aulas anteriores – trabalho, com a reafirmação do professor: “Trabalho. Energia é trabalho, tá?” As demais palavras que compõem a grandeza física – “potencial” e “gravitacional” –, são apresentadas pelo professor aos alunos para que manifestem seus entendimentos a respeito das mesmas.

Algumas manifestações são externadas pelos alunos, como “capacidade”, “armazenamento” e “gravidade”, momento em que o professor intervém na tentativa de explicar:

Gravidade. Tem energia; então nós relacionamos com trabalho. Então, tem trabalho, tem energia, potencial. Alguém falou em estoque armazenado. Porque, potencialmente, essa energia pode ser transformada em outra. (...). Gravitacional, a palavra gravitacional, que vai ligar a gravidade porque vai ter força, trabalho, é uma energia potencial gravitacional.

Os questionamentos e as reflexões referentes ao entendimento dos termos potencial e gravitacional que compõem a grandeza física, proporcionam melhor entendimento de energia potencial gravitacional, fazendo a correta referência ao conceito de trabalho. Não há, entretanto, um contexto claro e não está explícito o motivo pelo qual se direcionou a tentativa de entendimento do conceito. Ainda, ocorre a indução pelo uso restrito da palavra para o entendimento do conceito sem considerar a que o conceito está inserido no cotidiano do aluno. Para Sforzi (2004, p. 85),

aprender conceitos não é acumular conhecimentos, mas tomar posse do nível de consciência neles potencializado ao longo de sua formação. Nesse sentido, o domínio conceitual vai além da compreensão do significado presente na palavra, e impõe como condição para a sua apropriação a atividade psíquica que internaliza a atividade material e externa determinantes do conceito.

Para além da sintética definição (simplificação) e memorização (no sentido restrito de “decorar”), portanto, “o ato real e complexo do pensamento que não pode ser ensinado por meio do treinamento, (...) um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização” (VIGOTSKI, 2008, p. 104). À palavra é possível serem atribuídos distintos sentidos, dos mais simples aos mais complexos, no entanto, para a formação de conceitos, a mesma deve possibilitar generalização, categorização e pensamento abstrato.

No texto lido pelos alunos há um exemplo para análise da situação de deslocamento de um objeto no plano vertical com forças em sentido contrário, ou seja, força de deslocamento verticalmente para cima e força em sentido contrário – a força gravitacional –, verticalmente para baixo. Nesta ocasião, o professor sugere a análise utilizando o conceito de trabalho: “Então, se nós usarmos o conceito de trabalho ‘f’, ‘d’, cos theta.” (2)

$$W = f \cdot d \cdot \cos\phi \quad (2)$$

Assim, a definição do conceito da grandeza física está restrita à equação do cálculo para mensurar a grandeza em análise no exemplo. A demonstração do cálculo é prosseguida pelo professor, com deduções de grandezas e relação entre as unidades de medidas das mesmas, quando conclui a resolução afirmando: “Portanto, este termo ‘mgh’ vai dar Newton vezes metro (N.m), que é trabalho, que é energia. Portanto, este termo configura energia”. A abordagem pela demonstração da quantificação da grandeza física pela análise matemática é pertinente; no entanto esse simbolismo matemático não é suficiente para explicar o real, isto é, como verdadeira definição conceitual do fenômeno físico.

Bronowski (1983) considera a Matemática uma linguagem da Física que proporciona entendimentos abstratos para a compreensão do real, possibilitando determinados elos de ligação com o conceito científico, mas não suficientes para a formação de um conceito científico.

A relação direta da equação matemática com o conceito, portanto, não representa a construção efetiva do mesmo para o entendimento e a interação com o real, bem como não possibilita efetivamente abstração do real. Para Vigotski (2008, p. 67), “a formação de conceitos é um processo criativo, e não um processo mecânico e passivo; que um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa (...)”; logo, uma relação mediada por símbolos; a linguagem matemática como uma das possibilidades dessa mediação, pois somente “(...) uma ligação mecânica entre a palavra e o objeto não é suficiente para a criação de um conceito” (*Ibidem*, p. 67-68). Esta condição demanda dar sentido aos conceitos, pois “trata-se de um processo orientado para um objetivo, uma série de operações que servem de passos em direção a um objetivo final. A memorização de palavras e a sua associação com os objetos não leva, por si só, à formação de conceitos (...)” (*Ibidem*, p. 67).

