

Tensões nos Discursos dos Estudantes Durante os Experimentos de Física

Tensions in Students' Discourses During Physics Experiments

Luís da Silva Campos

Universidade Cruzeiro do Sul e Instituto Mauá de Tecnologia
proflula@ig.com.br

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo

Universidade Cruzeiro do Sul
mstaraujo@uol.com.br

Resumo

Desenvolvemos nossa pesquisa com o objetivo de caracterizar as tensões presentes nos discursos dos alunos, quando eles utilizam os conceitos presentes na Física, no Cálculo, na Geometria Analítica e na Química, com o intuito de resolver problemas experimentais presentes no laboratório didático de Física. Para identificar e interpretar esse fenômeno, analisamos as transcrições dos áudios gravados durante a terceira atividade experimental. Verificamos que a descontinuidade entre os discursos também ocorre internamente à disciplina de Física, mostrando as contradições, ruptura, dilemas, conflitos e incertezas quando os dados provenientes das atividades experimentais são confrontados com os conceitos presentes nas aulas teóricas.

Palavras chave: tensão nos discursos, atividades experimentais, ensino de Física, laboratório didático, isolamentos dos discursos

Abstract

We developed our research with the objective of characterizing the tensions present in students' discourses, when they use the concepts present in Physics, Calculus, Analytical Geometry, and Chemistry, in order to solve experimental problems present in the didactic physics laboratory. To identify and interpret this phenomenon, we analyzed the transcriptions of the audios recorded during the third experimental activity. We found that the discontinuity between discourses also occurs internally in the discipline of physics, showing the contradictions, rupture, dilemmas conflicts and uncertainties when the data from the experimental activities are confronted with the concepts present in the theoretical classes.

Key words: tension in discourses, experimental activities, physics teaching, didactic laboratory, isolation of discourses

Introdução

A pesquisa aqui relatada foi desenvolvida com alunos do primeiro semestre dos cursos de Engenharia em uma universidade particular da grande São Paulo. A maioria dos alunos terminou o Ensino Médio no ano anterior e não apresentava nenhuma experiência na realização de atividades experimentais de Física. Por esse motivo, decidimos utilizar atividades didáticas elaboradas com roteiros estruturados (MOREIRA; LEVANDOWSKI, 1983), visto que cumprem um importante papel no desenvolvimento de habilidades relacionadas com o manuseio de equipamentos, com a associação das atividades experimentais com conceitos apresentados na sala de aula, com a discussão dos erros de medidas produzidos por equipamentos e com as transformações das unidades de medidas e de suas respectivas incertezas (RIBEIRO, FREITAS, MIRANDA, 1997).

Durante as atividades experimentais realizadas pelos aprendizes, percebemos que há diversas discontinuidades entre os discursos das disciplinas teóricas, ou seja, Física I, Cálculo I, Geometria Analítica, Química I e os discursos das atividades experimentais realizadas nos laboratórios de Química I e de Física I. Estas discontinuidades representam um distanciamento entre os discursos presentes em cada disciplina singular (BERNSTEIN, 2003) e, por esse motivo, surgiram dilemas, contradições, rupturas, conflitos e incertezas quando os alunos coletam e analisam dados oriundos dos experimentos.

Por outro lado, entendemos que durante as atividades pedagógicas estão presentes dois diferentes discursos na sala de aula e no laboratório didático. O discurso horizontal representa uma forma de conhecimento cuja característica principal é ser organizado de forma segmentada e diferenciado, sendo usualmente associado como conhecimento do dia-a-dia ou do senso comum. Tende a ser um discurso oral, dependente do local e específico do contexto, implícito, apresentando ainda diversas estratificações. Por outro lado, temos o discurso vertical, que se refere ao conhecimento escolar ou oficial (BERNSTEIN, 1999, 2000). O discurso vertical pode assumir a forma de uma estrutura coerente, explícito, hierarquicamente organizado, ou na forma de uma série de linguagens especializadas, apresentando modos especiais de questionamento e critérios especializados para a produção e circulação de textos (MORAIS; NEVES, 2007).

