



## Tensões Representacionais e Conceituais nos Discursos dos Alunos Durante as Entrevistas Realizadas Após as Atividades Experimentais de Física

Representational and Conceptual Tensions in Students' Discourses During Interviews Conducted after Experimental Physics Activities

LUÍS DA SILVA CAMPOS<sup>1</sup>, MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE ARAÚJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade Paulista de Ciências da Saúde (FPCS), São Paulo, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brasil

---

### KEY WORDS

*Tensions in discourses  
Representational tensions  
Conceptual tensions  
Physics laboratory  
Physics teaching  
Experimental activities  
Isolations of discourses*

---

### ABSTRACT

*In this paper we analyze the Representational and Conceptual Tensions in the student's discourses when they performed experimental activities of Physics. To data collection, we used the interviews conducted with the students, after the end of the last experiment. The learners expressed the Tensions in moments of representing measures and uncertainties, transforming units of measures and uncertainties, recording the number of decimals and significant figures of the measures and the uncertainties and using the theoretical models of Physics and Mathematics to solve experimental problems, evidencing an isolation between the discourses of the specialized disciplines and between the internal discourse of the Physics.*

---

### PALAVRAS-CHAVE

*Tensões nos discursos  
Tensões representacionais  
Tensões conceituais  
Laboratório de física  
Ensino de física  
Atividades experimentais  
Isolamentos dos discursos*

---

### RESUMO

*Neste artigo analisamos as Tensões Representacionais e Conceituais nos discursos dos alunos quando realizavam atividades experimentais de Física. Para a coleta de dados, utilizamos entrevistas realizadas com os estudantes, após o término do último experimento. Os aprendizes manifestaram as Tensões nos momentos de representar medidas e incertezas, transformar unidades de medidas e das incertezas, registrar o número de casas decimais e de algarismos significativos das medidas e das incertezas e ao utilizar os modelos teóricos da Física e da Matemática para resolver problemas experimentais, evidenciando um isolamento entre os discursos das disciplinas especializadas e entre o discurso interno à própria Física.*

Recebido: 04/03/2019

Aceite: 08/07/2019

## 1. Introdução

O conceito de Tensão nos Discursos foi elaborado e apresentado por Oliveira (2010) e Oliveira e Barbosa (2011) para identificar a descontinuidade entre os discursos presentes na prática pedagógica dos professores de Matemática. Essa descontinuidade surgiu quando o discurso da Modelagem Matemática foi movido da área da pesquisa em Matemática Aplicada, sua área de origem, para a área pedagógica, com finalidade educacional, ou seja, durante o planejamento e execução pelos docentes das atividades pedagógicas que envolviam o uso da Modelagem Matemática.

Embora a pesquisa de Oliveira (2010) tivesse como foco a formação de professores e as Tensões nos Discursos manifestadas durante o planejamento e a execução das atividades docentes, entendemos que esse constructo teórico é de grande importância para analisar as situações que envolvem as contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas que levaram às Tensões nos Discursos manifestadas pelos alunos durante a realização das atividades experimentais.

Quando os aprendizes realizam atividades experimentais entendemos que existem diversas descontinuidades entre os discursos das disciplinas teóricas, ou seja, Física I, Cálculo I, Geometria Analítica, Química I e os discursos presentes nas atividades desenvolvidas nos laboratórios de Física. Admitimos que as Tensões nos Discursos manifestadas pelos professores em formação (Oliveira, 2010) e pelos alunos podem ser diferentes em suas origens, com distintos níveis de profundidades, mas são geradas pelo mesmo isolamento que existe entre as categorias de discursos especializados (Bernstein, 1990) que mantém as suas especificidades. Podemos citar como exemplo o discurso da Física, do Cálculo, da Geometria Analítica, da Química, etc. Cada área de conhecimento apresenta um discurso que lhe é próprio e característico.

Entendemos que quando se trata do ensino de Física, tomado aqui não como uma linha de pesquisa, mas como uma atividade profissional exercida pelo professor dessa disciplina, também pode existir um isolamento entre os discursos presentes nas atividades pedagógicas realizadas na sala de aula (abordagem teórica) e aquelas desenvolvidas em um laboratório didático de Física (abordagem experimental).

Neste sentido, podemos afirmar que em decorrência da natureza das atividades experimentais é natural que os professores responsáveis por estas atividades manifestem maiores preocupações com propagação de incertezas, utilização do instrumento mais adequado para a realização de determinadas medidas, discussão do padrão utilizado para se considerar a incerteza do instrumento de medida, entre outros

aspectos inerentes à experimentação. Também constitui preocupação deste professor entender como se dão as interações entre os alunos, como eles interagem com os instrumentos e com o professor e qual a relação que os estudantes estabelecem entre os dados experimentais e os modelos teóricos que fornecem suporte nas suas análises e interpretações.

Portanto, mesmo nas situações em que um único professor leciona os conteúdos teóricos e experimentais de Física, ele pode desenvolver papéis diferentes e apresentar discursos isolados, sendo este isolamento provocado pelo distanciamento dos discursos presentes dentro da mesma disciplina ao longo do desenvolvimento das atividades pedagógicas envolvendo aspectos teóricos em um momento e práticos em outro.

Assim, entendemos que o isolamento também pode se manifestar através dos discursos de uma mesma disciplina escolar, criando contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas nos discursos dos estudantes. Entre os diversos professores que lecionam a disciplina de Física, encontramos diferentes concepções que dizem respeito aos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos típicos desta disciplina.

Diante dessa problemática elaboramos a seguinte questão de pesquisa: quais são as características das Tensões Representacionais e Conceituais que se manifestaram nas entrevistas realizadas com os alunos após o término das atividades experimentais?

Ao explicitarmos a questão de pesquisa podemos definir o nosso foco e elaborar nossos objetivos com a investigação. Nesse sentido, o nosso foco está centrado nas situações que envolvem as contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas, relacionadas com as representações dos dados experimentais, bem como os conceitos provenientes da Física e da Matemática utilizados para resolver problemas durante a realização dos experimentos. O objetivo desta investigação é caracterizar as tensões Representacionais e Conceituais manifestadas pelos aprendizes durante as entrevistas feitas ao final do período letivo.

Entendemos que a abordagem das Tensões nos Discursos dos alunos constitui um importante caminho para a compreensão dos procedimentos realizados pelos estudantes nas etapas de coleta e análise dos dados produzidos no laboratório didático de Física e por defendermos que esse fenômeno está intimamente ligado aos processos de ensino e de aprendizagem envolvidos nesta disciplina.

