

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA

GABRIEL BARBOSA CANDIDO

**Concepções de medida adotadas por professores em formação em física no contexto de  
um laboratório online**

São Paulo  
2024



GABRIEL BARBOSA CANDIDO

**Concepções de medida adotadas por professores em formação em física no contexto de um laboratório online**

Monografia de fim de curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo

Área de concentração: ensino de física

Orientadora: Profa. Dra. Nora Lia Maidana

São Paulo  
2024

## **Agradecimentos**

À professora Nora por todos os ensinamentos não só de ciências, mas também de humanidade e acolhimento, por sua paciência e disposição nas revisões deste texto e pela sua amizade ao longo de todos os momentos.

Aos professores da área de pesquisa em ensino de física por todo o aporte oferecido, fazendo-me capaz de pensar a educação e as ciências com mais propriedade e cuidado. Ainda, pela constante luta em manter um espaço muitas vezes negado dentro do Instituto.

Aos familiares que, mesmo não possuindo total dimensão do significado deste curso para mim, sempre me apoiaram em todos os momentos, principalmente minha mãe Sônia, minha mãe Andrea e meu pai Laércio; sem vocês esse sonho não seria possível.

À minha companheira Priscila que, mesmo nos encontrando apenas na reta final da minha graduação, representou grande parte dela. Impossível seria colocar em palavras a sua importância ao longo de minha jornada neste curso, assim deixo contigo os meus eternos agradecimentos e amor.

Aos amigos por todos os estudos, conversas e parceria ao longo desta caminhada: Mila e Cláudio que sempre estiveram comigo e cujas companhias me fortaleceram para sobreviver ao curso; Vinícius pelas boas risadas e gentileza de compartilhá-las comigo.

À Renatinha pelo acolhimento e conversas em sua sala, onde o tempo parece funcionar de um jeito diferente. Ao Profis pelo espaço de discussões e muito aprendizado.

## Resumo

CANDIDO, Gabriel Barbosa. **Concepções de medida adotadas por professores em formação em física no contexto de um laboratório online**. 2024. 37 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

Com este trabalho de pesquisa objetiva-se descrever concepções acerca da mensuração adotadas por professores de física em formação e inseridas em um curso de mecânica que utiliza atividades de um laboratório online em suas aulas. Para tanto, construíram-se questionários que foram aplicados a uma turma do curso de Mecânica dos Corpos Rígidos e Fluidos de 2024, a partir de onde se criaram categorias para a formulação de uma entrevista semiestruturada e realizada com dois estudantes do curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. As entrevistas foram transcritas e analisadas segundo as categorias criadas, baseando-se na análise textual discursiva. Os resultados, de modo geral, apresentaram duas diferentes concepções inseridas em um Paradigma do Conjunto, cuja noção de medição se dá na ideia de que cada medida é apenas uma aproximação e há sempre uma incerteza associada a qualquer mensuração que se faça. As concepções se diferenciaram em duas categorias: uma concepção metafísica de mensuração e outra relativística. Ambas as concepções, no entanto, mostraram um entendimento sobre a medida pautado não apenas na prática da mensuração, mas também na teoria que define aquilo que está sendo medido e, portanto, concepções alicerçadas em modelos, mostrando a importância destes para o ensino de física, uma vez que seja capaz de estabelecer uma forte relação entre teoria e prática.

Palavras-chave: Medida. Laboratório online. Experimentação. Modelo.

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Divisão dos paradigmas acerca das naturezas do sujeito, instrumento e objeto....	14
Quadro 2 – Sentenças da entrevista 2 sobre a natureza do objeto.....	16
Quadro 3 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a natureza do instrumento.....	17
Quadro 4 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a natureza do sujeito .....	18
Quadro 5 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a relação teoria-prática .....	19
Quadro 6 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a relação teoria-prática .....	20

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
1.1	<i>Um breve histórico da mensuração .....</i>	8
1.2	<i>Mecânica Experimental com Imagens – MEXI e o Ensino de Ciências .....</i>	11
<b>2</b>	<b>Quadro teórico-metodológico.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Resultados e discussão .....</b>	<b>16</b>
3.1	<i>Análise por categoria.....</i>	16
3.2	<i>Análise Geral.....</i>	21
<b>4</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>23</b>
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>25</b>
	<b>Apêndice A – Questionário .....</b>	<b>27</b>
	<b>Apêndice B – Entrevista 1.....</b>	<b>29</b>
	<b>Apêndice C – Entrevista 2.....</b>	<b>34</b>

## 1 Introdução

A física é uma ciência conhecida por sua capacidade de medir quantidades objetivamente e, então, definir relações entre elas; a capacidade tecnológica de controlar sistemas físicos é amplamente baseada na qualidade dos modelos adotados e as informações que os alimentam: ambos, modelos e informações, dependem da medição. Quer dizer, faz-se possível enxergar o papel central que a medida toma na ciência física, seja em termos teóricos ou experimentais. Assim, a medida tem papel crucial não apenas na ciência, mas também em seu ensino, visto que é um elemento fundacional da área e, deste modo, de essencial compreensão a professores e estudantes.

Nesse sentido, o presente trabalho de pesquisa tem por objetivo descrever concepções sobre mensuração adotadas por professores de física em formação e inseridas em atividades de um laboratório de mecânica online. Desse modo, busca-se compreender o que estudantes de um curso de mecânica (Mecânica dos Corpos Rígidos e Fluidos) da Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo entendem por “medida” e como esta concepção se enquadra no contexto científico. O curso em questão possui uma estrutura que está pautada em aulas teóricas e atividades experimentais online produzidas pelo grupo Mecânica Experimental com Imagens (MEXI).

### 1.1 *Um breve histórico da mensuração*

Mas afinal de contas, o que é medir? Segundo Mari (2003), “medir é um tipo específico de avaliação, i.e., é uma operação focada em associar uma entidade informativa, o resultado da medida, com o estado do sistema sobre medição em referência a uma determinada quantidade, o mensurando”. No entanto, ao longo da história da ciência, a concepção de mensuração, bem como a concepção dos processos derivados dessa atividade que asseguram os conhecimentos dela provindos se alteram. Sendo assim, faz-se de suma importância um breve esboço da história conceitual da mensuração.

De modo geral, em “Epistemology of measurement” (Epistemologia da mensuração), Mari (MARI, 2003) faz este trabalho dividindo o pensamento filosófico acerca da medida em três períodos, sendo eles: metafísico, anti-metafísico e relativístico. Cada um destes períodos assumem uma posição em relação à mensuração, definindo-a não apenas como uma avaliação subjetiva ou uma descrição objetiva, mas também a diferenciando de outras formas de avaliações genéricas.



No período metafísico, encontra-se um contexto cuja concepção de mensuração é tida como uma descrição objetiva da realidade, distinguindo-se de outros modos de avaliação da realidade, uma vez que sua objetividade é derivada diretamente das coisas medidas. De acordo com esta posição, medidas são propriedades inerentes à própria coisa medida, isto é, a natureza determina a medida das coisas e nós a acessamos através da medição. Um elemento essencial deste objetivismo, ressaltado por Mari (2003), é a Teoria dos Erros: qualquer grandeza tem seu “valor verdadeiro”, então a variação de resultados em um conjunto de medidas é explicado pela introdução da incerteza, já que o valor verdadeiro de uma grandeza é uma idealização e não pode ser conhecido de fato.

Em contrapartida, no período anti-metafísico, há a tentativa de eliminar todo este conteúdo metafísico da ciência e do conhecimento científico, através da ascensão da escola neopositivista, cujo projeto filosófico é fundamentado nas sensações, nas observações (MARI, 2003). Neste contexto, a concepção de medir se modifica; agora, medir é designar números para as coisas medidas de acordo com uma regra, qualquer que seja. Isto é, a posição acerca da mensuração, neste período, é que medidas são resultados de operações que preservam as relações observadas entre as coisas medidas. Uma frase representativa da concepção adotada neste período é realizada por Rudolf Carnap, dizendo que “os fenômenos em si exibem apenas qualidades que observamos. Tudo o que é numérico, [...], é introduzido por nós mesmos quando elaboramos procedimentos de medição.”(CARNAP; GARDNER, 1966).

Por fim, o período relativista é caracterizado pela ascensão da mecânica quântica e pelo problema de mensuração que ela traz: qual é a verdadeira medida no mundo microscópico? No período anti-metafísico, a escola neopositivista faz uma distinção considerada fundamental para o período: os termos teóricos e observacionais. Enquanto os termos teóricos adquirem um significado apenas em um modelo físico, os termos observacionais se referem a objetos, propriedade ou eventos diretamente observáveis, assim atuando como verdadeiros pilares de qualquer sistema de conhecimento empírico (MARI, 2003). No entanto, neste período marcado pelo relativismo, mesmo aqueles termos considerados puramente observacionais agora são considerados carregados de teoria. É a partir dessa mudança conceitual que Mari, de forma bem genérica, define o conceito de mensuração para este período: medidas são resultados de operações tidas como adequadas a suas intenções de obter informações da coisa medida.

