

# A NOÇÃO DE MEDIDA COMO UM CONSTRUCTO SOCIAL NA PERSPECTIVA DO PROGRAMA FORTE DA SOCIOLOGIA DO CONHECIMENTO

## THE NOTION OF MEASUREMENT AS A SOCIAL CONSTRUCT IN VIEW OF THE STRONG PROGRAM SOCIOLOGY OF KNOWLEDGE

MOTA, L. M.<sup>1</sup>; SOCORRO, M. S.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Instituto Federal da Bahia

([1luzia@ifba.edu.br](mailto:luzia@ifba.edu.br); [2socorro@ifba.edu.br](mailto:socorro@ifba.edu.br))

O verbo medir vem sendo conjugado desde sempre no desenvolvimento das civilizações. É uma dimensão cara ao desenvolvimento científico e tecnológico, pois é naturalmente utilizado para assegurar a objetividade desses conhecimentos. Entretanto, seu significado e utilização têm se modificado temporalmente tanto na dimensão técnica, quanto na filosófica e social. Dos gregos à Mecânica Quântica o ato de medir vem se reconstruindo e se adaptando para amparar o desenvolvimento de novas teorias e modelos físicos. Este artigo discute como a noção de medida vem sendo produzido socialmente pelo compartilhamento de crenças pela comunidade científica. Particularmente será analisado o papel que a medida desempenhou em fases do desenvolvimento da física tendo como fio condutor a relação entre a concepção de medida e as mudanças de paradigmas científicos no sentido dado por Thomas S. Kuhn. Os atos de observar, medir e interpretar serão considerados como parte integrante e indissociável da noção de medida

**Palavras-chave:** Medidas em Aristóteles, Medidas em Galileu, Medidas na Mecânica Quântica; Programa Forte da Sociologia, Kuhn

The measure has been conjugated verb always in the development of civilizations. It is a dimension to face scientific and technological development, it is naturally used to ensure the objectivity of knowledge. However, their meaning and usage are changing both in time-scale technique, and in philosophical and social. From the Greeks to quantum mechanics the act of measurement has been rebuilt and adapted to support the development of new theories and physical models. This article discusses how the notion of measure has been socially produced the sharing of beliefs by the scientific community. Particularly will analyze the role that played in phases as the development of physics as a common thread with their relationship between the design of measurement and changes in scientific paradigms in the sense given by Thomas S. Kuhn. The acts of observing, measuring and interpreting will be considered as an integral and inseparable from the notion of measurement

**Keywords:** Measurements in Aristotle, Galileo and Quantum Mechanics; Strong Program of Sociology; Kuhn

### Introdução

O ponto de partida desse trabalho é baseado na argumentação de Thomas Kuhn, em seu livro “A estrutura das revoluções científicas” publicado em 1962, sobre como, em períodos de

revolução científica<sup>1</sup>, os cientistas guiados por uma nova matriz disciplinar, passam a observar os fenômenos, antes familiares, de um modo completamente não-usual. Com instrumentos novos ou com velhas ferramentas, o mundo do cientista assume um novo contorno. Metaforicamente Kuhn anuncia: “O que eram patos no mundo dos cientistas antes da revolução posteriormente tornam-se coelhos” (KUHN, 1975, p.111).

O ato de medir para os cientistas é a racionalização dos sentidos. Foi por argumentos de racionalidade que o ocidente extrapolou a noção primeira de medida – *um insight, criado pelo homem, capaz de relacionar eventos e permitir ações ordenadas que levem à harmonia ou à totalidade* (BOHM, 1992, p. 45-47) – para uma noção mais central, onde a medida deixa de ser um *insight* e passa a ser o próprio critério da realidade.

Nesse sentido, a noção de medida é um bom exemplo de como elementos constituintes dos modelos explicativos da física podem, em momentos de crise, ser modificados. Há na história da ciência muitos exemplos de como os atos de observar, medir e interpretar<sup>2</sup> experiências, foram radicalmente transformados em razão de mudanças paradigmáticas. Como exemplo é possível citar: a revolução copernicana empreendida por Galileu; a descoberta de Urano realizada por Herschel; a disputa por prioridade entre Priestley e Lavoisier pela descoberta do oxigênio e mais recentemente, as mudanças conceituais introduzidas no ato de medir pela Mecânica Quântica (MQ).