## 2. Conceitos e Teorias que Fundamentam a Pesquisa

As atividades experimentais apresentam um papel relevante no ensino de Física, sendo importante destacarmos algumas funções que o laboratório

didático de Física pode desempenhar. Complementarmente, apresentamos alguns elementos que integram a teoria dos códigos de Basil Bernstein em associação com as concepções de Oliveira (2010) e Oliveira & Barbosa (2011), para analisar um fenômeno educacional conhecido como Tensões nos Discursos, que se manifesta quando os alunos realizam atividades experimentais de cunho educacional, caracterizando nesta investigação as Tensões Representacionais e Conceituais propostas por Campos (2016) e Campos & Araújo (2017a, 2017b; 2019a, 2019b).

### **2.1. Os Papeis dos Experimentos no Ensino de Física**

Existem várias publicações que mostram a importância das atividades experimentais para o Ensino de Física. Entre os autores que realizaram pesquisas nessa linha, podemos destacar: Moreira & Levandowski (1983), Ribeiro, Freitas & Miranda (1997), Araújo & Abib (2003), Séré, Coelho & Nunes (2003), Borges (2002), Barolli, Laburú & Guridi (2010), Campos (2010), Werlang, Machado, Shihadeh & Motta, (2012), Campos, Araújo & Amaral (2014), Gaspar (2014) e Campos & Araújo (2015).

Ao analisar as funções do laboratório didático de Ciências, Barolli, Laburú & Guridi (2010) mostram as controvérsias apresentadas pelos autores e destacam que o laboratório algumas vezes é utilizado como meio de explorar a relação entre a Física e a realidade. Em outras situações o laboratório é visto como uma estratégia para o desenvolvimento de conceitos e habilidades procedimentais. Existem casos em que o laboratório é entendido como um ambiente para problematizar diferentes domínios do conhecimento, enquanto em outros casos o laboratório é visto como um lugar privilegiado para desenvolver trabalhos em equipe. Há aqueles que defendem o laboratório por ser uma estratégia motivadora para o ensino de Ciências ou como um ambiente cognitivo fértil para aprender Ciências.

As controvérsias sobre a função do laboratório didático estão relacionadas com a visão de aprendizagem e do processo de construção do conhecimento apresentados pelos pesquisadores. Assim, entendemos que esta polêmica sempre existirá, visto que os pesquisadores entendem e defendem pontos de vistas diferentes no que tange ao papel que as atividades experimentais desempenham para o Ensino de Ciências, como apontado por Barolli, Laburú & Guridi (2010).

As pesquisas de Borges (2002) e Gaspar (2014) criticam a concepção indutivista do ensino de Ciência, mostrando seus equívocos no que diz respeito ao peso excessivo da observação, sem mostrar as conexões com as suas hipóteses teóricas.

A crença na infalibilidade do método científico composto de um rigoroso algoritmo que começa na observação e termina nas generalizações das conclusões é abordada e criticada por estes autores.

Nesse sentido, Borges (2002) e Gaspar (2014) defendem a existência de uma intrincada relação entre as dimensões teóricas e empíricas quando se trata das atividades experimentais com propósitos pedagógicos. Por um lado, os conceitos teóricos orientam e dão suportes nas análises dos dados experimentais e por outro os dados experimentais reforçam ou questionam as teóricas com o intuito de provocar mudanças ou adaptações dos modelos tomados como referência pelos princípios teóricos.

Defendemos que o laboratório didático não deve ser utilizado apenas para fins ilustrativos e entendemos que os experimentos didáticos com roteiros fechados cumprem importante papel para que os estudantes possam desenvolver habilidades de manuseio de equipamentos, associar a atividade experimental com conceitos apresentados na sala de aula, discutir erros de medidas produzidos por equipamentos e trabalhar com transformações de unidades de medidas e seus respectivos erros (Ribeiro, Freitas & Miranda, 1997).

Dentre os trabalhos citados acima, existem aqueles que traçam um panorama das principais abordagens do laboratório didático e há outros que abordam o papel que o laboratório didático desempenha nos processos de ensino e de aprendizagem, analisam o comportamento dos alunos durante as atividades experimentais e a importância dos experimentos para promover uma aproximação com outras áreas do conhecimento.

A utilização das atividades experimentais quantitativas com roteiros fechados, que Moreira & Levandowski (1983) nomeiam de Ensino de Laboratório Programado, pode cumprir diferentes objetivos como nos mostra Araújo & Abib (2003).

Como exemplo, podemos verificar a proporcionalidade da força resultante com a aceleração produzida, ou propor aos alunos o cálculo da relação entre a força resultante e a aceleração do corpo e comparar o resultado com a massa do objeto, ou ainda averiguar se a relação entre a aceleração e a força resultante depende ou não do tipo de material que o corpo é formado. Portanto, um mesmo experimento pode ser usado para verificar uma lei científica, para comparar diferentes modelos de comportamentos de um fenômeno, para comparar diferentes métodos experimentais aplicados a um mesmo fenômeno ou ainda para o aluno conceber o seu próprio experimento, como nos mostram os autores anteriormente mencionados (Séré, Coelho & Nunes, 2003).

## **2.2. A Inspiração na Teoria dos Códigos de Bernstein para o Ensino de Física**

Código é um conceito central na teoria Sociológica de Basil Bernstein (Santos, 2003; Mainardes & Stremel, 2010; Oliveira, 2010). Código foi definido por Bernstein (1996, p. 29) como “um princípio regulativo, tacitamente adquirido, que seleciona e integra: (a) significados relevantes, (b) formas de realização e contextos evocadores”.

Desse ponto de vista, um código é um princípio que regula as relações entre contextos e dentro de um contexto específico. Neste sentido, podemos entender um código como um princípio regulador que se encontra na base dos sistemas de mensagens, podendo ser relacionado com o currículo, a pedagogia ou a avaliação. Por currículo Bernstein entende como conhecimento válido e aceito socialmente, pedagogia como transmissão válida das informações relacionadas com o conhecimento e a avaliação é entendida como a realização válida desse conhecimento (Mainardes & Stremel, 2010).

As diferenças dos códigos de comunicação dos filhos da classe trabalhadora e da classe média, devido às diferenças dessas classes sociais, foram analisadas por Bernstein (1990), mostrando que esses códigos refletiam as relações de classe e de poder, consequência da complexidade na divisão social do trabalho, refletida na família e na escola.