Esses três períodos definem um esboço de uma história conceitual da mensuração, importante para melhor entender os conceitos e processos realizados por aqueles que fazem da ciência sua prática diária. Neste sentido, atualmente, os desenvolvimentos em filosofia da

ciência proporcionaram diferentes abordagens à concepção de mensuração; a abordagem baseada em modelos é uma destas.

Segundo Chang e van Fraassen (CHANG, 1995; VAN FRAASSEN, 2012) há uma troca entre teoria e experimentos que constrói um intercâmbio de correções. De acordo com Tal (TAL, 2013), os conceitos quantitativos assumidos como padrões, no decorrer da história, coexistem com teorias que também os modificam, de modo que definir um conceito sobre algo e mensurá-lo são ações que não poderiam ser pensadas separadamente (PINHEIRO, 2017). Ainda mais, teorias científicas possuem termos não observáveis, de elevado grau de complexidade, tornando difícil a formulação de um experimento (FRENCH, 2009) e, desta forma, a abordagem baseada em modelos tem assumido um papel fundamental na prática científica, uma vez que os modelos podem ser a ponte entre a complexidade da teoria e a complexidade do procedimento empírico, sendo versões idealizadas e por vezes simplificadas das teorias, que focam em tornar aspectos específicos tratáveis (PINHEIRO, 2017).

A abordagem baseada em modelos não apenas recusa a ideia de haver bases e fundações para a medição, [...], como também realoca o papel da justificação do conhecimento científico nos critérios epistêmicos oriundos das inferências que ocorrem na prática científica. (PINHEIRO, 2017, p. 14).

Assim, os modelos se estabelecem como formas de representação dos conteúdos científicos (BRAVO; MORALES, 2002). Uma representação de primeira ordem é feita a partir de um sistema físico, que representa o mundo fenomenológico, transformando os dados brutos em evidências a partir de um padrão (MATTHEWS, 1994). Posteriormente, uma representação de segunda ordem é feita através dos modelos científicos, cuja estrutura respeita o sistema físico e o modela a partir de termos teóricos (GIERE, 1983). Aí está a versão “idealizada e simplificada” dos sistemas físicos.

Estas versões de sistemas físicos assumem papel importante tanto na prática científica como na prática pedagógica, uma vez que o modelo científico (representação de segunda ordem) pode ser ainda mais uma vez transformado por meio de uma transposição didática (representação de terceira ordem), o modelo didático (BRAVO; MORALES, 2002). Neste intercâmbio entre os modelos científico e didático que o grupo Mecânica Experimental com Imagens (MEXI) constrói suas atividades, por meio do estabelecimento dessa troca entre teoria e experimento, cuja concepção de medida se faz na própria ação de definir a coisa medida.

## *1.2 Mecânica Experimental com Imagens – MEXI e o Ensino de Ciências*

O grupo se constitui em torno de um laboratório online, que tem como objetivo disponibilizar atividades experimentais complementares para disciplinas de mecânica, isto é, no site do laboratório são disponibilizados experimentos filmados, cujos fenômenos serão analisados ancorados na mecânica clássica (LEITE, 2023). Para cada uma das atividades são elaborados guias para que tanto alunas e alunos quanto professoras e professores possam se basear em ideias previamente discutidas pelo grupo para desenvolver o experimento e integrar práticas experimentais e teoria. Quer dizer, as atividades disponibilizadas no site visam uma compreensão mais profunda dos conceitos de sistemas mecânicos vistos em teoria, mas que, quando trabalhados de forma experimental, auxiliam no processo de aprendizagem, constituindo, assim, uma via de mão dupla.

Dentro do MEXI, as concepções acerca da medida se fazem fundamentais para o desenvolvimento dos seus trabalhos: na construção dos experimentos, em suas filmagens, na elaboração dos guias experimentais e na complementarização da prática docente com o laboratório online, trabalhando conceitos abstratos de forma experimental (FONSECA et al., 2014; FONSECA, 2015; LEITE, 2023).

E não só dentro do grupo MEXI que as concepções sobre medidas são importantes. Assim como na atividade científica, no ensino de Ciências da Natureza é de comum conhecimento que as atividades de cunho prático-experimental têm papel fundamental na formação estudantil, haja visto as habilidades e competências postas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) cujo texto, dentre várias habilidades, ressalta a importância do emprego de instrumentos de medição ou ainda da representação e interpretação de dados e resultados experimentais (BRASIL, 2018). Entretanto, os alunos do ensino superior chegam às universidades após um sistema de ensino público deficitário, cujo foco aparece predominantemente na transmissão de conceitos básicos. Este processo – falta de conexão entre os conhecimentos adquiridos e uma ausência de experiências práticas –, por sua vez, gera dificuldades em relacionar experimentos específicos com as leis físicas subjacentes e em explicar adequadamente as causas dos fenômenos observados. Assim, sendo um potencial catalisador da motivação, as atividades experimentais podem ter por objetivo educacional estimular o aprendizado de conteúdos em níveis mais profundos, bem como um elemento essencial para fomentar o início do desenvolvimento epistemológico da investigação científica (LABURÚ; BARROS, 2009).

Desse modo, tendo em vista que o conceito de medida se encontra na base da prática empírica, a noção atribuída à medida pelos estudantes possui um importante papel no que diz respeito aos meios pelos quais eles irão adquirir seus dados, isto é, como irão organizar e ordenar as medidas, com o objetivo de analisá-las, interpretá-las e tirar conclusões a partir delas. Quer dizer, fundamentados em uma concepção de medida, os discentes tanto da educação básica como da educação superior elaboram formas de lidar com os dados, seja na hora de extraí-los, seja na hora de analisá-los. Deste modo, dando um passo para trás, como os estudantes de licenciatura em física – professores em formação – entendem o conceito de medida, conceito este tão importante para a atividade científica?

Dado este contexto, a pesquisa que busca compreender mais profundamente a concepção estabelecida pelos professores em formação acerca da mensuração faz-se importante por vários motivos. Uma vez que a prática experimental está intimamente ligada ao fazer científico, o ensino que tem por objetivo promover não apenas os saberes e conhecimentos intrínsecos à ciência, mas também as habilidades associadas a esta atividade, devem estreitar os laços entre a prática e o ensino de ciências, inserindo os estudantes nessa cultura e, então, promovendo a Alfabetização Científica (SASSERON, 2008; CARMO, 2009; SOUZA, 2012). Além disso, as atividades experimentais, neste caso inseridas em um contexto tecnológico, têm o potencial de estimular e motivar os estudantes ao longo do desenvolvimento epistemológico da investigação própria da ciência.

Sendo assim, explorar as concepções de medida apresentada pelos estudantes parece fundamental não só para um melhor desenvolvimento de processos de ensino-aprendizagem, mas também no aprimoramento da formação e do trabalho docente. Ainda mais, em sendo um laboratório online que tem por objetivo auxiliar o trabalho docente na ação de integrar conhecimentos teórico-abstratos com conhecimentos empírico-concretos, a concepção de medida inserida no contexto do MEXI pode ser a ponte entre teoria e prática.

## 2 Quadro teórico-metodológico

O sentido que um aprendiz dá à medida determina as suas decisões de como coletar, processar e interpretar dados, possibilitando a obtenção de conclusões (LABURÚ; BARROS, 2009). Nesse sentido, a presente pesquisa busca investigar a concepção de medida adotada pelos professores em formação do curso, cuja estrutura leva em conta atividades elaboradas pelo grupo MEXI e usadas com estudantes da Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo.

Para tanto, tendo em vista seu objetivo descritivo, esta pesquisa se contextualizou em uma abordagem qualitativa, utilizando-se de questionários e entrevistas para a caracterização da turma. Os questionários (Apêndice A) foram de grande valia, uma vez que atuaram como uma ferramenta formativa das entrevistas (Apêndices B e C). Isto é, em uma primeira abordagem à turma, utilizou-se do questionário para melhor entender as questões que seriam essenciais de serem tratadas em uma outra aproximação. Por sua vez, na formulação da entrevista semiestruturada, o aperfeiçoamento das perguntas baseou-se nas respostas ao questionário, buscando defini-las melhor ao objetivo da pesquisa. Assim, a entrevista estruturou-se, principalmente, em três temáticas: filosófica, científica e tecnológica. Cada uma destas temáticas possuía temas internos: na temática filosófica, os temas se deram entorno das naturezas do objeto, do sujeito e do instrumento; na temática científica deu-se vez à relação experimento-teoria, processos de mensuração e análise de dados; na temática tecnológica, por fim, questionou-se a confiabilidade na tecnologia e sua influência na concepção de medida adotada pelos entrevistados. Estas temáticas e temas surgiram *a posteriori*.