Este trabalho está dividido em três partes, além desta introdução. No segundo tópico propõe-se um esquema conceitual sobre o ato de observar e medir em três momentos da história da física: no modelo aristotélico, no modelo galileano e no modelo quântico. No tópico 3 é apresentada uma discussão sobre as idéias de David Bloor sobre a natureza, a produção e o desenvolvimento do conhecimento científico. Serão apresentadas as principais características, críticas e possibilidades do chamado Programa Forte da Sociologia do Conhecimento (PFSC). É o marco analítico conceitual que suporta o argumento de que conceitos científicos são construídos socialmente. Finalmente, a título de considerações finais, é destacada a possibilidade de analisar o conceito de medida como um constructo social, a partir da PFSC e da perspectiva kuhniana.

## A noção de medida

### A medida em Aristóteles

O filósofo Aristóteles, no que diz respeito à física e à cosmologia, revelou seu pensamento em quatro tratados, Física, Dos céus, Da geração e da corrupção e Meteorologia.

O aspecto fundamental da **filosofia natural** aristotélica, segundo Pierre Lucie, é a sua crença em um cosmos geocêntrico, finito, esférico e cheio, onde reina uma determinada e soberana hierarquia. No cosmos aristotélico cada coisa, cada objeto, cada ser, tem seu lugar próprio, seu estado próprio. Longe desse lugar natural, a tendência de todos os corpos é um retorno a esse local em virtude de uma potencialidade intrínseca a cada corpo. (LUCIE, 1975)

Lucie interpreta a física aristotélica como sendo logicamente alicerçada no senso comum. Surgindo daí uma síntese sobre os fenômenos naturais que guiaria por mais de 20 séculos os pensadores ocidentais. Já Kuhn penetra em outro campo, e define a física aristotélica como sendo uma física qualitativa, difícil de ser compreendida pelos físicos atuais pelo caráter central dado à ‘qualidade’ na estrutura do seu sistema. Para Aristóteles, segundo Kuhn, o

---

<sup>1</sup> “(...) episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior.” (KUNH, 1975, p.125)

<sup>2</sup> Tratados aqui simplesmente como processo de medição, processo de medida ou noção de medida

movimento, é mais que simplesmente uma mudança de posição, como pensado por Newton, o movimento aristotélico está intrinsecamente ligado as transformações das qualidades (KUHN, 2000, p.27-31).

Em relação ao ato de medir na antiguidade, David Bohm no seu livro “A totalidade e a ordem implicada” discorre sobre as diferenças na noção de medida que marcaram a atitude das civilizações e o modo como estas percebiam a realidade. Para os gregos, a medida das coisas estava impregnada na visão de mundo e no modo de vida das pessoas, isto é, antes de ser uma simples comparação objeto-padrão, a noção de medida estava imbuída, para aqueles, de um senso interior de harmonia e integridade. O ideal a ser alcançado por todos era uma vida dentro de uma medida interna apropriada. Quando algo ia além de suas próprias medidas a consequência imediata era a fragmentação e a perda da sua própria integridade. Bohm cita como exemplo as grandes tragédias que retratam, quase sempre, o sofrimento do homem que foi além da sua justa medida. (BOHM, 1980)

No mundo aristotélico cada fenômeno obedecia a uma causa e ao imperativo de respeitar, ou de restaurar, a ordem superior do cosmos. No mundo sublunar, onde os seres terrestres eram constituídos dos quatro elementos básicos: água, terra, fogo e ar. Os fatos observados eram explicados pela teoria do “lugar natural”, uma explicação qualitativa, realizada a partir da contemplação. Uma solução afinada com a hierarquização que dominava todo o Universo.

A consequência imediata desse sistema foi o papel fundamental dedicado a causalidade dos movimentos. Isto é, questionar sobre o “porque” da queda da pedra era mais fundamental do que perguntar “como” a pedra caia.

O recurso da experimentação, da observação controlada e da matematização contrariava a filosofia de Aristóteles. E a ausência desses aspectos descartava qualquer possibilidade do uso da mensuração no cosmos aristotélico. Além do que, a medida na Grécia Antiga, como comentado anteriormente, incorporava elementos distantes dos que hoje são comuns à física. A medida era desconectada da matemática e este fato criava um hiato entre os fenômenos físicos e sua descrição quantitativa.