Utilizaremos o conceito de Tensão nos Discursos para designar as situações em que os dilemas, as contradições, as rupturas, os conflitos e as incertezas se manifestam devido à discontinuidade dos discursos presentes nas diversas disciplinas constituintes do currículo do primeiro semestre da universidade em que a pesquisa foi realizada (OLIVEIRA, 2010). As diferentes tensões nos discursos podem ter várias características, se manifestarem em diversos momentos em que as atividades experimentais são realizadas, ou posteriormente quando os dados são analisados. Neste trabalho, analisaremos as situações em que as tensões se manifestam na representação das incertezas das medidas, nas transformações das unidades das medidas e de suas incertezas, bem como na utilização dos conceitos da Física e dos modelos matemáticos. Tendo em vista as características das atividades experimentais realizadas pelos estudantes, assim como os fenômenos presentes durante as mesmas, elaboramos a seguinte questão de pesquisa para direcionar a nossa análise.

Quais as características das Tensões nos Discursos que os alunos manifestaram, durante a realização das atividades experimentais, em um laboratório didático de Física?

Fundamentos da pesquisa

Para elaborar o conceito Tensão nos Discursos, Oliveira (2010) se baseou em alguns elementos da teoria dos códigos de Bernstein (1990, 2000), entre eles podemos citar a recontextualização pedagógica, referente ao processo em que um discurso pedagógico é selecionado e movido de um contexto primário da produção do conhecimento para um contexto secundário da reprodução do discurso. Por exemplo, um discurso presente no contexto primário da produção de um conhecimento da Física, quando selecionado e deslocado para um contexto secundário de reprodução, sofre uma complexa transformação, modificando-se de um discurso original para um discurso virtual ou imaginário (BERNSTEIN, 1990).

Neste percurso ocorre um fenômeno que faz com que o discurso original seja abstraído da sua base social, posição e relação de poder. Neste sentido, as disciplinas escolares como Física, Matemática, Química, etc., contemplam discursos especializados que foram recontextualizados, pois foram deslocados do seu contexto original para o contexto secundário da prática pedagógica (OLIVEIRA, 2010). Assim, os discursos presentes nos livros didáticos e em outros materiais pedagógicos, empregados no Ensino de Física e na prática dos professores, foram movidos do contexto da produção do conhecimento dessa Ciência para o contexto da sua reprodução, através do princípio da recontextualização pedagógica.

A seleção dos conteúdos, sua sequência e o ritmo com que são trabalhados nas instituições de ensino não são derivados de alguma lógica interna da Física, nem das pesquisas daqueles que trabalham no contexto primário da produção. O processo de ensino-aprendizagem da Física é um fato social, com sua lógica própria e seus objetivos específicos. Assim, as regras de recontextualização, além de regular a sequência dos conteúdos, o compassamento, o ritmo de transmissão das informações e as relações com outros conteúdos pedagógicos, também regula a teoria associada com o ensino e a aprendizagem, da qual as regras de transmissão das informações são derivadas (BERNSTEIN, 1990).

As dúvidas, dilemas, angústias e conflitos apresentados pelos alunos podem se manifestar em virtude do isolamento entre os discursos que estão presentes na resolução de um problema experimental de Física, trazendo à tona as contradições presentes nos vários discursos especializados. Assim, este isolamento presente nas disciplinas singulares pode produzir as tensões nos discursos dos alunos, que são manifestadas quando eles utilizam conceitos das diferentes disciplinas para resolver problemas experimentais com finalidades pedagógicas.

Metodologia da pesquisa

Essa investigação se caracteriza como pesquisa qualitativa, segundo a qual a realidade é socialmente construída (MOREIRA, 2011). Preocupamo-nos com a compreensão dos fenômenos sociais que ocorrem em ambientes acadêmicos, com a finalidade de aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem em Física. Nosso olhar foi direcionado para os fenômenos que ocorrem nos discursos dos alunos, durante a realização das atividades experimentais, levando em conta a perspectiva destes estudantes, através da participação e intervenção direta dos professores.