Tanto questionário como entrevista se alicerçaram nas ideias de Buffler et al. (2001), que desenvolvem os paradigmas pontual e de conjunto. O termo “paradigma” é usado no sentido de uma “...constelação de crenças, valores, técnicas e assim por diante, compartilhada por membros de uma dada comunidade” (KUHN, 1970 apud Buffler et al., 2001, *tradução nossa*).

O paradigma pontual é caracterizado pela noção de que cada medição poderia, em princípio, ser o valor verdadeiro. Como consequência, cada medição é independente das outras e as medições individuais não são combinadas de forma alguma. [...] Na sua forma mais extrema, esta forma de pensar manifesta-se na crença de que apenas uma única medição é necessária para estabelecer um valor verdadeiro. [...] O paradigma do conjunto é caracterizado pela noção de que cada medição é apenas uma aproximação do valor verdadeiro e que o desvio do valor verdadeiro é aleatório. Como consequência, uma série de medições são necessárias para formar uma distribuição que se agrupe em torno de algum valor específico. A melhor informação sobre o valor real é obtida combinando as medições usando construções teóricas para descrever os dados coletivamente. (BUFFLER; ALLIE; LUBBEN, 2001, p. 1139, *tradução nossa*)

Em resumo, o paradigma pontual se sustenta na ideia de que a incerteza associada a uma medida pode, em princípio, ser nula, ao passo que o paradigma do conjunto se caracteriza pela compreensão de que há sempre alguma incerteza associada a qualquer mensuração.

Com isso em vista, bem como com o histórico de concepções de mensuração apresentado por Mari (2003), criou-se um questionário com vias de construir unidades de análise baseadas tanto nos paradigmas pontual e de conjunto, como nas concepções metafísica, anti-metafísica e relativista que, por sua vez, seriam utilizadas nas entrevistas, produzindo categorias a serem analisadas. Nesse sentido, a construção da entrevista e de suas categorias foi gradativa e sujeita a alterações ao longo do tempo, de modo que diferentes categorias pudessem assumir características mais abrangentes do que outras. Segundo Moraes e Galiuzzi (2016)

Os dois métodos, dedutivo e indutivo, também podem ser combinados num processo misto de análise pelo qual, partindo de categorias definidas "a priori" com base em teorias escolhidas previamente, o pesquisador encaminha transformações gradativas no conjunto inicial de categorias, a partir do exame das informações do Corpus de análise. Nesse processo, [...] a indução auxilia a aperfeiçoar um conjunto prévio de categorias produzidas por dedução (p. 46).

Sendo assim, de maneira simplificada, as entrevistas foram transcritas e organizadas por turnos; as falas dos entrevistados foram separadas e classificadas em categorias de análise construídas através das concepções de mensuração trazidas por Mari (2003), relacionando-as com os Paradigma Pontual e de Conjunto, uma vez que estes podem ser entendidos em diferentes perspectivas acerca da natureza do sujeito, instrumento e objeto, como apresentado no quadro 1. Dessa forma, a diferenciação de primeira ordem – paradigmas pontual e de conjunto – vêm das ideias de Buffler *et al.*, ao passo que as diferentes concepções (segunda ordem) vêm das ideias de Mari; as dimensões sujeito, instrumento e objeto são criação próprias. As categorias de análise são as seguintes:

Quadro 1 – Divisão dos paradigmas acerca das naturezas do sujeito, instrumento e objeto

Paradigma do Conjunto			Paradigma Pontual		
Metafísica			Sujeito	Instrumento	Objeto
Sujeito	Instrumento	Objeto	Neutro	Absoluto	Absoluto
Neutro	Incerto	Absoluto			
Anti-metafísica					
Sujeito	Instrumento	Objeto			
Parcial	Incerto	Absoluto			
Relativística					
Sujeito	Instrumento	Objeto			
Parcial	Incerto	Incerto			

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024.

- Objeto absoluto/difuso:
  - Com esta categoria pretende-se separar as sentenças que se referem ao objeto medido e analisar se seu sentido leva a um objeto absoluto – que pode ser medido perfeitamente e não possui flutuações intrínsecas ao próprio objeto, isto é, ele naturalmente pode ser medido de forma exata – ou, ao contrário, se é difuso e sua natureza não permite medi-lo exatamente.
- Instrumento absoluto/incerto:
  - Instrumento usado para acessar e medir o objeto, analisando se seu sentido leva a um instrumento absoluto – que pode acessar perfeitamente o objeto e medi-lo com exatidão – ou, ao contrário, se é incerto e sua natureza não permite medir exatamente.
- Sujeito parcial/neutro:
  - Refere-se ao sujeito medidor e analisar se seu sentido leva a um sujeito neutro – que pode ler os dados perfeitamente e não possui influências intrínsecas a ele quando utiliza um instrumento para acessar o objeto medido, isto é, ele naturalmente pode medir de forma exata – ou, ao contrário, se é parcial e sua natureza não permite medir exatamente, pois influencia na medida realizada.
- Relação teoria-prática:
  - Relação entre a teoria e a prática – como os conceitos teóricos ajudam a entender e a executar os experimentos, e como a prática auxilia na compreensão da teoria – tendo em vista o papel dos modelos científicos e didáticos e a concepção de medida inserida neste contexto.
- Papel da tecnologia:
  - Refere-se à tecnologia e sua influência na concepção de medida adotada pelos estudantes – como o laboratório *online* se enquadra nas diferentes concepções de mensuração adotada pelos estudantes.

Dessa forma, com estas categorias, pretende-se ser capaz de analisar as duas entrevistas produzidas e investigar como cada um dos dois indivíduos concebe a mensuração de acordo com o estabelecido no Quadro 1.

### 3 Resultados e discussão

As entrevistas foram analisadas tomando como base as categorias previamente descritas, de tal maneira que se separou as sentenças de cada entrevista em turnos, enquadrando-as conjuntamente em suas respectivas categorias. Quer dizer, a estrutura da transcrição é tal que, ao se alterar o remetente do discurso, altera-se também o turno. Por exemplo, a entrevista 1 (Apêndice B) é iniciada pelo turno 1.1, quando se altera o falante, o turno passa para 1.2 e assim por diante. Posteriormente, uma análise geral será realizada, resumindo os principais resultados obtidos.

#### 3.1 Análise por categoria

Iniciando pela categoria referente à natureza do objeto medido, enquadraram-se aqui as sentenças que mencionavam uma concepção sobre a natureza daquilo que se mede. No entanto, e observando o quadro 2, só houve menção a esta categoria na entrevista 2, em dois turnos diferentes. No turno 2.24, diz-se que não há como medir nada de forma exata, justificando essa afirmação através da realidade com a qual a natureza opera, isto é, não se pode medir nada exatamente, uma vez que não operamos num mundo idealizado. E, questionando-se se isso se dava por causa da natureza do instrumento ou do objeto, a resposta no turno 2.26 diz que pode ser causada por ambas, mas majoritariamente pelo instrumento.

Quadro 2 – Sentenças da entrevista 2 sobre a natureza do objeto

Objeto	
Entrevista 2	
Turno	Sentença
2.24	Exato, não. Tipo, acho que não tem como medir nada exato. Porque o mundo ele não é ideal, né? Então não tem como medir nada exato. A gente consegue com o máximo de precisão, mas exato, não.
2.26	Boa pergunta. Eu acho que o instrumento. Assim pode ser os dois, mas eu acho que majoritariamente pelo instrumento.

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024

Estes dois turnos podem ser entendidos como uma concepção relativística, enquadrada no paradigma do conjunto, uma vez que se entende tanto o instrumento quanto o objeto sendo de naturezas incerta e difusa.

Na categoria referente à natureza do instrumento usado para medir, enquadraram-se as sentenças que diziam respeito àquilo usado para realizar a mensuração, isto é, o objeto medidor.



Em ambas as entrevistas houve cinco turnos (Quadro 3) que expressaram uma concepção para a natureza do instrumento, sendo possível separá-los em diferentes concepções de medida.