Nesta análise surge a presença de um paradigma e de uma comunidade que observa a natureza, impregnada por uma visão de mundo. Para os aristotélicos uma pedra presa a uma corda nada mais era do que uma pedra impedida de cair e de ocupar seu lugar natural. Demoraria ainda muito tempo para que um número crescente de anomalias retirasse o *biombo prudente que o filósofo grego coloca entre si e a realidade*. (CARAÇA, apud DELIZOCOIV, p. 94)

Hoje, os fenômenos e as relações entre fenômenos são traduzidos por meio de medições e estas são representadas por números, cuja precisão depende do aparelho de medida. Este procedimento matematiza os fenômenos e estes perdem suas características particulares. Os procedimentos assumem, então, um aspecto abstrato e podem ser aplicados a fenômenos distintos. Os resultados alçam à categoria de leis e demonstram o que teoricamente já havia sido previsto.

Neste ponto reside a incomensurabilidade entre a noção de medida moderna e a mesma noção na filosofia natural de Aristóteles. No sistema grego, não há lugar para uma abstração matemática que retire dos corpos as suas qualidades e que os afaste de suas causas finais. O experimento, a matemática e a medida, tal como os compreendemos, não fariam qualquer sentido na física aristotélica, já que esta floresceu no interior de um paradigma que não tentava “provar”, mas sim, “convencer”.

## A medida em Galileu

Como foi dito, ainda demoraria alguns séculos para que a noção de medida ocupasse seu lugar na descrição dos movimentos. Antes disso, o ocidente conheceria o progresso e o desenvolvimento da técnica pelas mãos dos seus inventores e artesãos.

Entre os séculos XV e XVI, este progresso se revelou de grande utilidade prática; o aperfeiçoamento das artes do fogo, o uso do carvão e conseqüentemente o grande avanço da metalurgia e da construção naval aliado a construção de máquinas sempre mais eficientes, constituíram-se, ao seu modo, em um acúmulo de saber que serviu como base ao sistema mecanicista defendida por Descartes e que, de certa maneira, prenunciava uma nova atitude na relação entre o homem e a natureza (KNELLER, 1980)

A necessidade de se obter registros mais confiáveis das variáveis envolvidas nos fenômenos passou a ser fundamental. Para obter precisão e exatidão eram necessários instrumentos de medidas acurados.

(...) [a necessidade da] mudança de atitude em relação à exatidão e precisão das medidas terrenas, rompendo com as tradições do senso comum – tradições herdadas dos gregos e predominantes até a Idade Média, segundo as quais o cotidiano não era mais do que uma estimativa das grandezas, sujeitas aos critérios do ‘mais ou menos’ e do ‘aproximadamente’ (DELIZOCOIV, 1991).

É desse ponto de vista que, os aparelhos construídos pelos artesãos da Idade Média são vistos, por Koyré, como utensílios e não como instrumentos de medidas, não por uma questão de insuficiência técnica, mas pelo uso que era feito dos aparelhos. O físico italiano Galileu Galilei, nesse sentido, inaugura uma nova tradição no ato de medir e no uso de aparelhos de medida.

(...) Enquanto os Lippershey e os Janssen, que haviam descoberto, por um feliz acaso, a combinação de vidros que forma o óculos de longo alcance, se limitavam a fazer os aperfeiçoamentos indispensáveis e de certo modo inevitáveis... Galileu, logo que teve notícias da luneta de aproximação holandesa, elaborou-lhe a teoria (...) levando cada vez mais longe a precisão e o poder dos seus vidros (...) que lhe abriram aos olhos a imensidade do céu (...) Deste modo, a finalidade procurada – e atingida – por ele e por aqueles era inteiramente diferente (KOYRÉ, s.d. pg. 75)

A contribuição de Galileu, mas do que um aperfeiçoamento técnico resultou na construção de um método experimental para a observação da natureza. Ele inseriu elementos novos na descrição dos fenômenos que permitiram submeter a natureza a condições controladas; abstrair as condições reais em condições mais próximas do ideal; reproduzir eventos naturais e o mais importante aqui, Galileu, elevou a importância do processo de medida na construção de modelos matemáticos para explicar os fenômenos naturais.

Ao aprimorar e dar novos usos ao telescópio e ao cronômetro, mais do que contribuir com o avanço técnico de uma época, Galileu passou a interagir com um novo mundo. Com um universo não mais geocêntrico e com uma física não mais aristotélica. Era o rompimento com uma tradição e o início de um período revolucionário.