Obtivemos os dados a partir do ambiente natural, ou seja, do laboratório didático onde as atividades foram realizadas. O instrumento principal da investigação foi constituído pelo gravador de áudio utilizado durante a realização da atividade prática. Esta pesquisa envolveu 15 alunos, pertencentes a 5 grupos de 5 turmas diferentes que cursavam o Laboratório

didático de Física I. Analisamos os dados do mesmo experimento que cada grupo realizou, sendo que nestes grupos os alunos pretendiam cursar diferentes modalidades de Engenharia.

Esta pesquisa é descritiva, pois estamos mais interessados nos processos do que nos resultados ou produtos. Nesta abordagem, consideramos o significado do que acontece nas interações entre professores e alunos, conferindo a elas uma importância vital. Essas características reforçam a premissa de que a nossa investigação é de caráter qualitativo, conforme mostram Bogdan e Biklen (1994). Neste sentido, os fenômenos, os alunos e o professor envolvidos na investigação não estão separados, de modo que durante a realização das atividades educacionais todos estão envolvidos e interessados em compreender alguns fenômenos que se manifestam nos processos de ensino e de aprendizagem.

Realizamos a análise dos dados, tendo como inspiração a linguagem de descrição elaborada por Bernstein (2000). Esta linguagem permite uma relação dialética reflexiva entre os conceitos presentes em uma teoria, linguagem interna, e os dados empíricos que se pretende analisar (MORAIS; NEVES, 2007). Bernstein (2000) caracteriza a linguagem de descrição como um esquema de tradução, pelo qual uma linguagem é transformada em outra, sendo caracterizada como linguagem de descrição interna aquela que diz respeito à teoria com seus conceitos e modelos, enquanto a linguagem de descrição externa está associada aos princípios e modelos derivados da linguagem de descrição interna, utilizada para entender, analisar e descrever os fenômenos estudados.

A importância da linguagem de descrição está na relação dialética da linguagem interna de descrição, que orienta os atos de reconhecimento, classifica as relações entre conceitos e forma a lógica de textos especializados, com o modo específico em que um fenômeno é descrito, através de um modelo teórico que guia um segundo conjunto de conceitos, chamado de linguagem externa de descrição (SHALEM, 2004). A combinação destes conceitos pode permitir que a linguagem interna de descrição direcione a linguagem externa de descrição e essa, por sua vez, direcione a estrutura prática de investigação, a análise e a interpretação dos resultados. Por outro lado, os resultados obtidos através dos dados empíricos podem conduzir a mudanças na linguagem externa de descrição, de modo a aumentar o seu grau de precisão, proporcionando refinamentos no modelo teórico (MORAIS; NEVES, 2007). Assim, podemos entender que a categoria teórica tensão nos discursos, criada por Oliveira (2010), pode ser caracterizada como uma linguagem de descrição externa, construída e elaborada a partir de elementos presentes na teoria dos códigos de Bernstein (1990, 2000) que representa a linguagem de descrição interna.

Análise dos dados

Apresentamos os dados da terceira experiência na qual os alunos trabalharam com as componentes das forças e utilizaram condições de equilíbrio de rotação e de translação para garantir que uma haste metálica permanecesse em repouso na horizontal. Nesta atividade, os alunos dispunham de uma haste metálica, conectada a um suporte vertical por um pino livre. As forças que atuavam nesta haste eram o seu peso, uma força exercida por uma carga cujo valor deveria ser escolhido pelos alunos, uma força exercida por uma mola deformada, que conectava a haste ao suporte vertical e, ainda, a força de reação que o pino exercia sobre a haste. Os alunos deveriam variar a posição da carga até que a haste ficasse em equilíbrio na horizontal, o que era verificada através de uma bolha de nível. Apresentamos na figura seguinte um diagrama de corpo livre (DCL) para a haste e para a carga.