Quadro 3 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a natureza do instrumento

Instrumento			
Entrevista 1		Entrevista 2	
Turno	Sentença	Turno	Sentença
1.12	Exatamente é muito. É um termo muito complicado, porque assim, se a gente quer exatamente, exatamente, a gente teria que ter um material muito avançado, que teria um super zoom para a gente saber exatamente onde está tudo.	2.22	Depende do instrumento. Mas é que eu não lembro o nome do instrumento. Tem um instrumento que ele tem duas garrinhas. E tipo, ele tem uma precisão tipo bastante. Eu considerei ele preciso para o nosso contexto. Tipo, o nosso tamanho. Tipo, na nossa realidade ele é bem preciso assim.
1.14	Se a gente tivesse esse instrumento... bom, a gente conseguiria a medida exata, mas eu não acho que ter essa exatidão perfeita vai mudar muito para o que a gente tem, porque o aluno, o aluno assim, querendo ou não, se a gente tivesse uma medida exatamente perfeita e da medida que a gente tira, vai ser, assim, uma diferença de, sei lá, 5%, então eu não acho tão relevante para a didática, sabe?	2.26	Boa pergunta. Eu acho que o instrumento. Assim pode ser os dois, mas eu acho que majoritariamente pelo instrumento.
1.22	Eu acho que quando você tem materiais melhores para fazer esse modelo, você vai chegar mais perto dessa fórmula que está querendo representar em um modelo, no caso.		

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024

Na entrevista 1, no turno 1.12, quando se questiona a possibilidade de medir exatamente uma determinada grandeza física, a resposta se direciona para a impossibilidade de o material medidor realizar tal tarefa. Quer dizer, coloca-se na natureza do instrumento a impossibilidade de realizar uma medida exata e, na hipótese de existir e usar um instrumento “perfeito”, o objeto – ou grandeza – poderia ser medido exatamente, como expressado no turno 1.14. Esses dois turnos podem ser entendidos como pertencentes ou à concepção metafísica, ou à anti-metafísica, já que ambas descrevem objetos absolutos e instrumentos incertos, diferenciando-se apenas pela concepção do papel do sujeito na mensuração. O turno 1.22, por sua vez, diz que os instrumentos têm um papel de aperfeiçoar uma medida de tal forma que esta se adeque a uma determinada fórmula matemática. Entende-se, com isso, que a medida é intrínseca ao objeto medido e, ao se melhorar o instrumento, aproxima-se de um valor dado pela “fórmula”. Esta concepção, portanto, enquadra-se melhor na visão metafísica de mensuração (MARI, 2003).

Em contrapartida, na entrevista 2, os turnos 2.22 e 2.26 expressam uma relação forte entre a natureza do objeto e do instrumento, entendendo ambos como difuso e incerto, respectivamente. No turno 2.22, ressalta-se a importância da afinidade entre a precisão do instrumento e o objeto medido, o “contexto” em que se usa um determinado instrumento. Já no turno 2.26 essa relação aparece ainda mais forte, expressando como nem objeto e nem instrumento podem ser absolutos. Nesse sentido, estes turnos se enquadram na concepção relativística de mensuração.

Na categoria que se refere ao sujeito medidor houve três turnos em ambas as entrevistas que expressaram uma concepção acerca da natureza do sujeito e sua influência na ideia de medida (Quadro 4). No entanto, em ambas as entrevistas, a concepção sobre a natureza do sujeito parece ser a mesma; enquanto na entrevista 1, no turno, 1.26, diz que um instrumento ideal forneceria o mesmo independentemente do sujeito que mede, nos turnos 2.28 e 2.30 da entrevista 2 essa ideia está subentendida quando se diz que o sujeito não influenciaria na medida já que se trata de um instrumento ideal. Nesse sentido, em ambas as entrevistas se entende o sujeito como neutro.

Quadro 4 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a natureza do sujeito

Sujeito			
Entrevista 1		Entrevista 2	
Turno	Sentença	Turno	Sentença
1.26	E é lógico que vai mudar de sujeito para sujeito. Da mesma forma que quando a gente pegava a trena. Vai ter gente que vai ler diferente, só que em questão de milímetro, né? Um material ideal eu acho que ele forneceria o mesmo para a gente.	2.28	Pode ser que sim, porque, em outras matérias anteriores que eu tive à mecânica dos fluidos, que foi IMF, a minha medida era diferente da medida da minha dupla, mas não porque estava posicionado diferente, porque era a mesma posição. A gente só olhava, mas a paralaxe diferenciava um pouco, tipo, se eu estava mais pra esquerda, estava mais pra cá. E quando você está no meio da régua, tipo nos milímetros, você pode chutar para cima, outra pessoa para baixo. Então a leitura influencia. Então, mesmo que estivesse... É que nesse caso está falando de um instrumento ideal, então acho que não influenciaria.
		2.30	Não, se tivesse um instrumento ideal.

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024

Agora analisando a categoria cujas sentenças expressaram uma relação da teoria sobre mensuração, estatística ou modelos com a prática experimental, em ambas as entrevistas houve vários turnos que se enquadraram nesta categoria, somando 12 ao todo. Na entrevista 1, nos

turnos 1.4, 1.10, 1.14, 1.20 e 1.30 é possível ver uma concepção de medida que se faz dentro da prática experimental, isto é, a compreensão do significado atribuído à medida é formulada conjuntamente ao entendimento sobre aquilo que se está medindo. No entanto, nestes mesmos turnos, pode-se observar que se atribuí à prática experimental um caráter demonstrativo da teoria, estabelecendo um vínculo unidirecional entre estes dois campos. No turno 1.22, por exemplo, ao dizer que “você tem que se adequar à fórmula”, exhibe-se esta relação, onde a teoria prevalece sobre a prática.

Quadro 5 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a relação teoria-prática

Relação teoria-prática			
Entrevista 1		Entrevista 2	
Turno	Sentença	Turno	Sentença
1.4	O objetivo era ver se batia assim, se as contas batiam, o que estava no vídeo, se as contas pareciam razoáveis, né?	2.4	Eu não sei se é porque como a gente pulou o rolamento sem deslizamento, a gente acabou acompanhando a escrita do relatório junto com a teoria. Então, a cada aula era tipo um insight com: “nossa, isso é o relatório”.
1.10	Se você não está acostumado a ver as medidas no seu dia a dia, você vai ter muita dificuldade de assimilar isso na sua matéria.	2.6	Ajuda porque a gente enxerga o que tá no papel e eu gosto bastante disso.
1.14	Só de você já conseguir assimilar a matéria com o experimento, para o aluno fazer as medidas já ajuda bastante na parte didática.	2.14	Não, porque a gente tem ciência dessas coisas. Então, se aconteceu um erro a mais ou a menos, a gente tem a incerteza tipo “ah, tá dentro do que pode dar errado”. E se der alguma coisa tipo fora do que a gente espera, a gente sabe o porquê. E se der uma coisa absurda é porque tem algo errado. Mas tipo, se não dá muito absurdo, a gente já sabe o porquê.
1.20	Eu acho que fica melhor para o aluno fazer e a conclusão vai bater mais com o que a gente estuda na parte de fórmulas, né?	2.18	Assim, da teoria. E eu sinceramente, não sei como eu fazia isso. Acho que se eu for fazer de novo, não sei se eu conseguiria de novo. Mas a gente com a teoria, tipo assim, fazer os cálculos antes e depois ver o que vai acontecer com as fotos do MEXI guiava um pouquinho.
1.22	Por exemplo, quando você pega uma fórmula e você quer fazer um modelo dela, você tem que se adequar à fórmula, não é a fórmula que está se adequando a seu modelo, entendeu?	2.32	Eu acho que quando você tem um conjunto de dados, dá para tirar uma estatística. Tipo, uma probabilidade. Não é a palavra certa, mas entre aspas, você exclui certos fenômenos que você não tá prevendo que aconteça.
1.30	Eu acho importante porque para o aluno, quando ele vai ter uma aula e ele, em algum exercício, vê o resultado do exercício, eu acho bom ele entender. Tipo, na prática, assim, mais ou menos, quanto que tá dando aquela conta, sabe?	2.34	É por conta disso que eu falei, porque você consegue uma probabilidade a posteriori. Você vê qual é a probabilidade de você obter um resultado. Você vê como os outros se diferenciam. Consegue fazer gráficos e histogramas. E aí você sabe, tipo onde

mais ou menos vai tudo aquilo que você fez, por mais que seja a mesma coisa, todas as vezes que você fez, aí você tem uma média, por exemplo.

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024

Na entrevista 2, por sua vez, todos os turnos do quadro 5 expressam uma relação em via de mão dupla entre teoria e prática, tanto ao dizer que as aulas ajudavam na escrita do relatório (turno 2.4), bem como os experimentos online ajudavam a entender o que estava no papel (turno 2.6). Quer dizer, essa relação é entendida de forma distinta daquela na entrevista 1, onde a teoria prevalecia sobre a prática; aqui ambos os campos são compreendidos como complementares e pertencentes a um processo de aprendizagem. Os turnos 2.14, 2.32 e 2.34 ressaltam o papel da teoria estatística, por exemplo, para a compreensão da atividade prática, ao passo que o turno 2.6 expressa a importância da atividade no entendimento teórico/conceitual.