Com o objetivo de entender os princípios da comunicação responsáveis pelas relações de poder e de controle, presentes na prática pedagógica, Bernstein (1990) apresenta dois conceitos centrais da sua teoria, que são a classificação e o enquadramento.

Santos (2003) nos apresenta o conceito de classificação utilizado por Bernstein (1990), enfatizando que esse pensador define esse conceito no sentido diferente do usual, visto que ele utiliza a classificação para se referir às relações entre as categorias e não para distinguir um atributo ou um critério de uma categoria.

Bernstein (1990) deixa clara a diferença da classificação tomada como aquilo que é classificado do conceito que ele utilizada para essa palavra. Assim entendemos que “classificação” se refere às relações entre categorias, não aquilo que é classificado (Bernstein, 1996, p. 43). A classificação é utilizada para descrever a relação de poder e controle daquilo que é ensinado (Mainardes & Stremel, 2010).

Neste sentido, a relação entre sujeitos, por exemplo, professor e alunos, entre discursos, por

exemplo, Matemática, Física, Química, etc., entre práticas pedagógicas, por exemplo, visíveis e invisíveis são denominadas de classificação e se referem ao conteúdo da comunicação na categoria, ou seja, aquilo que pode ser dito (Oliveira, 2010). Em outras palavras, é a classificação que define o conteúdo da comunicação que é legítimo dentro de um determinado contexto.

O conceito de classificação é apresentado formalmente por Bernstein (1990) para analisar as relações entre as categorias especializadas, no caso do ensino essas categorias representam as diversas disciplinas que compõem o currículo. Nosso interesse de pesquisa está relacionado com os isolamentos dos discursos presentes nas áreas de conhecimento abordadas em uma instituição de ensino.

Na medida em que as categorias se tornam específicas, surge naturalmente o isolamento do discurso inerente à cada uma dessas categorias. Assim, o isolamento define as fronteiras entre uma categoria e a outra. Um isolamento forte gera um forte princípio de classificação, assim como um isolamento fraco produz um fraco princípio de classificação (Bernstein, 1996). Quando se trata das categorias que constituem os discursos escolares, as fronteiras que separam esses discursos são importantes elementos nas suas especializações, visto que se um discurso se torna especializado, o seu isolamento é uma característica fundamental da sua especialização. Como exemplo podemos citar o discurso da Física e o da Psicologia, duas áreas de conhecimento distintas que apresentam nítidas especificidades e fronteiras bem definidas, existindo um claro isolamento entre seus discursos especializados.

## **2.3. As Tensões Procedimentais e Conceituais no Ensino de Física**

As Tensões nos Discursos dos alunos durante a realização das atividades experimentais no ensino de Física foram discutidos e caracterizados por Campos (2016). Trabalhos apresentados em congressos mostraram como os estudantes manifestaram as contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas quando realizavam as atividades experimentais em um laboratório didático de Física, utilizando roteiros fechados e com procedimentos estruturados (Campos & Araújo, 2017a, 2017b).

Os autores mencionados anteriormente, nos mostraram que as Tensões nos Discursos dos aprendizes surgiram quando os estudantes realizavam as montagens dos experimentos, coletavam os dados provenientes das atividades experimentais e analisavam esses dados para construir seus relatórios.



Estas situações geravam Tensões nos Discursos dos alunos, sendo as mesmas classificadas como tensão na representação das incertezas experimentais; tensão na representação das unidades de medidas, tensão nas transformações das unidades de medidas e tensão na representação dos modelos pictóricos. A esse conjunto de tensões os autores denominaram de Tensões Representacionais como nos mostra o artigo de Campos & Araújo (2019a) e a pesquisa de Campos (2016). Por outro lado, os estudantes apresentaram contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas quando utilizavam os modelos teóricos da Física, quando necessitavam entender e utilizar os conceitos matemáticos para resolver problemas experimentais e quanto discutiam os significados dos parâmetros físicos envolvidos nas medidas. A esse conjunto de tensões os autores chamaram de Tensões Conceituais, como discutido no artigo de Campos & Araújo (2019b) e a pesquisa de Campos (2016).

Esses pesquisadores verificaram que as Tensões nos Discursos dos aprendizes tiveram como causa os seguintes fatores: o isolamento dos discursos presente nas disciplinas singulares (Bernstein, 2003), o isolamento dos discursos horizontal e vertical propostos por Bernstein (2000) e o isolamento interno à Física, causado pelo isolamento dos discursos teórico e experimental, visto que os alunos não foram capazes de empregar os conceitos estudados nas aulas teóricas de Física para resolver problemas presentes nas atividades experimentais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2019a, 2019b).

O discurso horizontal se refere ao conhecimento do senso comum presente no dia a dia das pessoas, enquanto o discurso vertical se refere ao conhecimento oficial legitimado e reproduzido no interior das escolas, universidades ou instituições de ensino (Oliveira, 2010).

Neste artigo analisaremos as respostas apresentadas pelos aprendizes durante uma entrevista feita pelo professor de laboratório de Física após a realização do último experimento do semestre letivo. Pretendemos verificar quais categorias das Tensões Representacionais e Conceituais estiveram presentes nas falas dos estudantes, com que frequência elas apareceram e como eles resolveram os problemas experimentais diante dessas Tensões.

Entendemos que essas respostas apresentam indicadores importantes para que os professores possam planejar as atividades experimentais visando um processo de ensino que torne a aprendizagem mais produtiva e com menos conflitos entre os diferentes discursos que compõem as atividades pedagógicas.

### 3. A Metodologia Empregada na Investigação

Esta pesquisa foi realizada em um instituto de ensino superior, localizado em uma cidade da grande São Paulo, envolveram 15 alunos e alunas dos cursos de várias modalidades de engenharias, no final do primeiro semestre letivo (Campos, 2016).

Durante esta pesquisa o primeiro autor realizou a investigação ao mesmo tempo em que lecionava a disciplina de Física experimental. Desse ponto de vista, o pesquisador participou ativamente do processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina.

Para coletar os dados que analisamos neste artigo realizamos entrevistas semiestruturadas com os estudantes, depois que eles concluíram o último experimento do semestre letivo. Nas entrevistas utilizamos um roteiro prévio que orientou a interação e o diálogo com os estudantes. No entanto, não nos limitamos às perguntas existentes no roteiro, pois em muitos casos surgiram questionamentos por parte dos alunos e também do professor que não estavam planejados inicialmente.