A sequência da referida aula aconteceu com a leitura do texto e a resolução de exemplos e exercícios. Foram abordadas temáticas que envolveram outros tipos de energia (elástica, elétrica, mecânica), sempre fazendo a relação com o trabalho: a coexistência entre ambos, que “trabalho é energia” e a definição da grandeza pela equação matemática. Ainda, exemplos de trabalho e energia no contexto da mensuração destas grandezas com as equações e com exemplos de pessoas que sobem pelas escadas de um prédio, satélite ao redor da terra, amortecedor de carros e geração de energia elétrica com armazenagem de água em uma barragem.

A quarta e última aula analisada foi iniciada pelo professor com ênfase aos seus alunos para a importância da realização dos exercícios e trabalhos e para a necessidade de atenção para a prova final, na justificativa de que estes valem nota e indagando-os acerca de dúvidas que, porventura, tivessem da aula anterior.

O que nós trabalhamos até agora – a questão do trabalho, energia. Vamos pegar essa situação aqui (Coloca no quadro um dos exercícios para resolver). Tem o ângulo, o deslocamento no sistema internacional. Newton metro dá Joule. Então o conceito de trabalho. Nós trabalhamos a ideia aqui de energia cinética. Energia cinética de translação, um meio de ‘m’, ‘v’ ao quadrado, tá, um meio massa velocidade ao quadrado, no sistema internacional, aqui ao quadrado, vai dar Joule. Energia de movimento, então nós temos o conceito de trabalho, nós temos energia cinética.

Na sequência são enaltecidos os conceitos supostamente construídos pelo viés da análise matemática e de exemplos hipotéticos, para analisar o comportamento do resultado quantitativo do trabalho e da energia, partindo das variáveis que compõem a equação, ou seja, variáveis que são pertinentes às grandezas envolvidas. A partir destas análises, o professor afirmou: “Então vocês têm conceito de trabalho, de energia cinética, de energia potencial gravitacional, energia potencial elástica e também a gente viu que o trabalho, ele é igual à variação da energia potencial”. A leitura do texto seguiu até o final, envolvendo as mesmas referências anteriormente citadas, e, prosseguindo, foi destinado um determinado tempo para

a realização de exercícios da lista previamente entregue e questionamentos acerca da prova final e entrega do trabalho de pesquisa.

Inicialmente, nesta pesquisa, o intuito foi observar o processo da construção do conceito energia; no entanto o conceito trabalho também foi abordado no espectro da apropriação de conceito científico, antecedendo o conceito energia, conforme organização didática do professor, situação que contribuiu para este estudo, tendo em vista o foco de análise, ou melhor, as circunstâncias da formação de conceitos.

3. Considerações Finais

O efetivo entendimento de um determinado conceito é um desafio possivelmente incerto em algumas situações diante do contexto no qual o mesmo se encontra ou das explicações que esse propõe, especialmente quando a temática provoca debates, estudos, pesquisas e entendimentos que podem ser distintos ante a realidade.

O processo pelo qual acontece a apropriação de conceitos científicos é parâmetro importante e fundamental para proporcionar a interação do homem com o mundo. Nos ambientes escolares e acadêmicos os docentes são os sujeitos centrais no processo de intermediação do conhecimento científico, construído historicamente e que deve ser apropriado pelos alunos em situação de aprendizagem.

O desenvolvimento humano e a aprendizagem, conforme pressupostos da linha histórico-cultural, acontecem pela interação entre os sujeitos e, destes, com o mundo, a partir de fenômenos tipicamente humanos, como a mediação, que é proporcionada pelas relações com o outro, via instrumentos e signos, como a palavra. Nas situações de aprendizagem essa mediação acontece na direção da apropriação de conceitos de maneira intencional pelo intermediador, ou seja, pelo professor.

A apropriação de conceitos e a efetiva aprendizagem pelos educandos é o foco do trabalho docente, havendo dúvidas, entretanto, quanto à sua real efetivação. Essa situação é potencializada diante da complexidade do processo e da característica abstrata que possuem conceitos fundamentais como trabalho e energia, centrais neste estudo, em especial o de energia, como meios de interação e interlocução com o mundo do trabalho, atividade tipicamente humana.

Tais condições peculiares demandam atenção ao serem idealizadas pelo motivo, visando a uma construção clara e objetiva, que possa nortear os sujeitos nos ambientes de aprendizagem (LEONTIEV, 2004). Para que aconteça efetivamente a apropriação de conceitos, é necessário, segundo a Teoria da Atividade, que exista(m) motivo(s) e necessidade(s) para a possibilidade desta apropriação, situação esta que remete ao docente o protagonismo de agir conscientemente acerca do seu papel neste processo.