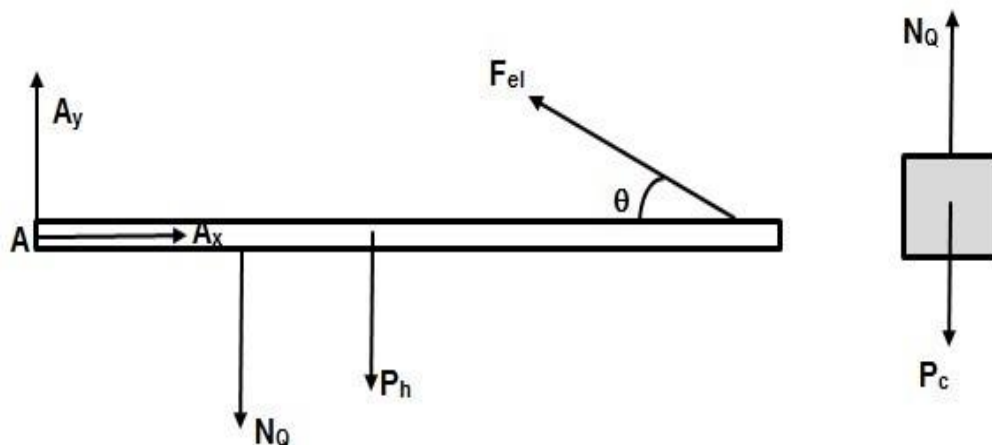


Figura 01. DCL da haste e da carga. Fonte: produzida pelos autores do trabalho.

Analisando as transcrições do grupo G_1 , percebemos que as tensões que surgiram nos discursos dos estudantes foram relativas às identificações e representações de unidades das medidas e das incertezas. A transcrição a seguir mostra a interação dos alunos deste grupo.

- ___ Oi A_2 , ó deu erro. Vê se os erros estão certos, das casas decimais. (A_1G_1)
- ___ Espera parar o vento, vai chegar e não ficar andando dentro da sala, vai chegar uma hora, fica quietinho, não respirar nem nada [risos]. (professor)
- ___ Não respirar rsrsrs, é três números? É isso A_1 ? (A_2G_1)
- ___ Oi? (A_1G_1)
- ___ São três casas depois da vírgula? (A_2G_1)
- ___ São. (A_1G_1)
- ___ Ó falta o peso da haste, a massa da haste é? Qual o peso da haste gente? (A_2G_1)
- ___ 23,418. (A_3G_1)
- ___ Quanto? (A_2G_1)
- ___ 23,418. (A_3G_1)
- ___ Quanto é só a coisinha [a massa do suporte]? (A_1G_1)
- ___ 82,340? (A_3G_1)
- ___ Quanto? (A_2G_1)
- ___ 82,34. (A_3G_1)
- ___ 82,340? (A_2G_1)
- ___ Isso não. 0,034 quase que eu falo 34. (A_3G_1)
- ___ Essa que você falou é 50,040, ou 40,040? (A_2G_1)
- ___ Vírgula 5 o que? 51 ou 52? Tem que colocar um número. (A_1G_1)
- ___ Não. É ,51. Tem um número duvidoso? (A_3G_1)
- ___ Tem sim. (A_1G_1)
- ___ 51 é mais difícil. Aí, só mais um pouquinho. Não, não, não, ao contrário A_1 , não, ai foi muito. (A_2G_1)
- ___ Segura aqui 49,52 né. Qual que é isso? Licença aí A_2 . (A_3G_1)

Os alunos do Grupo G_2 mostraram dúvidas, incertezas e dilemas na maneira correta de representar as medidas obtidas pelos instrumentos, bem como o número de casas decimais e suas incertezas, além da maneira correta de transformar as unidades de medidas e de suas incertezas para representar corretamente esses dados, sinalizando para a ocorrência de tensões nos discursos como mostrado nos trabalhos de Oliveira (2010). Um dos alunos do grupo G_2 faltou no dia da realização dessa atividade e os outros fizeram esse experimento, de forma que só tivemos dois estudantes no áudio gravado. Esses alunos mostraram grande interação na execução das atividades desse experimento. Eles discutiram para chegarem à melhor maneira de coletar os dados, além de cada aluno participar ativamente de cada etapa do trabalho.

