

O processo de medição no Ensino de Física: uma revisão da literatura brasileira

Measurement Process in Physics Teaching: a brazilian literature review

Letícia Tasca Pigosso

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
letitascap@hotmail.com

Leonardo Albuquerque Heidemann

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
leonardo.h@ufrgs.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é compreender como o processo de medição experimental é explorado em investigações da área de ensino de Física por meio de uma revisão da literatura nacional. Utilizando o termo “*medição*” nos motores de busca de revistas brasileiras, foram identificados sete artigos que compreendem o tema, demonstrando a escassez de pesquisa na área. A análise dos artigos foi realizada em termos do enfoque teórico e/ou epistemológico adotado, metodologia de ensino explorada, motivação para a pesquisa, visão a respeito do processo de medição e resultados alcançados. Identificou-se dois focos nos artigos: um em aspectos epistemológicos do processo de medição e outro em aspectos procedimentais. Os artigos com o primeiro foco mostram que poucos alunos constroem compreensões sofisticadas sobre medição, vinculando procedimentos e significados construídos a partir de conjuntos de dados; já os com o segundo, concluem que alunos do Ensino Médio e Superior costumam construir, após intervenções didáticas, as habilidades envolvidas nos procedimentos de medição.

Palavras chave: medição, revisão da literatura, ensino de física

Abstract

The objective of this work is to understand how the process of experimental measurement is explored in investigations in the area of Physics teaching through a brazilian literature review. Using the term “*measurement*” in search engines for brazilian magazines, were identified seven articles that comprise the theme, demonstrating the scarcity of research in the area. Two focuses were identified in the articles: one in epistemological aspects of the measurement process and the other in procedural aspects. The articles with the first focus show that few students build sophisticated understandings of measurement, linking procedures and meanings built from data sets; those with the second, conclude that high school and college students usually build, after didactic interventions, the skills involved in measurement procedures.

Key words: measurement, literature revision, physics teaching

Introdução

Medir é um processo corriqueiro em nossas vidas. Medições de grandezas como temperatura (e.g., do nosso corpo) e distância (e.g., entre lugares) são comuns. Nesses casos, erros ou incertezas não possuem implicações importantes, mas esses são elementos importantes, mas por vezes negligenciados, nos laboratórios didáticos de Física. Tanto no Ensino Básico quanto no Superior não são raros os casos em que pouco ou nenhum tempo é dedicado para reflexões sobre as implicações das incertezas das medidas ou sobre os fundamentos que dirigem as suas estimativas (LABURÚ; BARROS, 2009; SILVA; LABURÚ, 2013). Nos laboratórios de Física de ponta, por outro lado, o rigor experimental implica a compreensão dos processos de medição com profundidade. Na Educação Básica, a compreensão dos processos de medição também é importante porque possibilita que os estudantes possam interpretar informações importantes para se posicionarem frente a questões sociocientíficas, como quando tomam decisões durante a pandemia de COVID-19, em que a compreensão da relevância e precisão dos dados apresentados (e.g., infectados, recuperados e óbitos) influencia no comportamento de adotar ou não isolamento físico.

Cientes das potencialidades que o processo de medição possui quando discutido em sala de aula, documentos (e. g., BRASIL, 1999; NRC, 2000) e pesquisadores (e. g., LUBBEN; CAMPBELL; BUFFLER; ALLIE 2001; KUHN, 2010; MUNIER; MERLE; BREHELIN, 2010) preocupados com o Ensino de Física têm explorado o tema para que alunos de todos os níveis de ensino construam concepções mais sofisticadas a respeito da natureza da ciência e da pesquisa científica. Buffler, Allie, Lubben e Campbell (2001), por exemplo, voltam o olhar para o processo de medição por meio da perspectiva de Kuhn, propondo que as concepções sobre o processo de medição constituem paradigmas que precisam ser debatidos em sala de aula. Os autores sugerem dois paradigmas gerais: *i) Paradigma Pontual*, vinculado com a crença na existência de um valor verdadeiro para qualquer medição e na suficiência de um valor único para representar uma medida; e *ii) Paradigma de Conjunto*, apontando uma visão mais sofisticada em que se compreende que para se representar uma medida é necessário um conjunto de dados e ferramentas estatísticas.