Diferente do universo aristotélico, na visão de mundo galileana a observação dos fenômenos deveria seguir uma linearidade que domina ainda hoje o fazer científico: experimentação; formulação de hipóteses; repetição da experimentação por outros cientistas; repetição do experimento para o teste de hipóteses e, por fim, formulação das generalizações e leis. É o “método científico”

Galileu estabelece o diálogo experimental como o diálogo da razão com a realidade, do homem com a natureza. Galileu tomou como pressuposto que os fenômenos da natureza se comportavam segundo princípios que estabeleciam relações quantitativas entre eles. Os

movimentos dos corpos eram determinados por relações quantitativas numericamente determinadas. (KOCHE, 1999, p. 52)

Com isso, o mundo do ‘*aproximadamente*’, do argumento puramente lógico foi aos poucos sendo substituído por observações detalhadas e por mensurações precisas. O paradigma da mecânica clássica foi estabelecido e durante quatros séculos, *grosso modo*, a física viveu um período de ciência normal.

### **A medida na Mecânica Quântica**

No final do século XIX, um conjunto de experimentos clássicos contribuiu para abalar as certezas sobre a natureza dos objetos físicos. Experimento como o efeito fotoelétrico, o problema do corpo negro, o efeito Compton e a difração de elétrons revelaram que objetos-onda possuíam características de partículas e, por sua vez, objetos-partícula teimavam em apresentar comportamentos ondulatórios. Esses estranhos fenômenos foram se acumulando e tornando-se anomalias inexplicáveis dentro do campo teórico da Mecânica Clássica.

No espírito de explicar esses resultados, foi construída a teoria quântica. Esta nova teoria demonstrou que tanto a radiação (onda) como a matéria (partícula) possuem características trocadas. Ou seja, os objetos que existem no mundo microscópico, que passaram a ser chamados de quânticos, comportam-se como ondas e como partículas em certas condições experimentais. Entretanto, todas as vezes que é buscado demonstrar as duas características para um único objeto quântico, verifica-se a impossibilidade de observar esta natureza dual em um mesmo arranjo experimental. Surgiu dessa impossibilidade o “problema da medida” na MQ.

A razão para essa impossibilidade foi explicada por Bohr com a idéia de complementaridade que exprime a necessidade de dois arranjos experimentais distintos, um ondulatório e outro corpuscular, para a compreensão completa de um dado fenômeno quântico. Tudo ocorre como se cada arranjo experimental descrevesse um aspecto essencial do sistema que, o outro deixa escapar. O quadro completo só é obtido pela combinação dos dois aspectos (BOHM, 1992). Esse modelo trouxe para o processo de medida uma nova interpretação.

Existem, diferenças profundas entre o ato de medir na física clássica e o processo de medição na MQ. Mais precisamente, a medição na teoria quântica, diferente da física clássica, é alvo de controvérsias que dizem respeito à caracterização do arranjo experimental e sua relação com os eventos a serem medidos. Na física clássica, para se obter resultados experimentais sobre um determinado sistema, é necessário que um instrumento de medida seja conectado a tal sistema, de modo que os resultados da medição sejam amplificados e compreendidos pelo observador.

Existe, porém, nesta análise, um pressuposto básico: tanto o sistema analisado quanto o aparelho de medida são tratados como coisas distintas, o sistema é aberto. Nas palavras de David Bohm, a característica geral da física clássica é exatamente essa fragmentação entre o arranjo experimental e o processo de medida (BOHM, 1992, PP.109-166). Na MQ, esta divisibilidade não é mais possível de ser realizada, pois o sistema é fechado. O evento físico, o aparelho de medida e o observador são indissociáveis. A tentativa de analisar o fenômeno em partes separadas, acarreta alteração no arranjo experimental que, por sua vez, afeta a descrição do fenômeno

A descrição do fenômeno quântico, como ficou evidenciado, é o de um sistema fechado. Não há possibilidade de verificar o que ocorre entre o início da observação e o estado final que o sistema assume após o processo de medida. No sistema fechado, o evento quântico é descrito através da probabilidade de ocorrer determinado resultado no processo de medição. As

probabilidades são representadas por estados que se superpõem durante a evolução do sistema. Ao se efetivar a medida, as potencialidades se realizam em um único estado que depende do resultado obtido durante a medição. Pergunta-se: em que momento ocorreu a transição entre as possibilidades e o estado efetivo? Caso a medição não ocorresse, haveria uma transição desse tipo? Qual o papel que o observador tem nesse processo? São questões ainda em debate.