Assim, deixamos os alunos a vontade para fazer observações que julgavam importantes e em algumas situações fizemos perguntas para clarear a posição dos aprendizes ou para dirimir dúvidas de interpretação por parte do professor e pesquisador.

As entrevistas são caracterizadas por oferecer a possibilidade de se verificar detalhes ou colher maiores informações sobre os fatos que ocorreram durante as atividades realizadas. Nesse sentido, o trabalho de Borba & Araújo (2006) ratifica nossa posição.

A pesquisa aqui apresentada possui caráter qualitativo e nessa situação o pesquisador que realizou as atividades investigativas e optou por esse método deve entender que ele próprio foi um instrumento da pesquisa, visto que suas intervenções interferiram no objeto pesquisado e que ele utilizou das suas experiências pessoais para interpretar o fenômeno analisado. Essa interação do pesquisador com o objeto, ou pessoas pesquisadas, foi discutida por Stake (2011).

As principais características da pesquisa qualitativa são: a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal da coleta de dados; ela é descritiva; o pesquisador se interessa mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos; os investigadores tendem a analisar seus dados de forma indutiva e

nessa abordagem o significado de todos os dados é de importância vital (Bogdan & Biklen, 1994).

Portanto, podemos identificar algumas características comuns presentes nas investigações qualitativas. Nesse sentido, percebemos que o estudo qualitativo é interpretativo, leva em conta a experiência dos indivíduos que dele fazem parte, está relacionado aos objetos e atividades em contextos únicos, é situacional, sendo ainda personalístico e trabalha para entender e compreender a percepção dos indivíduos.

Analisamos os dados dessa pesquisa inspirados pela linguagem de descrição proposta por Bernstein (2000), a qual expressa a posição epistemológica deste autor. A partir de reflexões sobre as metodologias tradicionais de pesquisa, métodos qualitativo e quantitativo, Bernstein utiliza os conceitos de linguagem de descrição interna e linguagem de descrição externa para propor um método de investigação sociológica que possibilita uma relação dialética e reflexiva entre os conceitos e modelos contidos em uma teoria (linguagem interna de descrição) e os dados empíricos que se pretende analisar (Morais, 2002, 2006; Moraes & Neves, 2007). Conceitualmente Bernstein (2000, p. 132) define a linguagem de descrição como sendo:

De forma breve, uma linguagem de descrição é o dispositivo de tradução pelo qual uma linguagem é transformada em outra. Podemos distinguir entre linguagens de descrição internas e externas. A linguagem de descrição interna se refere à sintaxe pela qual uma linguagem conceitual é criada. A linguagem de descrição externa se refere à sintaxe pela qual a linguagem interna pode ser descrita além dela própria.

Deste ponto de vista, a metodologia proposta por Bernstein rejeita a análise dos dados empíricos sem uma forte base teórica que lhe dê sustentação, ao mesmo tempo, não aceita a concepção de que os dados empíricos não podem propor transformações e refinamentos na teoria que foi utilizada para sua análise (Pires, Moraes & Neves, 2004).

No que tange nossa pesquisa, entendemos que a linguagem interna de descrição é representada pela teoria dos códigos de Bernstein (1990) e os modelos produzidos por essa teoria. Já a linguagem externa de descrição é representada pelo constructo teórico denominado Tensão nos Discursos, elaborado a partir de importantes elementos presentes na teoria dos códigos de Bernstein (1990) e apresentado por Oliveira (2010).

Nesta perspectiva, entendemos que o isolamento dos discursos observado nas disciplinas singulares, que são fundamentais para entender e caracterizar

as tensões nos discursos, também se fez presente internamente à Física, nas situações em que se busca utilizar esse conhecimento produzido historicamente pelo homem como um elemento da prática pedagógica, envolvendo atividades experimentais e atividades teóricas destinadas ao ensino deste componente curricular.

Neste sentido, os dados empíricos provenientes das nossas intervenções no laboratório didático de Física tendem a contribuir para o refinamento da linguagem externa de descrição, representada pelas Tensões nos Discursos propostas por Oliveira (2010) e Oliveira & Barbosa (2011).

#### 4. Apresentação e Análise dos Dados

As dificuldades em representar corretamente as incertezas das medidas provenientes das atividades experimentais foram mencionadas durante as entrevistas realizadas após o último experimento.

Quando questionados sobre essas dificuldades enfrentadas no laboratório de Física, vários estudantes mencionaram a incerteza da medida como algo novo e que só apareceu durante as atividades experimentais. Nas situações cotidianas essa incerteza não é considerada e nem se quer mencionada, como destacamos a seguir:

— O erro [incerteza]<sup>1</sup> (risos)... Você não precisa dizer eu tenho 1,76 m ± 0,0005... (risos) (A<sub>1</sub>G<sub>1</sub>)<sup>2</sup>.

— Não, acho que nas outras situações não tem necessidade de representar erro [incerteza] (A<sub>2</sub>G<sub>1</sub>).

— Não teria essas coisas de casas decimais, mais precisão (A<sub>3</sub>G<sub>2</sub>).

— Aqui a gente faz mais preciso A.S.<sup>3</sup>, casa decimal (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— Lá a gente pega mais o arredondado, tem mais precisão [no laboratório.] (A<sub>3</sub>G<sub>2</sub>).

— O erro [incerteza], eu nunca pensaria no erro assim como a gente usa no laboratório. E também o número de A.S. que a gente usava e nunca prestou atenção. [A gente] colocava o primeiro, assim dava pra ver que se era 5,2 a

<sup>1</sup> Tudo o que estiver escrito dentro dos colchetes representa explicações para melhor entendimento do que foi dito pelo aluno ou fornece a nossa interpretação do fenômeno presente no momento analisado. Por sua vez, o símbolo [...] significa que fizemos recortes nas falas para priorizar apenas aquilo que estamos analisando.

<sup>2</sup> Ao longo do artigo representamos as transcrições das falas dos alunos com recuo de 1 cm a direita e mantivemos o tamanho da fonte. Inserimos um travessão no início de cada conversa. A sigla A<sub>1</sub>G<sub>1</sub> se refere ao primeiro aluno (A<sub>1</sub>) do primeiro grupo (G<sub>1</sub>). Assim teremos as combinações de A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> com G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub> e G<sub>5</sub>.