Um aspecto fundamental neste processo é reconhecer, por parte dos professores, os conceitos espontâneos que os discentes possuem pelas suas vivências (VIGOTSKI, 2007, 2008, 2012a), para, a partir destes, efetivamente apropriarem-se dos conceitos científicos possibilitando a real construção dos mesmos e de forma significativa.

As instituições de ensino, portanto, são organizadas intencional e estrategicamente para proporcionar que os sujeitos aprendam e se desenvolvam intelectualmente, sendo fundamental o entendimento desta realidade pelos docentes nestes espaços pedagógicos, realidade que demanda entendimento e lucidez quanto ao contexto, às circunstâncias e às condições de aprendizagem por parte dos alunos. Nesse sentido, reflexões e debates da linha histórico-cultural contribuem consistentemente para as atividades de ensino e de aprendizagem.

Sendo ações tipicamente humanas, na e pela educação, por conta das interações sociais e culturais, os sujeitos aprendem e se desenvolvem pelo uso de signos e instrumentos existentes na sociedade. Para Vigotski (2007, 2008, 2012a), é no contexto das relações sociais, possibilitadas pela mediação com os instrumentos culturais e sociais, que acontece o desenvolvimento humano, pois características especificamente humanas acontecem pelas relações com os pares, possibilitando o aprendizado de crianças, jovens e adultos nos ambientes de estudo.

A aprendizagem é um processo necessário que proporciona desenvolvimento das funções psicológicas desde uma atividade especificamente humana e cultural e socialmente concebida (VIGOTSKI, 2008); aprendizagem que é proporcionada pela participação dos sujeitos em ambientes que possibilitam o contato com a cultura e o conhecimento historicamente construídos.

Se nestes ambientes de aprendizagem, no entanto, as atividades de ensino acontecem em um contexto de reprodução, repetição e operações mecanizadas do conhecimento, a suposta construção do conhecimento será mecanizada diante da relação direta com os conceitos, isto é, sem estabelecer relações dialéticas dos mesmos com conceitos científicos e com conceitos não científicos (espontâneos) advindos da vivência dos sujeitos.

Uma análise das relações que os animais estabelecem com o mundo que os cerca, com objetos e ações do contexto da sua realidade, poderá parecer um exagero. Análoga às relações vinculadas diretamente com as necessidades, os animais objetivam suas ações na direção direta com o objeto, sendo a necessidade suprida pela atividade realizada ante a “coincidência entre o objeto e o motivo da atividade” (DUARTE, 2002, p. 285), contemplando um resultado objetivo previsivelmente estipulado e esperado.

O objetivo desta análise é considerar que a relação dos sujeitos em situação de aprendizagem, enquanto relação direta com o conhecimento, acontece na direção da necessidade de reprodução de um rol de conteúdos em momentos específicos do processo de ensino. A apresentação de respostas exatas em resolução de exercícios e da aplicabilidade direta de equações na atividade de estudo, resulta na reprodução simplificada do conhecimento perante a desconexão entre os conhecimentos científicos e cotidianos nesta concepção de ação didática.

Neste contexto, a apropriação de conceitos é comprometida diante da suposta assimilação dos mesmos pela ação de reprodução de termos, equações e resultados mecanicamente esperados.

Esta relação com o conhecimento, a partir dos conceitos científicos, advém para os sujeitos desde uma relação mediada, com símbolos, com abstrações e generalizações. Este tipo de relação que os seres humanos estabelecem com o conhecimento é possível pela palavra e pelos significados que a mesma “carrega” no sentido de uma “carga” de possibilidades na presença de uma gama de generalizações e significados, conforme o contexto e a classificação que a mesma representa.

Nesta produção, as palavras energia e trabalho possuem uma amplitude, dada a vasta rede conceitual que as mesmas podem representar. O professor, de forma consciente, deve considerar estes conceitos, apresentando possibilidades diante dessa amplitude característica. Os alunos, involuntariamente, apresentam entendimentos e generalizações distintas, condição que reforça a importância da apropriação de conhecimentos científicos baseados em conhecimentos cotidianos. É de suma importância, por conseguinte, estabelecer uma estrutura de relações de conceitos pertinentes ao processo em questão, quer dizer, proporcionar referências com outros conceitos para situar e orientar didaticamente as ações de ensino na direção do(s) conceito(s) principal(is).