- ___ Ô coisa... a balança aqui. (A_2G_2)
- ___ 0,001 acho que tá errado... tá errado A_2 . Espera ai pra aquilo é x 10 a menos... então tem que ter três dígitos lembra? (A_1G_2)

- ___ Menos três né? (A₂G₂)
- ___ Isso. É de grama. (A₁G₂)
- ___ Tem esse negócio aí. (A₂G₂)
- ___ Aaaa deve ser isso aqui, o suporte. É então não sei se tem que separar. Cadê ele? (A₁G₂)
- ___ A do suporte é isso. (A₂G₂)
- ___ Isso. (A₂G₂)
- ___ Divido por 10 a -2. Tá agora a posição da carga. (A₁G₂)
- ___ A gente já mediu esse né? (A₂G₂)
- ___ Só precisa depois ver... uuuu, aaaa.. é 0,001. (A₁G₂)
- ___ Então precisa de mais um 0. (A₂G₂)
- ___ Devia ter mudado. (A₁G₂)
- ___ Meus Deus! Na massa é mais ou menos? (A₂G₂)
- ___ Vai ter que colocar mais um zero aí. (A₁G₂)
- ___ Depois a da balança é 0,001, ou seja, dez a -3, aqui na massa. (A₂G₂)
- ___ Da carga é 0,001. (A₁G₂)
- ___ Mas é 0,0001? (A₂G₂)
- ___ Não. É 0,001. (A₁G₂)
- ___ Peso da carga Q. (A₂G₂)
- ___ Tem que fazer x 0,001 na massa, como que olha na balança? (A₁G₂)
- ___ De novo tá como 0,005? (A₂G₂)
- ___ #@\$%&¹ A₂! E agora é isso? (A₁G₂)
- ___ Tem um de... (A₂G₂)
- ___ 0,001 (A₁G₂)
- ___ Então muda tudo. (A₂G₂)
- ___ Aí que não era a canetinha. (A₁G₂)
- ___ Que canetinha? Tá a lápis. Esse também é 0,001, aqui tem que ter o 3 né? (A₂G₂)
- ___ É. (A₁G₂)
- ___ Mais ou menos e igual. (A₂G₂)
- ___ O comprimento é o outro, não é 0,01. (A₁G₂)
- ___ É 0,05, é 0,05. (A₂G₂)
- ___ É sim. (A₁G₂)
- ___ Peso da haste e esse o número de casas decimais, mano “tô” perdida, como que a gente fez nesse? (A₂G₂)
- ___ É A.S.? (A₁G₂)
- ___ É o... Tá vendo, por causa de sinal. Foi o que a gente fez. (A₂G₂)

Quando analisamos o áudio gravado com os alunos do grupo G₅, verificamos que um estudante associou a incerteza da medida com o erro produzido pela calculadora. Porém, seu colega mencionou que a calculadora não era o instrumento que produzia a incerteza. O estranho foi que o valor da incerteza mencionada não correspondia a nenhum instrumento utilizado nesse experimento. De imediato eles perceberam a necessidade de transformar o valor da massa de grama para quilograma, como nos mostra a transcrição do áudio a seguir.

- ___ Massa do suporte vai usar 150 mesmo ou vai lá pesar, massa da haste, deixa eu ver, peso da haste e a massa dos massores, a não o A₂, deixa ele medir lá por que tem que medir esse aqui também. (A₁G₅)
- ___ A calculadora o percentual [incerteza] é 0,005 né. (A₃G₅)
- ___ Não sei. (A₁G₅)
- ___ Não sei, tem erro na calculadora. (A₂G₅)
- ___ Então vai ficar assim, ou o diagrama da haste tem que levar em consideração. (A₃G₅)
- ___ É isso, tem que desconsiderar a mola e o peso. (A₂G₅)
- ___ “Mano”, é medido em quilos não é, tem que passar de gramas pra quilos. (A₃G₅)
- ___ Por isso que deu tão alto. (A₁G₅)

¹ Utilizamos os símbolos #@\$%& no lugar de transcrever a palavra de baixo calão pronunciada pela aluna.

Os alunos do grupo G_1 apresentaram dúvidas acerca de qual princípio físico deveriam usar para determinar a força elástica exercida pela mola, visto que não conheciam as componentes x e y da força de reação do pino móvel. Esses estudantes pediram ajuda ao professor para saber como proceder para determinar essas forças e o professor entrevistou fornecendo auxílio para que fizessem os cálculos corretamente, como mostramos na transcrição a seguir.