<sup>3</sup> O termo A.S. mencionado diversas vezes nas falas dos alunos se refere ao número de Algarismos Significativos de uma medida.

gente colocava só o 5, tipo não colocava alguma coisa mais exata (A<sub>1</sub>G<sub>4</sub>).

— A gente não usava um padrão, tipo um número de A.S. O padrão que a gente usava era representar só o número que estava na escala do instrumento (A<sub>2</sub>G<sub>4</sub>).

— A gente não sabia que tinha que pôr a incerteza nesse tipo de coisa [medida do instrumento]. Tipo, a gente sabia, mas não sabia que era necessário informar. Informava só o valor que a gente fazia da medição (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

— No laboratório são milímetros, centímetros... E geralmente eu meço altura, 1,75 m... Difere muito isso (A<sub>3</sub>G<sub>1</sub>).

Essas falas nos permitem perceber que a descontinuidade entre o discurso horizontal, presente nas situações cotidianas, e o discurso vertical, inerente às atividades acadêmicas e científicas (Bernstein, 1999, 2000), foi um dos fatores responsáveis pelas Tensões Representacionais identificadas nos discursos dos alunos (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a).

Outro fator importante foi o isolamento dos discursos presentes internamente à disciplina de Física. Elementos como incertezas produzidas pelos instrumentos de medidas, propagação de incertezas e a flutuação estatística dos dados que estão presentes nas atividades de laboratório, não são abordados nas aulas de teoria, de maneira que os estudantes têm a impressão de que apenas nas atividades de laboratório eles fazem sentido, como mostrados nas transcrições das entrevistas apresentadas a seguir.

— É mais ou menos isso... Você já está acostumado de um jeito, aí pede de outro. Se não pedia o erro [incerteza] eu já não ia colocar, porque se não pedisse, achava que não precisaria. Certo? (A<sub>3</sub>G<sub>1</sub>).

— Não. Acho que nas outras situações não tem necessidade de representar erro [incerteza]. No laboratório pede, existe uma necessidade. Agora se alguém pede... Mede o tamanho do seu celular, ninguém pede com tanta precisão (A<sub>1</sub>G<sub>1</sub>).

— Acho que lá fora a gente acaba medindo o que passam para a gente. A gente não sabe exatamente o procedimento e toda regra para seguir em uma medição. Por exemplo, aqui a gente aprende a quantidade de casas, os A.S., o jeito de olhar “certinho” um instrumento para medir. Lá fora, a gente olhava uma trena, por exemplo, a gente não contava uma casa, os A.S. [...] para colocar a tolerância dela... precisão (A<sub>3</sub>G<sub>3</sub>).

As Tensões Conceituais relacionadas com a utilização dos modelos teóricos da Física, com o entendimento e utilização dos conceitos matemáticos para resolver problemas experimentais e com a discussão dos significados dos parâmetros físicos envolvidos nas medidas (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019b) também se manifestaram nos discursos dos estudantes, sendo alguns deles mostrados a seguir.

— Dificuldade de não ter a prática, não ter a..., por exemplo, vou fazer conta em Matemática eu sempre saí bem, agora incerteza eu não tinha certeza se era aquilo realmente. E aí você não se lembra se é isso. É só essa dificuldade de não fazer uma coisa natural (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— E também porque nos primeiros exercícios [problemas das disciplinas teóricas] às vezes nem tinha assim erro relativo. O erro você calcula assim, não era obrigatório, quando passou a ter que escrever, aí você já começa a acostumar. A primeira coisa que a gente já fazia, a gente já via que instrumento ia usar, já colocava o erro, depois fazia as medidas (A<sub>1</sub>G<sub>4</sub>).

O distanciamento causado pelos discursos presentes nas disciplinas singulares (Bernstein, 2003) também pode ser observado nas falas dos alunos durante as entrevistas. Assim, mesmo que a outra disciplina apresentasse atividades experimentais, a ênfase nas incertezas das medidas era diferente daquela apresentada no laboratório didático de Física. Quando o professor perguntou se a dificuldade em representar os dados experimentais estava associada ao fato de ser algo exclusivo do laboratório e não acontecer nas outras disciplinas, os alunos apresentaram as respostas a seguir.

— Com certeza (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— É, Química também tem, né (A<sub>3</sub>G<sub>2</sub>).

— É que eu não falei, mas tem também, mas não tanto como aqui (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— Aqui é mais (A<sub>3</sub>G<sub>2</sub>).

— Aqui a gente mede muito mais coisa, muito mais (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— Aqui tudo a gente mede, né (A<sub>2</sub>G<sub>2</sub>).

— Lá é mais experimento (A<sub>3</sub>G<sub>5</sub>).

Percebemos que uma das causas das Tensões no Discurso dos alunos é o distanciamento causado pela especialização das disciplinas singulares (Bernstein, 2003), visto que as incertezas nas medidas e precisões dos instrumentos não são discutidos ou mencionados nas outras disciplinas,

principalmente naquelas de carácter mais teórico. Os estudantes também mencionaram a dificuldade em fazer arredondamento de números, transformar as unidades de medidas e identificar a precisão dos instrumentos de medidas como algo presente e necessário nas atividades experimentais.

\_\_\_ A representação de algarismos significativos, às vezes é meio confusa como vai arredondar o número, aí tem que colocar em notação, e também as transformações de unidade (A<sub>1</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Eu acho que tem que considerar o erro [incerteza] também né, geralmente lá fora a gente não considera o erro [incerteza] desse jeito, a gente só mede aquela medida, o problema aqui é que tem que ser mais precisa a medida, porque a medida vai influenciar no resultado da conta (A<sub>3</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Mas a dúvida maior era essa mesmo, na hora de pôr no relatório, porque a gente faz a medição, a gente tem, a gente sabe, mas vai colocar no relatório, você vai colocar com quantas? Tem que “tá” de acordo com a incerteza. Eu coloquei 2 casas e circulei [o aluno circulou o resultado para dar destaque no que ele escreveu] (A<sub>1</sub>G<sub>3</sub>).

\_\_\_ Até na atividade de ontem que a gente ia colocar na prova assim 2 casas decimais [risos] (A<sub>3</sub>G<sub>3</sub>).

Deste modo, as respostas dos alunos nos mostram que o distanciamento entre os discursos horizontal e vertical (Bernstein, 2000), o isolamento interno à disciplina de Física, representado pelas diferenças entre seus discursos teórico e experimental e o isolamento entre os discursos das disciplinas singulares como a Física, o Cálculo e a Geometria Analítica e a Química (Bernstein, 2003) foram responsáveis pelas Tensões Representacionais nos discursos que se manifestaram quando os alunos construíram seus relatórios, ou durante as realizações das atividades experimentais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a).