Desta maneira, conforme Vigotski (2008), a palavra possibilita que o sujeito se relacione com o conhecimento histórico e culturalmente construído a vista da generalização que a mesma representa. Este signo – a palavra –, portanto, faculta que possamos estabelecer um relacionamento com o mundo, permitindo, também, o desenvolvimento humano a partir da aprendizagem nas situações de estudo. Logo, é nas instituições de ensino escolares e acadêmicas que a aprendizagem acontece, quando há organização intencional e intermediação por parte do professor.

Nessa possibilidade de relação que o sujeito estabelece com o mundo, pelas palavras, com a linguagem e ao usar os signos socialmente compartilhados, há a relação deste com o mundo sem que o mundo esteja diante dele, ou seja, o conceito de um fenômeno físico, por exemplo, pode ser apropriado mesmo que este fenômeno não esteja fisicamente materializado ante seus olhos e, sim, fundado na relação mental que estabelece com o mesmo pelo conceito efetivamente assimilado e construído.

Esta relação do indivíduo com o conhecimento e com o mundo acontece perante algumas circunstâncias. O interesse para este acontecimento é possível mediante um motivo. Conforme Duarte (2002), as atividades animal e humana sempre acontecem por motivo(s), a partir de ações, no caso das humanas, caracteristicamente pela mediação.

Segundo a teoria histórico-cultural, o movimento do humano acontece na direção de algo na prerrogativa de uma relação mediada pelo outro, significando a atividade por motivos e objetivos e a ação levando em conta seu sentido (DUARTE, 2002).

Em face desta argumentação teórica, novamente o professor é visto como centro do processo na efetiva apropriação do conhecimento, possibilitando que os indivíduos se relacionem com o mundo baseado na aprendizagem e no desenvolvimento.

As relações e as construções coletivas de entendimento e compreensão do conhecimento socialmente compartilhado permitem que o homem se relacione com o mundo no qual vive.

Estas são igualmente possibilitadas pela Teoria da Atividade, dada sua multidisciplinariedade, e pelo contexto da coletividade, na direção do objetivo mediada por signos.

Finalizando, é fundamental destacar a importância e a significância da teoria histórico-cultural para a efetiva aprendizagem dos sujeitos para além do simples atendimento de necessidades diretas, em uma operação mecânica, sem motivos prudentes e, logo, sem a devida significação para estabelecer uma relação autônoma e consciente com o mundo; teoria esta que entendemos deva fazer parte relevante da formação dos docentes, para proporcionar o desenvolvimento humano não alienado e não desprovido de sentidos e motivos na formação escolar, acadêmica, profissional e, sobretudo, humana.

4. Referências

- BRONOWSKI, J. **Arte e conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.
- DUARTE, N.; EIDT, Nádia M. Contribuições da teoria da atividade para o debate da natureza da atividade do ensino escolar. **Psicologia da Educação**, São Paulo, 24, p. 51-72, 1º sem. 2007.
- DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 279-301, jul./dez. 2002.
- GAUTHIER, C.; TARDIF, M. **A pedagogia: teorias e práticas da Antiguidade aos nossos dias**. 3. ed. Tradução L. Magalhães. Atualização da 3. ed. canadense G. J. de Teixeira. Petrópolis: Vozes, 2010.
- LA TAILLE, Y. de; OLIVEIRA, M. K. de; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
- LEONTIEV, Alexis. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.
- LEONTIEV, A. N. Las necesidades y los motivos de la actividad. *In*: SMIRNOV, A. A.; RUBINSTEIN, S. L.; LEONTIEV, A. N.; TIEPLOV, B. M. (org.). **Psicología**. México: Grijalbo, 1960. p. 341-354.
- REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Editora Vozes, 1995.
- REHEM, Cleonice Matos. **Perfil e formação do professor de educação profissional técnica**. São Paulo: Editora Senac, 2009.
- SFORNI, M. S. de F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da Teoria da Atividade**. Araraquara: JM Editora, 2004.
- SMOLKA, A. L. B. Sobre significação e sentido: uma contribuição à proposta de rede de significações. *In*: ROSSETTI-FERREIRA, M. C.; AMORIM, K. S.; SILVA, A. P. S.; CARVALHO, A. M. A. Carvalho (org.). **Rede de significações e o estudo do desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004. p. 35-49. Vol. 1.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo. Revisão teórica José Cipolla Nelo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas** – Tomo IV. Paidología del adolescente. Problemas de la Psicología Infantil. Madrid: Machado, 2012a.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas** – Tomo II. Pensamiento y Lenguaje. Conferencias sobre Psicología. Madrid: Machado, 2012b.

VYGOTSKI, L. S. Sobre los sistemas psicológicos. *In*: **Obras Escogidas** – Tomo I. Madrid: Machado, 2012c. p. 72-79.