No entanto, assim como na entrevista 1, os turnos da segunda entrevista, pertencentes a esta categoria, mostram uma concepção de medida que se dá dentro da relação entre o processo de mensuração e a definição daquilo que se mede, ou seja, exibindo que na própria ação de definir a coisa medida que a concepção sobre esta se faz. No turno 2.14, por exemplo, o entendimento sobre aquilo que se mede está pautado não apenas em uma teoria estatística, mas também em uma expectativa teórica que define aquilo que está sendo medido. Isto pode ser estendido para os turnos 2.18, 2.32 e 2.34.

Por fim, na categoria que buscava enquadrar as sentenças referente às tecnologias e sua influência na concepção de mensuração, houve 3 turnos no conjunto das duas entrevistas (Quadro 6), cujas sentenças apresentaram uma insatisfação com a qualidade das imagens, influenciando na precisão da leitura delas, mas não expressam uma influência sobre a concepção de medida adotada pelos entrevistados.

Quadro 6 – Sentenças de ambas as entrevistas sobre a relação teoria-prática

Tecnologia			
Entrevista 1		Entrevista 2	
Turno	Sentença	Turno	Sentença
1.16	Eu acho que assim, para a qualidade das imagens acho que poderia melhorar, mas é que é muito caro esses equipamentos que gravam muitos quadros e tem imagem boa.	2.10	Com precisão, não, por conta da câmera também. Tipo, tinha esse aviso que a câmera tinha poucos frames por segundo, então a parte de cima era mais precisa do que a de baixo. E também os borrões eram muito fortes, não eram muito estáticos.
1.20	No aperfeiçoamento [das imagens], eu acho que o		

que vai mudar é que, se o  
aluno fez bonitinho, o  
experimento da forma  
certa, você vai ter  
resultados mais parecidos  
com a teoria, né?

Fonte: Gabriel Barbosa Candido, 2024

### 3.2 *Análise Geral*

De modo geral, tomando o Quadro 1 como ponto de partida é possível enquadrar ambos os entrevistados atuando no Paradigma do Conjunto, sugerindo uma prática que assume a noção de que cada medição é apenas uma aproximação e que há sempre alguma incerteza associada a qualquer mensuração que se faça, como posto por Buffler et al. (2001). Por outro lado, trazendo as concepções de mensuração de Mari (2003), fez-se possível distinguir estes entrevistados assumindo diferentes posições dentro do Paradigma do Conjunto. Tomando por base as categorias sobre as naturezas do sujeito, instrumento e objeto, de um lado – entrevista 1 – há uma concepção metafísica sobre a medida, entendendo esta como uma propriedade inerente àquilo que se mede (MARI, 2003), sendo determinada pela natureza e acessada através da medição, uma vez que é expressada a neutralidade do sujeito na mensuração, bem como um instrumento incerto e um objeto exato. Do outro lado – entrevista 2 – há uma concepção relativística sobre a mensuração, cuja medida é entendida como resultados de operações tidas como adequadas a suas intenções de obter informações da coisa medida (MARI, 2003). Por mais que não se tenha expressado a concepção da natureza de um sujeito ativo no concebimento de mensuração nesta entrevista, faz-se possível enquadrar uma concepção relativística sobre a medida, uma vez que se tenha um entendimento tanto do instrumento incerto como do objeto difuso.

Entretanto, por mais que se diferencie a ideia de mensuração tida pelos dois entrevistados, faz-se interessante notar a importância dada por ambos ao papel do modelo na construção da concepção de medida. Isto é, pode-se notar nas duas entrevistas uma convergência do entendimento sobre a mensuração tida a partir da relação entre teoria e prática intermediada pela ideia de modelo. Na entrevista 1 há menções explícitas a eles e as modificações sofridas a partir ora da teoria, ora da prática (turno 1.22). Na entrevista 2, por sua vez, não há menções explícitas, mas se estabelece uma forte relação entre teoria e prática onde a ideia de modelo fica subentendida (turnos 2.14 e 2.18). Nesse sentido, ambas as concepções

de medida, por mais que se diferenciem, são construídas de forma similar, quer dizer, se dão a partir da relação com o modelo estabelecido.

Ainda, não houve menções à influência da tecnologia sobre ambas as concepções de mensuração, possivelmente pela não capacidade da entrevista e deste autor em alcançar essa categoria, uma vez que tanto na entrevista 1 (2 turnos) quanto na entrevista 2 (1 turno) houve sentenças que apenas tangenciaram este ponto.

## 4 Conclusão

Retomando aqui o objetivo do trabalho de pesquisa, necessita-se discutir em que medida ele foi ou não alcançado. O objetivo foi apresentado na seção 1 e dizia o seguinte: “o presente trabalho de pesquisa tem por objetivo descrever concepções sobre mensuração adotadas por professores de física em formação e inseridas em atividades de um laboratório online”. Desse modo, a partir do referencial teórico se estabeleceram as bases da investigação e de caracterização das concepções para que fosse possível categorizar e analisar as sentenças que surgiram ao longo das entrevistas. Estas, por sua vez, foram necessárias uma vez que se requereram maior profundidade que os questionários não foram capazes de fornecer, com o objetivo de melhor entender o significado dos discursos ali produzidos.

Nesse sentido, por meio da criação das categorias citadas na seção 2, construíram-se as entrevistas colocadas nos apêndices B e C, cujos resultados foram analisados e discutidos na seção 3. Aqui foi possível identificar duas diferentes concepções de medida, ambas inseridas no Paradigma do Conjunto, ou seja, assumindo a noção de que cada medição é apenas uma aproximação e que há sempre alguma incerteza associada a qualquer mensuração que se faça. Dentro deste paradigma, portanto, diferenciaram-se as concepções da seguinte maneira: na entrevista 1, uma concepção de mensuração se enquadrou no contexto metafísico, de forma que o sujeito assume um papel neutro na mensuração, o instrumento tem natureza incerta e o objeto possui natureza exata, além de entender a medida sendo uma propriedade inerente àquilo que se mede; na entrevista 2, a concepção se enquadrou no contexto relativístico, de forma que tanto instrumento como objeto possuem naturezas incerta e difusa, respectivamente. Além disso, na entrevista 2 a medida deu-se como sendo o resultado de operações tidas adequadas a suas intenções de obter informações da coisa medida.

Por outro lado, tanto a concepção da entrevista 1 como da entrevista 2 mostraram ser concebidas através da relação entre teoria e prática, relação esta estabelecida nas atividades do laboratório online por meio dos modelos científicos e didáticos. Quer dizer, ambas as concepções mostraram um entendimento sobre aquilo que se mede pautado não apenas na prática da mensuração, mas também na teoria que define aquilo que está sendo medido e, portanto, concepções alicerçadas em modelos. Nesse sentido, as atividades do MEXI mostraram-se capazes de contribuir para a formulação de concepções baseada em modelos e, dessa forma, para a própria formação de professores, uma vez que relacionam teoria e prática como campos que dialogam na construção da investigação científica e do conhecimento.

Inicialmente, havia-se como objetivo deste trabalho a caracterização de uma turma, que se tornou inviável quando se admitiu a necessidade da realização de entrevistas, visto que o tempo era curto e a demanda de trabalho muito alta. Por isso, trabalhos de pesquisa futuros de duração mais longa que um ano seriam essenciais para uma melhor, maior e mais profunda descrição das concepções de mensuração.

Finalmente, pouco se conseguiu ao investigar a influência da tecnologia digital na concepção de mensuração adotadas pelos professores em formação. Uma possível razão para isso pode ser pensada na incapacidade de o questionário criar um contexto em que se ponha em campo o debate sobre esta categoria. Assim, o refinamento do questionário seria essencial em um futuro trabalho que retomasse esta pesquisa.