Mesmo com a consolidação do tema na literatura estrangeira, o processo de medição ainda não assumiu uma posição de destaque na pesquisa em ensino de Física nacional. Procurando identificar o panorama desse tema no Brasil, este trabalho tem como objetivo, por meio de uma revisão da literatura, compreender como o ensino do processo de medição é abordado na pesquisa em ensino de Física. Para guiar nossos esforços, utilizou-se as seguintes perguntas orientadoras: *i) Que aspectos do processo de medição são explorados na literatura sobre pesquisa em ensino de Física?; ii) Quais perspectivas teóricas sobre o processo de medição são adotadas? e iii) Que resultados são alcançados com práticas de ensino centradas em debates sobre o processo de medição? No que segue, são apresentados o escopo e os procedimentos metodológicos da investigação, os resultados obtidos, e as conclusões construídas.*

Escopo e procedimentos metodológicos

Para a coleta de artigos, foram consultados alguns dos periódicos brasileiros de maior penetração na área de pesquisa em Ensino de Física ou Ensino de Ciências, quais sejam: Ciência e Educação; Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Física; Investigações em Ensino de Ciências; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Alexandria; e Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências. As pesquisas foram realizadas no site dos periódicos e no indexador do Google Acadêmico, quando impossibilitados de utilizar o buscador da revista.

Foi utilizada a palavra “*medição*” em nossas buscas, sem restrição de período. A busca, realizada em junho de 2020, resultou na seleção de 525 artigos; após análise dos títulos e dos resumos, e exclusão daqueles que não se alinhavam ao tema (e.g. tratam de ensino de biologia ou química, formação de professores e apresentação de atividades experimentais), finalizou-se a seleção com apenas 7 artigos. Em suma, foram selecionados os trabalhos que tratam do processo de medição no ensino de Física na Educação Básica e/ou no Ensino Superior, incluindo também uma revisão da literatura sobre o tema.

Discussão e análise

Dos 7 artigos selecionados, dispostos na Tabela 1, um deles é uma revisão da literatura internacional (LABURÚ; SILVA; SALES, 2010) focada na compreensão dos estudantes a respeito dos paradigmas propostos por Buffler, Allie, Lubben e Campbell (2001). Pode-se identificar que a movimentação brasileira na produção sobre o processo de medição iniciou há pouco, sendo que todos os artigos foram publicados após 2009. Também se percebe que o Ensino Médio possui maior atenção nesse cenário.

Tabela 1: Relação dos artigos analisados, assim como dos autores, ano e nível de ensino dos estudos.

Atigo	Título	Nível de Ensino
LABURÚ <i>et al.</i> 2010	Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática.	Ensino Médio
LABURÚ <i>et al.</i> 2009	Acurácia na retirada da medida instigada por uma estratégia de ensino de orientação kuhniana.	Ensino Médio
LABURÚ; BARROS, 2009	Problemas com a Compreensão de estudantes em medição: razões para a formação do paradigma pontual	Sem nível de ensino: Revisão da literatura
CAMARGO FILHO <i>et al.</i> 2015	Para além dos paradigmas da medição	Ensino Superior
FORÇA <i>et al.</i> 2013	Uma Proposta de Estratégia Pedagógica Para Iniciação aos Conceitos de Medição por Avaliação de Dois Métodos Alternativos	Ensino Médio
GOMES, 2016	Concepções de alunos do Ensino Médio sobre os conceitos de média e dispersão de dados	Ensino Médio
SILVA; LABURÚ, 2013	Um encaminhamento didático fundamentado na formulação de perguntas como auxílio ao processo educacional de medição	Ensino Superior

Na análise dos artigos, notou-se maior foco na compreensão da visão epistemológica dos alunos a respeito do processo de medição. A integralidade dos artigos se fundamenta nas ideias de Kuhn. Complementarmente, cinco dos sete artigos utiliza como referencial teórico os paradigmas propostos por Buffler *et al.* (2001). Somado ao interesse por concepções epistemológicas, os autores buscam compreender a relação dos alunos com aspectos procedimentais do processo de medição, analisando como ocorre o ensino-aprendizagem do tema.

Em relação à discussão sobre aspectos procedimentais, diferentes aspectos do processo de medição são explorados, sendo eles: acurácia (LABURÚ *et al.* 2012; e FORÇA *et al.* 2013), coleta, processamento e comparação de dados (LABURÚ *et al.* 2010) e dispersão e média (GOMES, 2015). Também são realizadas análises gerais, sem foco específico em algum

conceito (LABURÚ; BARROS, 2009; CAMARGO FILHO *et al.* 2015; SILVA; LABURÚ, 2013). Apesar de essa abordagem geral permitir uma análise mais abrangente do tema, impossibilita a investigação da relação dos alunos com os diferentes aspectos do processo de medição. O recorte se faz necessário devido à amplitude de conceitos correspondentes à medição, compreendendo que, no processo de tomada de medidas, são apresentadas ações como a coleta de dados, a análise estatística e *design* de experimentos, que exigem habilidades diferentes (KAPON, 2016).