- ___ Não, não vai dar não. (A_2G_1)
- ___ Porque quando você faz o torque não é só? (A_1G_1)
- ___ Tem que saber uuuuu aqui ó tem outras opções, se lembra que tem aquela que tem que fazer isso daqui ó. (A_3G_1)
- ___ O braço vezes a força, só que a força é no negócio, é isso. (A_2G_1)
- ___ É, vocês querem perguntar pro professor? (A_1G_1)
- ___ Torque igual a L vezes F , o F no torque de F_1 é esse vezes esse. (A_2G_1)
- ___ Professor, mas por que? Professorr. Torque é como? (A_1G_1)
- ___ Oi. (professor)
- ___ Aqui pra calcular a força do A_x , A_y . (A_1G_1)
- ___ Você já achou a força elástica? (professor)
- ___ Não, então, mas não tem o A_y e o A_x . (A_1G_1)
- ___ Vocês não conhecem três coisas A_y , A_x e F_{el} , certo? (professor)
- ___ Certo. (A_1G_1)
- ___ E como é que vocês fazem, quando vocês não conhecem três coisas, três variáveis e sendo que vocês têm só duas equações? (professor)
- ___ Sei lá. (A_1G_1)
- ___ Então vou te perguntar de outra forma, como você calcula o torque? Se calcula o torque em relação a um ponto não é? (professor)
- ___ Sim (A_1G_1).
- ___ Se você colocou o polo no pino, quanto que é o torque de A_x e de A_y ? (professor)
- ___ É zero. (A_3G_1)
- ___ Por que zero? Porque não se mexe? (A_1G_1)
- ___ Não. Você colocou o polo no pino, o A_x e o A_y não “tá” desenhado, qual a distância do pino ao próprio pino? (professor)
- ___ Zero. (A_3G_1)
- ___ Para ter torque você precisa de força e tem que ter distância do ponto de aplicação da força até o polo. (professor)
- ___ Esse eu vou colocar aqui. (A_1G_1)
- ___ Se você colocar o polo aqui, não tem distância do ponto de aplicação da força até o polo. (professor)
- ___ Pode colocar no meio. (A_1G_1)
- ___ Então o torque aqui dá zero “pra” A_x e “pra” A_y sobra o que não dá zero, torque de quem que não dá zero? Da força elástica, o torque do peso da barra e o torque da normal da carga. A única variável que você precisa saber é a força elástica. Se você coloca o polo aqui no ponto A. (professor)
- ___ Aaaaa, agora eu entendi. (A_1G_1)

Analisando o áudio dos alunos do grupo G_2 , percebemos que apresentaram dúvidas, dilemas, angústias e incertezas que caracterizam a tensão nos discursos, na perspectiva de Oliveira (2010), no entendimento e utilização dos conceitos matemáticos e no significado dos parâmetros físicos envolvidos nas medidas. Essas tensões deixaram os estudantes perdidos no começo da atividade e eles só conseguiram dar início após ajuda do professor, como mostra a transcrição abaixo.

- ___ Vou sentar e chorar, uma hora da zero outra hora dá 14, e agora eu crente que era 5. 5 “tava” bom. (A_1G_2)
- ___ Vamos fazer de novo, tá igual a sua com a minha. (A_2G_2)
- ___ Tá. Quanto que deu o seu, o nosso deu 14 também. Você pesou, agora tá certo professor deu 14. (A_1G_2)
- ___ O que? (professor)
- ___ 14, deu assim ó. (A_1G_2)

- ___ Seno de 28 vezes 24,10 vezes 10^{-2} o que que é, 24,10 vezes 10^{-2} . (professor)
- ___ Não, aqui é o cateto oposto aqui ó. (A₁G₂)
- ___ Não ó, o braço para o F_y e essa distância aqui ó. Para a componente da força em y você pega a distância em x. (professor)
- ___ É verdade, ao contrário, aí A_2 não aguento mais errar “to” triste “to” me sentindo uma pata, eu juro, uma pata. (A₁G₂)
- ___ A gente se confundiu, a gente “tava” pensando certo, mas invertido, vamos tentar de novo. (A₂G₂)

Percebemos que os alunos não seguiram a orientação do professor, no sentido de utilizar a segunda condição de equilíbrio para determinar a força elástica exercida pela mola. Apesar da orientação dada pelo professor, os outros aprendizes utilizaram a primeira condição de equilíbrio e desconsideraram a força vertical exercida pelo pino livre sobre a haste, na determinação da força elástica da mola.