Os estudantes do grupo G<sub>3</sub> também mencionaram na entrevista final que enfrentaram dificuldades de representação das incertezas, de como escrever corretamente o número de algarismos significativos e de casas decimais, sendo estes os principais obstáculos para a construção dos seus relatórios, conforme as falas apresentadas a seguir.

\_\_\_ Acho que no começo só esse negócio de A.S., casas decimais, mais... (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

\_\_\_ É até entender que número de A.S. que a gente representava. No geral, quantos números tinham, quantas casas decimais, quantos números eram depois da vírgula, a gente acabou patinando um pouco aí (A<sub>3</sub>G<sub>3</sub>).

\_\_\_ Se era A.S. ou casas decimais. No começo aí a gente tinha meio que dúvida. Na maioria das vezes a gente terminou sempre as medidas, como eram muitas essas coisas, a gente sempre terminava em cima da hora no laboratório, as contas, então às vezes deixava para colocar a incerteza por último, acertar os últimos detalhes por último, aí acabava passando o tempo, por desatenção mesmo (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

Além do isolamento entre o discurso horizontal e o discurso vertical (Bernstein, 1999, 2000), os alunos mencionaram que as dúvidas, incertezas, angústias e rupturas que caracterizam as Tensões Representacionais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a) também estavam relacionadas com a falta de tempo disponível para a realização das atividades no laboratório didático.

Durante as entrevistas finais os alunos de vários grupos apresentaram argumentos mostrando suas dúvidas, incertezas e angústias na representação das incertezas no número de algarismos significativos e das casas decimais que deveriam estar presentes na representação das medidas obtidas no laboratório didático de Física, caracterizando as Tensões Representacionais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a), conforme mostram as falas a seguir.

\_\_\_ [No início das atividades experimentais] A gente não usava um... padrão, tipo um número de A.S. o padrão que a gente usava, era cada número com um número de A.S. mesmo. No começo o [a dificuldade era com o] número de A.S. Também às vezes [a dificuldade era] transformar o número da medida. [Transformar o] erro na unidade da medida pra fazer a conta, a gente acabava errando, tive que refazer tudo, então no começo essas eram as dificuldades (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

\_\_\_ Sim, na aula teórica também, por exemplo, o número de A.S. eles são muito rígidos nessa parte. Eu, por exemplo, já fui me acostumando, só que do erro foi na aula [laboratório] mesmo (A<sub>2</sub>G<sub>4</sub>).

O isolamento do discurso vertical, comparado ao discurso horizontal (Bernstein, 1999, 2000), bem como o enquadramento que causa o isolamento das disciplinas singulares (Bernstein, 2003) foram responsáveis pela Tensão gerada nos alunos no que



diz respeito à representação dos Algarismos significativos e do número de casas decimais.

Na representação das incertezas experimentais, o isolamento do discurso interno à Física também contribuiu para o surgimento dessa Tensão, visto que o conceito de incerteza só foi trabalhado nas aulas do laboratório didático de Física, como mencionado na fala de alguns estudantes.

Assim, a tensão na representação das incertezas experimentais também estava associada à tensão nas transformações das unidades das medidas e nas unidades das incertezas, que caracterizam as Tensões Representacionais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a), conforme se pode constatar nas falas reproduzidas a seguir

— Sou péssima nisso, pra falar a verdade [na transformação da unidade de medidas]. A gente esquecia a incerteza, daí só mudava sabe, converter a medida. A gente também errava, colocava a casa decimal diferente dos A.S. da incerteza 0,05 [valor da incerteza], a gente colocava 1,5 a medida, aí a gente ..., é difícil gravar tudo isso né, aprender muita coisa (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— A gente esquecia de transformar a incerteza que ia ser o número de A.S. (A<sub>2</sub>G<sub>2</sub>).

— Eu tenho dificuldade em converter medidas, isso pra mim eu tenho a regra de 3 lá, multiplico... eu faço assim (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

Os discursos dos alunos sinalizam que a linguagem presente no laboratório de Física é isolada devido à especialização dessa atividade, produzindo as Tensões Representacionais constatadas em seus discursos (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a). O conceito de isolamento dos discursos existente na teoria de Bernstein (2003) está relacionado às disciplinas singulares (Física, Química, Matemática, etc.). No entanto, percebemos que este isolamento dos discursos também pode estar presente e se manifestar dentro da própria disciplina, quando consideramos o discurso utilizado no laboratório didático de Física e o discurso existente nas aulas teóricas.

Pelo que observamos, a maioria dos estudantes só representava as incertezas quando estava explícita nos seus relatórios, ou quando o professor mencionava a sua importância de forma clara e objetiva, caso contrário eles representavam apenas os valores das medidas, conforme discutidos a seguir.

— Eu, antes de fazer faculdade nem nada, eu pensava que os cálculos eram coisas que não

faziam sentido, eu juro que não sabia que dava certo, mas na prática agora eu sei que dá certo (A<sub>3</sub>G<sub>1</sub>).

— Eu acho que assim, a gente via a matéria na parte teórica e a gente via a parte experimental, então teve alguns [experimentos], por exemplo, o da mola, que eu acho que esclareceu um pouco da teoria, agora tinham uns que ainda eram meio abstratos pelo menos pra mim, mais o da mola foi um que mais esclareceu, mesmo a parte da teoria (A<sub>1</sub>G<sub>4</sub>).

— Acho que tem, porque é um problema visual, a gente tem contato com o problema. No livro a gente consegue imaginar a situação e calcular. Aqui a gente vê ela acontecendo, acho que até facilita (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

Os discursos dos alunos apresentados anteriormente nos mostram que as Tensões Conceituais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019b) estiveram presentes durante a realização das atividades experimentais de Física.

Constatamos que 4 grupos apresentaram em seus relatórios diagramas de corpo livre de forma adequada, mesmo sendo essa a primeira atividade experimental em que esse desenho era exigido. Para entendermos o porquê desse comportamento da maioria dos alunos, analisamos as respostas fornecidas nas entrevistas feitas após a última atividade experimental e verificamos que a construção do DCL era exigida em praticamente todas as aulas de teoria, fato que contribuiu para que os estudantes não tivessem grandes dificuldades ao representá-los. Neste sentido, apresentaremos a seguir algumas falas dos alunos que associam a atividade experimental com as aulas teóricas de Física.