Na sequência, será exposta uma análise discriminada em termos dos dois aspectos considerados como o foco dos artigos selecionados: aspectos epistemológicos e procedimentais do processo de medição.

Aspectos epistemológicos

A respeito dos aspectos epistemológicos do processo de medição, identifica-se nos artigos analisados um interesse em compreender a evolução da concepção da natureza da ciência dos alunos. O ensino do processo de medição é considerado uma forma de colocar os alunos em contato com discussões epistemológicas, principalmente a respeito da pesquisa científica (LABURÚ *et al.* 2012). Em Laburú *et al.* (2010), a compreensão dos aspectos epistemológicos é uma motivação para o desenvolvimento da pesquisa, assim como em Camargo Filho *et al.* (2015, p. 818), que compreendem que “*a medição e sua respectiva incerteza estão no cerne da ciência empírica e são considerados como um dos componentes fundamentais na educação científica*”. Nesta seção, sintetizamos os resultados dessas investigações e destacamos as perspectivas dos autores sobre o próprio processo de medição.

A principal corrente epistemológica utilizada é fundamentada na visão de Kuhn, como já destacado, utilizada por todos os artigos. Um dos principais aspectos empregados nas obras é a importância que o autor atribui para a medição, considerando a experimentação como um passo posterior à teorização. Ainda, com a utilização do conceito de paradigma proposta por Buffler *et al.* (2001), a concepção kuhniana de ensino de ciências também é amplamente incorporada aos artigos, trazendo em voga a consideração de que “*aquilo que é encontrado e compreendido por ele [aluno] deve passar do domínio pessoal para o campo do conhecimento compartilhado*” (SILVA; LABURÚ, 2013, p.196).

Foram identificados artigos que discutem aspectos voltados à construção da compreensão compartilhada do Paradigma de Conjunto, buscando a superação conceitual do Paradigma Pontual. Gomes (2016), por exemplo, discute que a utilização da ideia de paradigmas pontual e de conjunto ajuda na definição dos objetivos das atividades práticas, pontuando a necessidade de atenção para esses elementos por parte dos professores. Além disso, o autor demonstra que os alunos possuem dificuldades para compreender epistemologicamente os conceitos de média e dispersão. Já Laburú *et al.* (2010, p. 13) apontam que “*cada estudante reage com uma trajetória característica, mas que todos rompem com a barreira do núcleo central do paradigma Pontual, baseada na medida única, exata e verdadeira*”, demonstrando que os alunos do Ensino Médio, mesmo com pouca instrução a respeito, são capazes de superar o paradigma Pontual. Silva e Laburú (2013), em uma análise mais ampla, concluíram que o encaminhamento didático baseado no modelo de formulação de perguntas possibilitou a construção de conhecimentos aproximados ao paradigma de Conjunto, que era o objetivo do estudo.

Indo além na análise dos paradigmas, Camargo Filho *et al.* (2015) trazem cinco categorias de compreensão conceitual da medição, que iniciam em “Fragmentos Alternativos” (compreensões desprovidas de fragmentos de conhecimento científico) e evoluem na direção de “Compreensão Científica” (alinhadas com o paradigma de Conjunto). Os autores concluem

que todos os grupos participantes do curso “Introdução à Medição no Laboratório de Física”, lecionado no Ensino Superior, caminham em direção ao paradigma de Conjunto, apesar de ainda não atingirem a compreensão científica dos conceitos científicos. Compreende-se, portanto, que a discussão epistemológica a respeito do processo de medição na pesquisa brasileira ainda tem um longo caminho pela frente, principalmente na busca por incorporar na área outras visões epistemológicas, buscando generalizar a compreensão contida no processo de ensino-aprendizagem de medição dos alunos e da sua visão a respeito da natureza da pesquisa científica.

Aspectos procedimentais

Por aspectos procedimentais se entende como os aspectos que envolvem procedimentos de medição, como a tomada de dados, a construção dos experimentos e a análise estatística dos dados coletados, e é um dos pilares do Ensino de Ciências, acompanhado do conhecimento declarativo. Em sala de aula, porém, a atenção ao conhecimento declarativo costuma prevalecer, ou seja, costuma-se focar no conhecimento predicativo vinculado aos conceitos científicos, fenômenos e relação entre grandezas físicas e teorias (Silva e Laburú, 2013).