## Referências Bibliográficas

- BRAVO, A. A.-; MORALES, L. El concepto de modelo en la enseñanza de la Física - consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 79–91, 1 jan. 2002.
- BUFFLER, A.; ALLIE, S.; LUBBEN, F. The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1137–1156, nov. 2001.
- CARMO, A. B. D.; CARVALHO, A. M. P. D. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 1, p. 61–84, 2009.
- CARNAP, R.; GARDNER, M. **Philosophical Foundations of Physics. An Introduction to the Philosophy of Science**. New York: Basic Books, 1966.
- CHANG, H. Circularity and Reliability in Measurement. **Perspectives on Science**, v. 3, n. 2, p. 153–172, 1 jun. 1995.
- FONSECA, M. et al. O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, p. 4503, 11 fev. 2014.
- FONSECA, M. D. **O laboratório virtual como atividade complementar de disciplinas introdutórias de mecânica: análise a partir da experiência do giroscópio**. Mestrado em Ensino de Física—São Paulo: Universidade de São Paulo, 18 set. 2015.
- FRENCH, S. **Ciência: Conceitos-chave em filosofia**. [s.l.] Artmed Editora, 2009.
- GIERE, R. N. *Testing Theoretical Hypotheses*. 1983.
- LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. PROBLEMAS COM A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES EM MEDIÇÃO: RAZÕES PARA A FORMAÇÃO DO PARADIGMA PONTUAL. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 151–162, 2009.
- LEITE, M. DE L. **Experimentação, modelização e testes de hipóteses em Física: da construção às aplicações de um experimento com imagens de mecânica em um curso de licenciatura**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 13 abr. 2023.
- MARI, L. Epistemology of measurement. **Measurement**, v. 34, p. 17–30, 2003.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. [s.l.] Routledge, 1994.
- MORAES, R. **Análise textual discursiva**. [s.l.] Editora Unijuí, 2016.
- PINHEIRO, F. F. Concepções sobre Medição na História da Filosofia. **PERI**, v. 9, n. 2, p. 1–16, 2017.
- SASSERON, L. H. ALMEJANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: A PROPOSIÇÃO E A PROCURA DE INDICADORES DO PROCESSO. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2008.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, n. 3, p. 593–611, 2012.

TAL, E. Old and New Problems in Philosophy of Measurement. **Philosophy Compass**, v. 8, n. 12, p. 1159–1173, 2013.

VAN FRAASSEN, B. C. Modeling and Measurement: The Criterion of Empirical Grounding. **Philosophy of Science**, v. 79, n. 5, p. 773–784, dez. 2012.

---

## Apêndice A – Questionário

O presente questionário tem como objetivo entender melhor qual é a relação que estudantes do curso *4300255 – Mecânica dos corpos rígidos e dos fluidos* estabelecem com as medidas realizadas nos experimentos online. Dessa forma, as perguntas que você encontrará a seguir dizem respeito aos processos, atitudes e conceitos que caracterizam a atividade experimental vivenciada no decorrer de sua prática ao longo da disciplina.

São perguntas de “sim” ou “não”, com exceção de 2 questões que pedem uma justificativa: a primeira e a última. Portanto, seja sincero(a) em suas respostas, elas serão ANÔNIMAS e não implicarão em nenhum prejuízo àqueles que as fizerem, além de serem de grande valia para mim. Obrigado!

- 1) Você considera que está realizando um processo de medida ao retirar dados das imagens? Justifique.

SIM

NÃO

---



---



---



---



---



---



---



---

- 2) Você acredita que é possível medir o valor verdadeiro de uma grandeza qualquer que seja o processo de medida?

SIM

NÃO

- 3) As imagens e os vídeos da página do MEXI despertam sua curiosidade e interesse sobre o fenômeno envolvido?

SIM

NÃO

- 4) “Se tomarmos muito cuidado ao realizar um experimento podemos suprimir os erros experimentais completamente”. Você concorda com esta frase?

SIM

NÃO

- 5) A incerteza sobre uma medida vem unicamente de erros do(a) experimentador(a) que realiza a leitura das imagens?

SIM

NÃO

6) Você conhece ou supõe que exista algum aplicativo que leia exatamente a posição do corpo analisado, de forma a reduzir completamente as incertezas?

SIM

NÃO

7) “Uma análise mais precisa é feita sobre todo o conjunto de dados – analisando suas relações e dependências – e não sobre cada dado independentemente”. Você concorda com esta frase?

SIM

NÃO

8) A melhor aproximação de uma medida seria aquela para a qual o valor mais se repete?

SIM

NÃO

9) Os fenômenos analisados no Laboratório Online oferecem uma boa aproximação dos estudantes com a teoria que se pretende demonstrar?

SIM

NÃO

10) Você considera que os dados extraídos das imagens são confiáveis? Justifique.

SIM

NÃO

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Suas respostas são muito importantes para mim, não só para a construção do trabalho de pesquisa, mas também para melhor entendê-los.  
Muito obrigado por participar do meu TCC!

---

## Apêndice B – Entrevista 1

**1.1 G:** Primeiro vou falar sobre o que são as perguntas: o que eu estou pesquisando. Daí dou uma contextualizada. Basicamente a minha pergunta motivadora do TCC é: o que os professores em formação, no caso vocês, entendem por medida? O que é medir? Essa é a pergunta que eu quero entender. O que vocês têm por concepção sobre a medida? Eu tinha passado um questionário, eu não sei se você lembra, há um tempo e aí, a partir do questionário, eu montei umas perguntas para fazer a entrevista e daí as perguntas são em volta disso. Então, basicamente eu vou perguntar coisas sobre o que você entende pelos objetos que está medindo, os fenômenos que você mede; os instrumentos de medida e se eles influenciam ou não; sobre o sujeito como alguém que está medindo etc. E coisas próprias da mensuração: o que você faz para medir? Quais são os “passo a passo”? Se tem algum “passo a passo” que você faz etc. E sobre a tecnologia. Como o laboratório é online, ou seja, são experimentos gravados, como isso influencia, se isso influencia ou não sobre sua concepção de medida. E vai ser mais ou menos por aí, certo? Então eu queria começar perguntando: você lembra dos experimentos de Mec. Flu.?

**1.2 B:** O primeiro, o primeiro foi um que era tipo dois transferidores. Aí era um fio, né? Aí o outro tinha um transferidor menor e outro maior. Aí você tinha que medir, era fazer uma relação entre velocidade linear e angular. Se eu não estou enganado. Aí o segundo... deixa eu ver qual foi o segundo, cara. O segundo pode ter sido... foi aquele lá de queda livre. Não é queda livre. Era a roda de inércia. Isso é a roda de inércia. Isso mesmo. Ela rodava, rodava, deixava cair o peso. Aí o terceiro eu acho que foi o da roda, né? Que ele joga a roda fazendo um movimento para ela voltar para trás depois que era de escorregamento. É quando parava de escorregar, né? Tem mais um. Eu acho que o da roda é o último. Eu acho que eu pulei um. Eu acho que o último é do giroscópio. Isso, o último era do giroscópio. Isso mesmo. Aí eu fiz primeiro do quantitativo e depois do qualitativo.

**1.3 G:** Perfeito. Dentro desses experimentos, você lembra o que você fazia para medir?

**1.4 B:** Sim, tinha os guias, né? Que era para a gente ter uma noção ali do que olhar, onde olhar. A professora aleatori..., como posso falar? Em ordem aleatória ela falava para a gente pegar tal cena. Que era vários conjuntos de imagens e cada cena tinha um conjunto de imagens. A gente pegava esse conjunto de imagens, né? Aí geralmente cada experimento tinha um jeito para você ver as medidas. Tipo, no fundo aparecia sei lá em qual altura estava ou qual posição estava, né? E você mesmo definir um eixo x e y. Aí a gente abria um Excel, colocava todas as informações, primeiro as medidas, aí depois a gente fazia e programava as contas. O objetivo era

ver se batia assim, se as contas batiam, o que estava no vídeo, se as contas pareciam razoáveis, né?

**1.5 G:** O que é ser razoável?

**1.6 B:** Razoável assim: por exemplo, no meu giroscópio. A minha velocidade – de spin ou de precessão, acho que foi de precessão – deu uma coisa tipo 5000 metros por segundo. E tipo 5000 metros por segundo é uma velocidade muito alta comparado ao que a gente está acostumado, né? Tipo, dez metros por segundo é 36 quilômetros por hora, né?

**1.7 G:** Então, mas aí você tem alguma noção de que velocidade esperar?

**1.8 B:** Então, o bom desses experimentos é que já é esperado você ter uma noção prévia de tamanho, dependendo da matéria. Porque, por exemplo, em termo a gente não tem muita noção porque já é uma coisa mais vai para o macro, né? Aí é mais difícil. Mas, por exemplo, mecânica é uma coisa que a gente consegue ser mais razoável quanto a velocidade, aceleração etc.

**1.9 G:** Essa noção prévia você acha que vem de onde?

**1.10 B:** Assim, por exemplo, de velocidade. Eu acho que vem da nossa vida mesmo, né? Porque a gente sabe quanto que é mais ou menos 20 km por hora 60, 100 quilômetros por hora. Mas, por exemplo, quando já vai para força, quando a gente está falando em Newtons, já dá uma dificuldade para a gente. E é importante porque esses experimentos conseguem dar uma massageada nas nossas cabeças quanto a isso, faz a gente começar a ter uma noção, né? É como se fosse no dia a dia. Por exemplo, se você faz um esporte, se você quer ser bom nele, você tem que todo dia pegar um pouco no esporte. Você não pode ficar só pensando no que você vai treinar, sabe? Você tem que treinar também. E com a física é a mesma coisa. Se você não está acostumado a ver as medidas no seu dia a dia, você vai ter muita dificuldade de assimilar isso na sua matéria. Por exemplo, quando a gente está falando de velocidade, é muito fácil. Muito fácil, não, mas é mais simples de um aluno assimilar do que quando a gente está falando de força, porque a velocidade está no nosso dia a dia, né?