— Muitas vezes no livro mostra a imagem também. Então aqui a gente via imagem e fazia o DCL e no livro também via a imagem e fazia o DCL (A<sub>2</sub>G<sub>1</sub>).

— Dava uma mudada, mas é quase a mesma coisa... o DCL é quase a mesma coisa (A<sub>3</sub>G<sub>1</sub>).

— É, eu consegui associar as aulas teóricas mais numa coisa assim, como num desenho tipo DCL. Lá a gente imaginava lá na minha cabeça que um carro tá subindo ou alguma coisa, aqui a gente via isso (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

— É aquilo, na sala de aula, a gente tem que analisar, fazer o DCL da massa, como ele [o professor] fazia da massa em si, DCL do sistema inteiro, da primeira condição de equilíbrio, para poder alcançar, e o sistema estar em equilíbrio. Aqui [no laboratório] a gente conseguia ver certinho onde “tava” o ângulo. A gente media e podia comprovar se

a gente mexia um pouquinho para lá já desequilibrava, ou se a gente colocasse uma massa já desequilibrava. Então é uma coisa que dá para ver e sentir que não é besteira, no teórico você não tem este contato de ver, você sabe que vai desequilibrar (A<sub>2</sub>G<sub>3</sub>).

\_\_\_ Pra mim foi mais fácil fazer o DCL, porque no livro às vezes você vai ver o eixo que você vai adotar, assim pra colocar as forças e visualmente eu acho mais fácil pra colocar as forças nos blocos, mais pra adotar o eixo eu acho mais fácil no livro, porque se forem planos inclinados às vezes eu acho mais difícil ver que o eixo seria inclinado, no livro é mais fácil o eixo, só que o DCL é mais fácil vendo aqui (A<sub>1</sub>G<sub>4</sub>).

\_\_\_ Para provar o equilíbrio estático das forças, a gente precisava achar um centro e definir os ângulos e os pesos corretos para deixar o centro em equilíbrio. A gente fazia o DCL na aula de teoria e isso ajudou aqui também (A<sub>3</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Talvez as fórmulas, tinha que descobrir isso não experimentalmente também, mas comparar o experimental com o teórico foi diferente, mas o DCL era muito parecido (A<sub>1</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Vetores e componentes de vetores a gente teve que usar, essas forças para mostrar o equilíbrio (A<sub>3</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Mais a condição de equilíbrio mesmo, fez um paralelo com as aulas teóricas, então um complementou o outro. O DCL por exemplo a gente fazia aqui e lá (A<sub>1</sub>G<sub>5</sub>).

Verificamos que a associação das aulas teóricas com as atividades experimentais facilitou a compreensão dos conteúdos de Física, favorecendo a compreensão dos princípios físicos e a representação correta dos fenômenos abordados nas aulas de laboratório. No entanto, isto não impediu que as Tensões Conceituais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019b) estivessem presentes, mostrando o isolamento do discurso interno da Física em relação às atividades teóricas e experimentais. Os estudantes perceberam a importância dessa associação como mostramos anteriormente, sendo este fato coerente com os resultados de algumas pesquisas que abordam o ensino experimental de Física como, por exemplo, os artigos de Borges (2002), Séré, Coelho & Nunes (2003), Araújo & Abib (2003) e Gaspar (2014).

Quando perguntamos como os alunos percebiam as diferenças entre as atividades teóricas e experimentais, as Tensões Conceituais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019b) se mostram evidentes, conforme a transcrição a seguir.

\_\_\_ A gente usa as mesmas leis, os mesmos conceitos para resolver os exercícios do laboratório a gente usa para resolver as dos livros, só que aqui a gente tem as experiências, né. A gente consegue ver, agir, mudar. No livro é aquela coisa fixa (A<sub>2</sub>G<sub>4</sub>).

\_\_\_ Falar a verdade aquele livro me confunde demais, não consigo fazer muitos exercícios, porque eu fico tonta, tudo junto mais eu vejo mais aqui, mais o que acontece realmente, isso me faz entender muito mais, eu acho. É o prático, é isso. O que eu vejo, eu sinto muita dificuldade em livro didático (A<sub>1</sub>G<sub>2</sub>).

\_\_\_ É, faz com esse número, com esse, sabe esses valores? Aqui no laboratório não, aqui a gente tem que pegar os números [fazer a medida] pra fazer as contas (A<sub>2</sub>G<sub>4</sub>).

\_\_\_ Eu acho que a ilustração que diferencia, mas às vezes você aprende na teoria e você não consegue enxergar muito bem, você fica muito apegado a “para esse exercício você usa essa fórmula” e no laboratório você vê o que acontece, você consegue enxergar melhor, como usar aquela fórmula e não porque você decorou ela, mais porque o sentido de usar aquela fórmula (A<sub>1</sub>G<sub>5</sub>).

\_\_\_ Eu achei mais diferente na questão dos dados, porque no laboratório você que pega os dados e no exercício ele te entrega os dados, e às vezes ficamos na dúvida se os que conseguimos está certo e se isso influencia no nosso valor, a gente ficou com o pé atrás na hora de resolver, mas para mim essa foi a maior diferença (A<sub>2</sub>G<sub>5</sub>).

Analisando os discursos dos alunos, percebemos que as Tensões Representacionais e Conceituais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2017a, 2017b, 2019a, 2019b) puderam ser identificadas durante a entrevista, quando os estudantes falavam sobre as características das atividades experimentais que foram realizadas no laboratório didático de Física.

## 5. Conclusões

Os diversos dados obtidos ao longo das intervenções realizadas no laboratório didático de Física apresentados e analisados neste trabalho contribuem para o refinamento da linguagem externa de descrição, particularmente no que diz respeito ao conceito de Tensões nos Discursos proposto inicialmente por Oliveira (2010) e Oliveira & Barbosa (2011).

A partir dos dados obtidos nas entrevistas feitas com os alunos após a realização das atividades experimentais podemos responder a questão de pesquisa que direcionou a nossa análise, pois verificamos que as Tensões Representacionais estiveram presentes nas falas dos estudantes, sendo caracterizadas por situações que envolveram

contradições, rupturas, incertezas, angústias e dilemas envolvidos com as representações dos dados experimentais.

Podemos então concluir que as Tensões Representacionais identificadas nesta investigação estão associadas ao fato de que durante as atividades experimentais de Física realizadas com os estudantes, o foco principal foi representar corretamente as unidades de medidas com suas devidas incertezas, bem como realizar as transformações nas unidades de medidas e de suas incertezas.