- ___ Como você vai descobrir a força elástica em x disso daqui velho. (A₃G₅)
- ___ Pergunta “pro” professor. (A₁G₅)
- ___ Você vai ter que usar torque. Vai ter que calcular o torque. Você só trabalha com torque se você colocar o polo em algum lugar, o torque é em relação ao polo. Se você colocar o polo onde tá o A_x e A_y acontece o que com os torques dessas forças? O que sobra pra você calcular? Quando fizer a somatória dos torques e igualar à zero, vocês descobrem a força elástica. (Professor)
- ___ Presta atenção. Se a gente tem tipo essa força x, o cosseno desse ângulo, a gente acha ela. (A₂G₅)
- ___ A partir do vetor força elástica determine a constante elástica da mola, não é “pra” fazer por essa força. (A₁G₅)
- ___ Então, presta atenção se a gente fizer essa força x, o seno desse ângulo é igual à F_y dela não é? (A₂G₅)
- ___ Como? (A₁G₅)
- ___ Essa força aqui x, o seno desse ângulo é igual F_y dela, então a gente tem F_y e o seno desse ângulo, então aí a gente vai fazer só essa força. “Ó”, a força vezes o seno de teta é igual à F_y . A gente tem seno de teta e F_y , então a força que a gente quer achar é F_y vezes seno de teta. (A₂G₅)
- ___ Pode “pá” “mano”, não vai ser isso, vai dar tipo muitos newtons. (A₁G₅)
- ___ Também acho. Mas pra ficar em equilíbrio tem que ser.... Mas a força elástica y aqui deu. (A₂G₅)

Como nenhum aluno desse grupo mencionou o conceito de torque, nem perguntou ao professor como deveriam determiná-lo, podemos entender que o conceito de momento ou torque de uma força não fazia parte de seus conhecimentos. Por outro lado, podemos perceber que eles eliminaram as componentes da força de articulação do pino ao calcular a força elástica, indicando confusão conceitual entre o significado de uma força e do torque por ela produzido. Entendemos que as tensões nos discursos relativas à utilização dos conceitos Físicos na resolução de problemas experimentais estão associadas ao isolamento do discurso interno à Física, representado pelos discursos teórico e experimental.

Conclusões

Analisando os dados, percebemos que os estudantes apresentaram Tensões nos Discursos relativas às identificações e representações das incertezas das medidas, assim como à utilização dos conceitos Físicos e dos Modelos Matemáticos para resolver problemas experimentais no laboratório didático de Física. Essas tensões tiveram como causa o isolamento dos discursos presente nas disciplinas singulares (BERNSTEIN, 2003). Na situação investigada se referiam fundamentalmente à necessidade de utilização de conceitos físicos, como força e torque e suas componentes cartesianas, em associação com o

formalismo matemático, particularmente na manipulação algébrica e realização dos cálculos, envolvendo expressões matemáticas e conceitos de trigonometria.

Apesar das interações entre os alunos e destes com os professores possibilitarem o esclarecimento de dúvidas e a superação de alguns entraves na resolução do problema experimental proposto, não foram suficientes para evitar que as Tensões nos Discursos se manifestassem no laboratório didático de Física. Assim, é importante que a atividade docente no ambiente experimental seja planejada adequadamente, tendo em vista que as situações apresentadas e a atuação do professor permitam minimizar as tensões nos discursos dos estudantes. Entendemos que as atividades experimentais devam ser propostas com o objetivo de permitir uma forte interação entre os alunos e entre estes e o professor com o intuito de superar as tensões nos discursos apresentadas pelos aprendizes, potencializando o processo de aprendizagem de Física, utilizando os experimentos como recursos didáticos e pedagógicos.