**1.11 G:** E na hora de medir, por exemplo, essa velocidade, você acha que a gente consegue medir exatamente a velocidade com que um objeto está?

**1.12 B:** Exatamente é muito. É um termo muito complicado, porque assim, se a gente quer exatamente, exatamente, a gente teria que ter um material muito avançado, que teria um super zoom para a gente saber exatamente onde está tudo.

**1.13 G:** Mas vamos para esse cenário hipotético então. Se a gente tivesse esse instrumento?

**1.14 B:** Se a gente tivesse esse instrumento... bom, a gente conseguiria a medida exata, mas eu não acho que ter essa exatidão perfeita vai mudar muito para o que a

gente tem, porque o aluno, o aluno assim, querendo ou não, se a gente tivesse uma medida exatamente perfeita e da medida que a gente tira, vai ser, assim, uma diferença de, sei lá, 5%, então eu não acho tão relevante para a didática, sabe? Eu acho que é importante o aluno, ele pelo menos ter uma base, mesmo que não seja tão, tão boa a tecnologia. Só de você já conseguir assimilar a matéria com o experimento, para o aluno fazer as medidas já ajuda bastante na parte didática.

- 1.15 G:** E na parte de tecnologia que você comentou, você acha que influencia, por exemplo, o laboratório ser online? Você acha que isso influencia nas medidas?
- 1.16 B:** Eu acho que assim, para a qualidade das imagens acho que poderia melhorar, mas é que é muito caro esses equipamentos que gravam muitos quadros e tem imagem boa.
- 1.17 G:** Mas nesse mesmo sentido eu pergunto: se a gente melhorasse as imagens, deixasse elas perfeitas, as medidas seriam melhores?
- 1.18 B:** Provavelmente, se você tem uma imagem mais nítida – mais nítida tipo de captura mesmo, não de melhora de um efeito, sabe? De um programa, não. De captura mesmo – ia facilitar a vida do aluno, porque, por exemplo, eu quando eu fiz essa matéria eu encontrei bastante dificuldade, principalmente no experimento do deslizamento, porque era uma roda, que tinha o aro em formato de cruz e esse aro ficava muito borrado na ponta, tipo muito borrado mesmo. Isso aí atrapalhava um pouco.
- 1.19 G:** E na conclusão que você chegava do experimento, mesmo com as imagens borradas, mesmo tendo essa influência da câmera da captura da imagem, você acha que a conclusão muda? Porque, como a gente falou, tinha um guia com um objetivo e a conclusão é com base nesse objetivo. A conclusão muda? O objetivo muda?
- 1.20 B:** No aperfeiçoamento, eu acho que o que vai mudar é que, se o aluno fez bo-nitinho, o experimento da forma certa, você vai ter resultados mais parecidos com a teoria, né? Com as contas. E eu acho que é até melhor para o aluno fazer, porque de verdade, quando eu fazia, dava um pouquinho de dor de cabeça depois de um tempo, porque você ficava vendo as imagens borradas e você tinha que chutar onde que vai estar a barrinha de metal. Eu acho que fica melhor para o aluno fazer e a conclusão vai bater mais com o que a gente estuda na parte de fórmulas, né?
- 1.21 G:** Eu pergunto isso porque os guias dos experimentos do MEXI estão baseados em modelos, então a gente faz o modelo e o experimento, e o experimento e o modelo se influenciam. Então, no modelo, você acha que ele consegue prever essas minúcias?
- 1.22 B:** É que assim: na física, a visão que eu tenho é que qualquer experimento que a gente faz está certo. Mas para achar um modelo... vamos achar um modelo. Por exemplo, quando você pega uma fórmula e você quer fazer um modelo dela, você

tem que se adequar à fórmula, não é a fórmula que está se adequando a seu modelo, entendeu? Então, assim, para você chegar muito perto da fórmula, você tem que ter equipamentos muito bons. A medida tem que ser, tem que ser bem feita, né? Não é de primeira nem de décima. Às vezes vai demorar 100 vezes para se conseguir uma gravação realmente boa, né? E é isso. Eu acho que quando você tem materiais melhores para fazer esse modelo, você vai chegar mais perto dessa fórmula que está querendo representar em um modelo, no caso.

**1.23 G:** Eu vou fazer uma última pergunta, porque acho que eu não consegui chegar nesse assunto muito bem, mas é sobre o papel do sujeito na hora de medir. Então você acha que a gente, enquanto está medindo, fazendo uma medida de posição, de velocidade, você acha que a gente, enquanto mede, influencia a medida?

**1.24 B:** A gente medindo?

**1.25 G:** Vamos pegar uma régua aqui, por exemplo, e tentar medir essa mesa. Você falou que se eu tivesse uma régua muito boa, eu conseguiria medir exatamente, por exemplo, o diâmetro dessa mesa, com uma régua muito boa. Mas aí eu preciso ler o dado que a régua vai me dar. Você acha que quando eu for ler eu vou influenciar essa medida? Vou ter algum papel sobre o resultado?

**1.26 B:** Assim, como eu disse, essa parte aí do material ser muito bom, muda um pouco, a parte de quem está medindo porque, por exemplo, na primeira matéria que eu tive de laboratório, a gente teve que medir quantas oscilações o pêndulo tinha com o nosso batimento cardíaco. E é lógico que vai mudar de sujeito para sujeito. Da mesma forma que quando a gente pegava a trena. Vai ter gente que vai ler diferente, só que em questão de milímetro, né? Um material ideal eu acho que ele forneceria mesmo para a gente. Tipo, sei lá, ter um visor só para não ter essas confusões, porque a gente quando tá medindo a olho pode cometer esses equívocos.

**1.27 G:** Perfeito. Eu acho que no geral é isso. A gente conseguiu falar bastante sobre a noção de objeto, instrumento e sujeito nas medidas; o que você faz para medir; e da tecnologia. É, acho que é isso.

**1.28 B:** E só mais uma coisa quanto essa parte aí do aluno. Agora, falando do aluno que está usando o MEXI. Eu acho que, assim, da mesma forma que quando a gente está aprendendo a letra cursiva, a gente tem que fazer todas as letras um monte de vezes. Isso aí irrita, claro. Mas eu acho que o aluno, para ele conseguir criar uma base boa na física, nessa parte do experimento, ele tem que passar por coisas assim para ele conseguir criar uma noção, sabe? Eu acho que é tão fundamental quanto, sabe? Porque se você tá estudando física, você tem que saber, ter uma noção da base, pelo menos, sabe? Eu acho importante.

**1.29 G:** Mas que base é essa que você fala?



- 1.30 B:** A base é assim, pode ser teoria, mas quanto a parte de medidas, eu acho muito importante pelo menos criar uma noção dessas coisas mais básicas, tipo noção de quanto que é 1000 Newton sabe? De força, entende? Quanto é? Sei lá, 100 quilômetros por hora, essas coisas, sabe? Eu acho importante porque para o aluno, quando ele vai ter uma aula e ele, em algum exercício, vê o resultado do exercício, eu acho bom ele entender. Tipo, na prática, assim, mais ou menos, quanto que tá dando aquela conta, sabe? Na prática, eu acho isso daí muito importante, porque faz o aluno entender melhor. É uma ferramenta didática muito boa.
- 1.31 G:** E essa noção você acha que vem (de novo) de onde? Eu acho que eu perguntei no começo e você tinha me dito que...
- 1.32 B:** Depende do... por exemplo, tem coisas que estão mais no nosso dia a dia. Por exemplo, a velocidade, que é uma noção que as pessoas vão ter muito mais do que a noção de força ou de amperes, sabe? Então tem noções que são mais implantadas no nosso cotidiano, mas também tem umas que a gente quase nunca vê. E quando a gente faz esses experimentos a gente meio que usa uma ferramenta para fazer o aluno compreender mais onde que ele está.