Por sua vez, as Tensões Conceituais surgiram principalmente nos momentos em que os

aprendizes necessitavam utilizar os conceitos provenientes da Física e da Matemática para resolver problemas experimentais (Campos, 2016; Campos & Araújo, 2019b).

Percebemos que o isolamento dos discursos especializados (Bernstein, 2003) foram responsáveis pelo surgimento de parte das Tensões nos Discursos dos alunos. Além disso, o isolamento do discurso interno da Física (discurso teórico versus discurso experimental) também contribuiu para que essas Tensões nos Discursos dos estudantes se manifestassem e pudessem ser analisadas.

## Referências

- Araújo, M. S. T. and Abib, M. L. V. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2(25), 176 – 194.
- Barolli, E., Laburú, C. E. & Guridi, V. M. (2010). Laboratório didático de ciencias: caminhos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88 – 110.
- Bernstein, B. (1990). *Class, Codes and Control, vol. IV: The Structuring of Pedagogic Discourse*. London: Routledge.
- (1996). *A Estruturação do Discurso Pedagógico: Classe, Códigos e Controle*. Petrópolis: VOZES.
- (1999). Vertical and Horizontal Discourse: an essay. *British Journal of Sociology Education*, 20(2) 157 – 173.
- (2000). *Pedagogy, Symbolic Control and Identity: Theory, Research, Critique*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- (2003). A Pedagogização do Conhecimento: estudos sobre recontextualização. *Cadernos de Pesquisa*, 120, 75 – 110.
- Bogdan, R. and Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Borba, M. C. and Araújo, J. L. (2006). Construindo pesquisas coletivamente em educação matemática. In: Borba, M. C. and Araújo, J. L. (Orgs.). *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. (p. 27 – 47), 2ª edição, Belo Horizonte, MG: Editora Autêntica.
- Borges, A. T. (2002). Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291 – 313.
- Campos, L. S. (2010). *Articulação entre Modelagem Matemática e Experimentação: uma Proposta para a Construção de Conhecimentos em Física*. (Dissertação Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brasil.
- (2016). *Tensões nos Discursos dos Alunos Durante a Realização das Atividades Experimentais no Ensino de Física*. (Tese Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brasil.
- Campos, L. S., Araújo, M. S. T. & Amaral, L. H. (2014). Levantamento de dissertações e teses envolvendo a Experimentação em Ensino de Física e o Laboratório didático de Física entre 2002 e 2011. *Rev. Prod. Disc. Educ. Matem.*, 50 – 65.
- Campos, L. S. and Araújo, M. S. T. (2015). Articulação do ensino de física com o ensino de matemática através da modelagem matemática e das atividades experimentais. *Revista Metáfora Educacional*, 19, 21 – 52.
- (2017a) Tensões Manifestadas pelos Alunos ao Representarem as Medidas Obtidas em um Laboratório Didático. *Proceedings of the Simpósio Nacional de Ensino de Física*. XXII, São Carlos, SP, Brasil.
- (2017b). Tensões nos Discursos dos Estudantes Durante os Experimentos de Física. *Proceedings of the Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. XI, Florianópolis, SC, Brasil. Retrieved from <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0064-1.pdf>
- (2019a). Tensões Representacionais nos Discursos dos Alunos Durante a Realização das Atividades Experimentais de Física. *Ciência & Educação*. 25(2), 539 – 559.
- (2019b). Tensões Conceituais e Procedimentais nos Discursos dos Alunos Durante as Atividades Experimentais de Física. *REnCiMa*. 10(3), 223 – 242.
- Mainardes, J. and Stremel, S. (2010). A Teoria de Basil Bernstein e Algumas de Suas Contribuições para as Pesquisas Sobre Políticas Educacionais e Curriculares. *Revista Teias*, 11(22), 1-24.
- Morais, A. M. (2002). Basil Bernstein at the Micro Level of the Classroom. *British Journal of Sociology of Education*, 23(4), 559 – 569.
- (2006) Basil Bernstein: Sociologia para a Educação. In: A. Teodoro & C. A. Torres (Orgs.). *Educação Crítica & Utopia - Perspectivas para o século XXI*. (p. 83 – 93), 1 edição, Lisboa: Editora Cortez.
- Morais, A. M. and Neves, I. P. (2007). A Teoria de Basil Bernstein: alguns aspectos fundamentais. *Práxis Educativa*, 2(2), 115 – 130.
- Moreira M. A. and Levandowski, C. A. (1983). *Diferentes Abordagens ao Ensino de Laboratório*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- Oliveira, A. M. P. (2010). *Modelagem Matemática e as Tensões nos Discursos dos Professores*. (Tese Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador BA, Brasil.
- Oliveira, A. M. P. and Barbosa, J. C. (2011). Modelagem Matemática e Situações de Tensão na Prática Pedagógica dos Professores. *Bolema*, 24(38), 265 – 296.
- Pires, D., Moraes, A. M. & Neves, I. P. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade. Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII(2), 129 – 132.
- Ribeiro, M. S., Feitas, D. S. & Miranda, D. E. (1997). A Problemática do Ensino de Laboratório de Física na UFEs. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 19(4), 444 – 447.



- Santos, L. L. C. P. (2003). Bernstein e o Campo Educacional: Relevância, Influências e Incompreensões. *Cadernos de Pesquisa*, 120, 15 – 49.
- Séré, m. g., Coelho, s. m. & Nunes, A. D. (2003). O Papel da Experimentação no Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 30 – 42.
- Silva, L. A. and Oliveira, A. M. P. (2012). A Tensão da Elaboração da Situação-Problema no Planejamento do Ambiente de Modelagem Matemática. *Proceedings of the Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM)*, V, Petrópolis, Brasil. Retrieved from [http://www.sbembrasil.org.br/files/v\\_sipem/PDFs/GT10/CC02580726527\\_A.pdf](http://www.sbembrasil.org.br/files/v_sipem/PDFs/GT10/CC02580726527_A.pdf)
- Stake, R. E. (2011). *Pesquisa Qualitativa Estudando Como as Coisas Funcionam*. Porto Alegre: Editora Penso.
- Werlang, R. B., Machado, F. O., Shihadeh, H. L. & Motta, L. F. (2012). Análise da Inserção da Teoria Sócio Interacionista em Atividades de Laboratório de Física Básica em um Curso de Geofísica. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 29(2), 246 – 266.