São diversos os aspectos procedimentais apresentados, e os objetivos a respeito deles, identificados na literatura. Gomes (2016), por exemplo, visa a compreensão de valor médio e desvio absoluto em uma turma de Ensino Médio, utilizando para isso uma pesquisa longitudinal. O autor conclui que, apesar de os estudantes utilizarem o conceito de média e desvio padrão na grande maioria das aulas de laboratório, e apresentarem melhora no desempenho dos procedimentos mecânicos, poucos apresentaram compreensão mais profunda a respeito da análise da qualidade dos experimentos. Eles complementam que *“para boa parte dos estudantes pesquisados, o cálculo do valor médio é apenas um procedimento que deve ser executado muitas vezes nas atividades práticas de Física, mas não compreendem bem a razão disso”* (Gomes, 2016, p.68).

A análise de dados obtidos em sala de aula é a metodologia mais frequente (CAMARGO FILHO *et al.* 2015; GOMES, 2016; LABURÚ *et al.* 2012; FORÇA *et al.* 2013; SILVA; LABURÚ, 2013) e é a abordagem utilizada nas pesquisas de Laburú *et al.* (2012) e Força *et al.* (2013), que focam na acurácia obtida pelos alunos por meio da abordagem proposta por Millar (1987), que sugere que os estudantes que tem contato com o valor esperado de um experimento antes da sua realização obtém maior acurácia. Suas conclusões concordam com o estabelecido por Millar (1987): os alunos apresentam maior acurácia em suas medições, pois, sabendo de antemão o resultado, despendem mais tempo em aprimorar o experimento e obter valores mais próximos do esperado. Os participantes também investiram mais tempo nas discussões a respeito dos procedimentos realizados.

Laburú *et al.* (2010), por outro lado, utilizam a atividade experimental em entrevistas visando compreender como o paradigma Pontual e de Conjunto refletem nas concepções de estudantes de Ensino Médio. A análise envolve temas sobre a coleta, processamento e análise dos dados obtidos por três estudantes, discutindo os procedimentos realizados por cada um deles. Todos demonstraram conhecimento procedimental sobre a coleta dos dados, porém apenas um dos estudantes compreendeu o significado da média e do desvio dos dados, demonstrando que é necessária mais instrução nesse sentido.

Conclusões

Pode-se perceber, por meio desta análise, que a literatura brasileira a respeito do processo de medição ainda é muito escassa e pouco diversa, apresentando lacunas a serem preenchidas. A

utilização majoritária dos pensamentos de Kuhn como referencial epistemológico, por exemplo, demonstra que ainda existem caminhos que a pesquisa pode tomar nessa área por meio da incorporação de discussões pautadas por outros referenciais epistemológicos. Procedimentalmente, o foco ainda é nos termos gerais dessa forma de conhecimento, possuindo apenas dois artigos que tratam de acurácia e um de procedimentos estatísticos. Os resultados, porém, são promissores, e mostram que, com certa instrução, os alunos brasileiros são capazes de construir conhecimentos procedimentais e relacioná-los com conhecimentos declarativos. O desenvolvimento do Paradigma de Conjunto também se mostrou possível nos casos em que isso era objetivado.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. 4v.

BUFFLER, A.; ALLIE S.; LUBBEN F.; CAMPBELL B. The development of first year physics student's ideas about measurement in terms of point and set paradigms. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1137-1156, 2001.

CAMARGO FILHO, P. S.; LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. Para além dos paradigmas da medição. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 817-834, 2015.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. M. Uma Proposta de Estratégia Pedagógica Para Iniciação aos Conceitos de Medição por Avaliação de Dois Métodos Alternativos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 87-105, 2013.

GOMES, A. D. T. Concepções de estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de média e dispersão de dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 51-71, 2016.

KAPON, S. Doing Research in School : Physics Inquiry in the Zone of Proximal Development. **Journal of Research in Science Teaching**, 2016.

KUHN, D. **What is Scientific Thinking and How Does it Develop? E-book, 2010**

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; FORÇA, A. C. Acurácia na retirada da medida instigada por uma estratégia de ensino de orientação kuhniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012.

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.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; SALES, D. R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição o a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 1-15, 2010.

LUBBEN, F.; CAMPBELL, B.; BUFFLER, A.; ALLIE, S. et al. Point and Set Reasoning in Practical Science Measurement by Entering University Freshmen. **Science Education**, 2001.

MILLAR, R. Towards a Role for Experiment in the Science Teaching Laboratory. **Studies in Science Education**, v. 14, p. 109-118, 1987.

MUNIER, V.; MERLE, H.; BREHELIN, D. Teaching Scientific Measurement and Uncertainty in Elementary School. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 16, p. 37–41, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington, DC: National Academy Press, 2000. 224 p.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E. Um encaminhamento didático fundamentado na formulação de perguntas como auxílio ao processo educacional de medição. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 195–213, 2013.