## Apêndice C – Entrevista 2

- 2.1 G:** Eu tô fazendo meu TCC sobre medidas e o que vocês enquanto professores em formação entendem por medidas. E eu não sei se você lembra, eu passei um questionário há um tempo e com esse questionário eu montei uma entrevista. Eu fiz umas perguntas, e não vou fazer todas elas, mas é só para me guiar um pouquinho. E as perguntas estão todas relacionadas com o que você entende por medida. É mais ou menos por aí. Bom, você pode começar falando se você lembra dos experimentos que você fez em Mec. Flu.
- 2.2 L:** Acho que o experimento mais interessante foi o rolamento com deslizamento. Foi divertido ter que fazer e analisar.
- 2.3 G:** O que você achou de interessante?
- 2.4 L:** Eu não sei se é porque como a gente pulou o rolamento sem deslizamento, a gente acabou acompanhando a escrita do relatório junto com a teoria. Então, a cada aula era tipo um insight com: “nossa, isso é o relatório”. E também a parte de ter que estudar a rotação junto com a translação, porque, até então, eu via como duas coisas separadas. Tanto pro vestibular quanto as matérias anteriores, que eram só translação.
- 2.5 G:** E aí, você acha que os experimentos te ajudaram com a teoria e vice-versa? Você acha que a teoria te ajudou com o experimento?
- 2.6 L:** Ajuda porque a gente enxerga o que tá no papel e eu gosto bastante disso.
- 2.7 G:** Nesse experimento mesmo do rolamento com deslizamento, você lembra o que você fazia para medir a posição? O que você fazia?
- 2.8 L:** A posição. Eu segui as instruções do guia. Para a translação, a gente usava as coordenadas cartesianas tipo fixa. Tipo, eu fixava um ponto. Aquela era minha coordenada. Aí eu medi a posição de um ponto específico. Para a rotação, eu tinha que fazer tipo esse mesmo plano cartesiano, só que em relação ao centro de massa da roda de bicicleta. Então ia acompanhando a roda de bicicleta.
- 2.9 G:** E aí você acha que você conseguia medir com precisão?
- 2.10 L:** Com precisão, não, por conta da câmera também. Tipo, tinha esse aviso que a câmera tinha poucos frames por segundo, então a parte de cima era mais precisa do que a de baixo. E também os borrões eram muito fortes, não eram muito estáticos.

- 2.11** G: Isso atrapalhava de algum jeito?
- 2.12** L: Atrapalhava, porque tinha um borrão muito forte, tipo um caminho de coisa preta. Tipo, onde está minha corda? Aí o que eu fazia era tipo vamos ver onde corta mais forte e colocar aqui. Porque tipo, eu inventava uma linha nesses casos.
- 2.13** G: E você acha que esses procedimentos influenciam em alguma coisa, por exemplo, na conclusão que você vai tirar do experimento? Porque você falou que tinha os guias, né? Você seguiu o guia. E os guias eles têm um objetivo. Você falou que a imagem estava borrada, que você inventava algumas linhas, alguns procedimentos. Você acha que a conclusão muda?
- 2.14** L: Não, porque a gente tem ciência dessas coisas. Então, se aconteceu um erro a mais ou a menos, a gente tem a incerteza tipo “ah, tá dentro do que pode dar errado”. E se der alguma coisa tipo fora do que a gente espera, a gente sabe o porquê. E se der uma coisa absurda é porque tem algo errado. Mas tipo, se não dá muito absurdo, a gente já sabe o porquê.
- 2.15** G: E aí você está falando que você sabe o porquê e de onde vem esse conhecimento?
- 2.16** L: Acho que é da matéria que eu fiz antes, que foi Introdução a medidas em Física.
- 2.17** G: Você espera algum resultado, certo? E esse esperar, ele vem de onde?
- 2.18** L: Assim, da teoria. E eu sinceramente, não sei como eu fazia isso. Acho que se eu for fazer de novo, não sei se eu conseguiria de novo. Mas a gente com a teoria, tipo assim, fazer os cálculos antes e depois ver o que vai acontecer com as fotos do MEXI guiava um pouquinho.
- 2.19** G: Mas esses cálculos você fazia através de uma idealização?
- 2.20** L: Nesse experimento em específico, no guia, ele tinha um raio. Não era o raio, era o diâmetro. Só tinha o diâmetro só. Aí a velocidade eu só podia pegar dois pontos, né? Tipo, vou considerar ela constante. Um negócio bem absurdo assim, porque vai dar um valor alto. Isso aqui não pode passar.
- 2.21** G: Agora, saindo um pouco especificamente desse experimento. Se a gente fosse medir não mais a posição ou a velocidade, mas o tamanho dessa mesa, por exemplo, que a gente está. Você acha que a gente conseguiria medir um valor preciso para essa mesa?

- 2.22** L: Depende do instrumento. Mas é que eu não lembro o nome do instrumento. Tem um instrumento que ele tem duas garrinhas. E tipo, ele tem uma precisão tipo bastante. Eu considerei ele preciso para o nosso contexto. Tipo, o nosso tamanho. Tipo, na nossa realidade ele é bem preciso assim.
- 2.23** G: Se a gente tivesse um instrumento ainda mais preciso que o paquímetro, se a gente conseguisse ter esse instrumento, você acha que a gente ia conseguir medir um único valor?
- 2.24** L: Exato, não. Tipo, acho que não tem como medir nada exato. Porque o mundo ele não é ideal, né? Então não tem como medir nada exato. A gente consegue com o máximo de precisão, mas exato, não.
- 2.25** G: E isso vem por causa do instrumento ou por causa do objeto? O que você acha? Você acha que a gente não conseguir nada exato é por causa do instrumento que não tem uma precisão suficiente ou por que o objeto não pode ser medido exatamente?
- 2.26** L: Boa pergunta. Eu acho que o instrumento. Assim pode ser os dois, mas eu acho que majoritariamente pelo instrumento.
- 2.27** G: E nesse cenário hipotético, se a gente tivesse esse instrumento muito preciso e a gente fosse ler esse instrumento, você acha que enquanto a gente lê, a gente vai influenciar também a medida?
- 2.28** L: Pode ser que sim, porque, em outras matérias anteriores que eu tive à mecânica dos fluidos, que foi IMF, a minha medida era diferente da medida da minha dupla, mas não porque estava posicionado diferente, porque era a mesma posição. A gente só olhava, mas a paralaxe diferenciava um pouco, tipo, se eu estava mais pra esquerda, estava mais pra cá. E quando você está no meio da régua, tipo nos milímetros, você pode chutar para cima, outra pessoa para baixo. Então a leitura influencia. Então, mesmo que estivesse... É que nesse caso está falando de um instrumento ideal, então acho que não influenciaria.
- 2.29** G: A gente não influenciaria?
- 2.30** L: Não. Se tivesse um instrumento ideal.
- 2.31** G: Para encerrar, eu queria perguntar para você se nesse processo de a gente medir tamanhos, por exemplo, posições, velocidades e essas grandezas que a gente conhece muito bem na física, faz sentido a gente medir muitas vezes? Ou medir uma

só vez? Qual é a diferença na quantidade de medidas que a gente faz? E, para além disso, se a gente tem um conjunto de dados, faz sentido a gente analisar eles como um conjunto ou analisar eles separadamente? Como que a gente faz para avaliar melhor os dados que a gente coleta, sabe?

**2.32**      **L:** Então, primeiro, a diferença. Eu acho que quando você tem um conjunto de dados, dá para tirar uma estatística. Tipo, uma probabilidade. Não é a palavra certa, mas entre aspas, você exclui certos fenômenos que você não tá prevendo que aconteça. E, individual é um evento isolado, né? Não sei se é isso. Tipo, a gente pode pegar “Ah, vou fazer um experimento individual”, é isso. É legal um conjunto de dados.

**2.33**      **G:** Na hora que a gente vai analisar os dados, por que é melhor a gente analisar o conjunto ao invés de analisar, por exemplo, os dados separadamente?

**2.34**      **L:** É por conta disso que eu falei, porque você consegue uma probabilidade a posteriori. Você vê qual é a probabilidade de você obter um resultado. Você vê como os outros se diferenciam. Consegue fazer gráficos e histogramas. E aí você sabe, tipo onde mais ou menos vai tudo aquilo que você fez, por mais que seja a mesma coisa, todas as vezes que você fez, aí você tem uma média, por exemplo.

**2.35**      **G:** E aí você está me dizendo que a gente sempre vai ter essa probabilidade. A gente nunca vai saber exatamente. Então a gente volta lá para o começo. Não saber exatamente significa que o objeto não pode ser medido exatamente, é isso?

**2.36**      **L:** Não tem como. A não ser que nós estivemos em condições muito ideais, que a gente não está. Não tem como.

**2.37**      **G:** Se a gente tivesse nessas condições ideais, você acha que daria?

**2.38**      **L:** Sim. Porque se fosse tudo ideal e a gente fizesse sempre ia dar a mesma coisa. Aí, quando você percebe que vai sempre dar a mesma coisa, nunca vai ter nenhum erro, nem para cima, nem 1%, nem de 0,0001%, vai dar sempre a mesma coisa, então aí sim, tanto faz fazer separado quanto o conjunto de dados. Mas como não é assim, a gente precisa ver o conjunto.