O isolamento dos discursos horizontal e vertical propostos por Bernstein (2000) foi identificado quando os alunos apresentavam dúvidas, dilemas, angústias e conflitos ao representar as incertezas das medidas, identificar a quantidade de algarismos significativos na medida e escrever corretamente o algarismo duvidoso avaliado utilizando um instrumento analógico. A minimização do isolamento nos discursos horizontal e vertical poderá ser conseguida na medida em que as atividades experimentais forem realizadas frequentemente ao longo da vida escolar dos alunos, tendo como um dos objetivos a coleta de dados através de diferentes instrumentos de medidas.

O isolamento interno à Física referente ao discurso teórico versus discurso experimental pode ser caracterizado na medida em que mesmo tendo acompanhado as abordagens conceituais na disciplina teórica de Física, ministrada em paralelo ao laboratório, os alunos não foram capazes de empregar os conceitos estudados ao vivenciarem a atividade experimental, apresentando as incertezas, os dilemas, as dúvidas e angústias características da Tensão nos Discursos na representação dos dados experimentais. Assim, sugerimos que as atividades experimentais sejam realizadas com frequência suficiente para que o discurso vertical seja assimilado pelos estudantes, tornando-se cotidiano como é o discurso horizontal.

Por fim, as tensões nos discursos identificadas e caracterizadas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa surgiram quando os alunos realizavam as atividades didáticas de Física, utilizando roteiros fechados e estruturados (MOREIRA; LEVANDOWSKI, 1983; RIBEIRO, FREITAS; MIRANDA, 1997). Entendemos que se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas que abordam a realização de experimentos envolvendo roteiros semiestruturados e não estruturados, especialmente as que mostram as transições entre os três tipos de roteiro (CAMPOS, 2010; CAMPOS; ARAÚJO, 2015), com o intuito de identificar e caracterizar outros tipos de Tensões nos Discursos dos discentes enquanto realizam as atividades experimentais.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos a CAPES pelo financiamento desta pesquisa, através da bolsa taxa concedida no início da realização das atividades e aos avaliadores deste trabalho pelas importantes contribuições, que permitiram o seu aprimoramento.

Referências

BERNSTEIN, B. **Class, Codes and Control, vol. IV: The Structuring of Pedagogic Discourse**. London: Routledge, 1990. 235 p.

_____. Vertical and Horizontal Discourse: an essay. **British Journal of Sociology Education**, v. 20, n. 2, 1999.

_____. **Pedagogy, Symbolic Control and Identity: Theory, Research, Critique**. Lanham: Rowman & Littlefield, 2000. 230 p.

_____. A Pedagogização do Conhecimento: estudos sobre recontextualização. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 120, p. 75 – 110, novembro, 2003.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto: Porto Editora, 1ª edição, 1994.

CAMPOS, L. S. **Articulação entre Modelagem Matemática e Experimentação: uma Proposta para a Construção de Conhecimentos em Física**. São Paulo: UNICSUL, 2010. 299 p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

_____; ARAÚJO, M. S. T. Articulação do ensino de física com o ensino de matemática através da modelagem matemática e das atividades experimentais. **Revista Metáfora Educacional**, Feira de Santana – Bahia (Brasil), n. 19, p. 21–52, dezembro, 2015.

MORAES, A. M.; NEVES, I. P. A TEORIA DE BASIL BERNSTEIN: alguns aspectos fundamentais. **Práxis Educativa**, v. 2, n. 2, p. 115–130, jul.–dez., 2007.

MOREIRA, M. A. **Metodologia de Pesquisa em Educação**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 242 p.

_____; LEVANDOWSKI, C. A. **Diferentes Abordagens ao Ensino de Laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983. 117 p.

OLIVEIRA, A. M. P. **Modelagem Matemática e as Tensões nos Discursos dos Professores**. 2010. 187 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E. A Problemática do Ensino de Laboratório de Física na UEFS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 19, n. 4, p. 444 – 447, dezembro, 1997.

SHALEM, Y. Sign, frame and significance: studying student teachers' Reading of the particular. **Journal of Education**, n. 32, p. 49–80, 2004.