Um exemplo elucidativo sobre o problema da medida na MQ é o paradoxo do gato de Schrödinger - formulado por Schrödinger em 1935 para evidenciar que “existia” um problema nos fundamentos da teoria quântica associado ao processo de medição. É um exemplo perturbador da questão da medição. A experiência imaginária realizada, pressupõe que um dispositivo quântico acoplado a um dispositivo clássico que no caso seria o gato, evolui como um conjunto de estados que podem acionar ou não a liberação de uma substância letal ao gato, de modo que haverá um estado possível em que o veneno será liberado e o gato, morto. E um outro estado possível em que o veneno não será liberado e o gato continuará vivo. O estado do sistema será uma combinação dos dois estados, o que ocasionará a situação espectral do gato vivo e morto ao mesmo tempo.

Considerando um desses estágios intermediários, em que todos os estados possíveis que o sistema pode assumir encontram-se emaranhados dentro da evolução temporal regida pela teoria quântica, haverá um instante, onde o gato, no caso, representando a escala macroscópica da medida, permanecerá também em um estado superposto, ou seja, poderá assumir, ao mesmo tempo, um estado “A” em que o veneno não foi liberado, o que lhe garante estar vivo, e um estado “B” em que o veneno foi liberado e ele estará morto inevitavelmente. Esta é uma celebre maneira de lembrar para a comunidade dos físicos os problemas relacionados ao ato de medir na MQ e por consequência a sua incompletude. O processo de medição produziu nas décadas de 20 e 30 discussões elaboradas e algumas interpretações para MQ.

Analisando as transformações ocorridas na física com o advento da Mecânica Quântica e as consequentes mudanças inseridas no papel do observador e no ato de medir. O que fica aparente é a necessidade da construção de um consenso, mesmo sem respostas experimentais definitivas, para que a teoria se desenvolva. Esta implicação corrobora com a defesa realizada aqui de que o processo de medida nas teorias científicas é um aspecto construído no seio da comunidade e nem sempre baseado em escolhas racionais e objetivas. Pode, antes disso, serem considerados constructos sociais lapidados e compartilhados a medida que um paradigma é estabelecido.

## **O Programa Forte da Sociologia do Conhecimento**

A argumentação empreendida neste trabalho, pressupõe um marco analítico-conceitual que apóie e fundamente os pontos levantados sobre os condicionantes sociais da noção de medida nas teorias físicas. Para sustentar teoricamente essa idéia, a opção feita foi utilizar elementos do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento. Nesse sentido, nesse tópico serão apresentados aspectos importantes do PFSC que fortalecem a linha de pensamento pretendida.

As considerações realizadas sobre o PFSC são basicamente as apresentadas no livro o “Conhecimento e imaginário social” de David Bloor. O autor inicia sua discussão questionando qual deve ser a abrangência do objeto de estudo da sociologia do conhecimento. A disciplina deve se preocupar apenas com os fatores externalistas da produção científica? Ou a sociologia do conhecimento pode contribuir com a verticalização dos seus estudos para além das circunstâncias ao redor da produção da ciência?

O autor resume a resposta em três eixos: i) a ciência, assim como os outros tipos de conhecimentos, pode tornar-se objeto de estudo da sociologia; ii) não existem impedimentos intrínsecos ao conhecimento científico que impeçam um estudo internalista sobre a ciência, isto é, a ciência não se constitui em um caso especial de conhecimento e iii) a sociologia possui base teórica e metodológica – ele exemplifica isso com o estudo clássico de Durkheim sobre as religiões - que permite estudos sobre a natureza, conteúdos e produção interna do conhecimento científico.

O Programa Forte, nesse contexto, é apresentado como uma plataforma cognitiva e um quadro conceitual para a realização de estudos sociológicos mais substantivos sobre a ciência. O PFSC tem interesse em analisar as causas das mudanças que ocorrem no conhecimento das pessoas e dos grupos sociais a cerca do funcionamento do mundo. O Programa tenta responder a questões do tipo: Como o conhecimento é produzido e transmitido? Como ele muda ou permanece estável? Quais os elementos intervenientes no desenvolvimento do conhecimento científico? Para responder essas perguntas ele propõe que a sociologia do conhecimento, através do Programa Forte, investigue, explique e caracterize esses processos, localizando regularidades, princípios e os sistemas gerais que regem a produção do conhecimento.

Ao realizar essa investigação sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, o PFSC obterá informações que podem ser sistematizadas de modo a construir teorias que expliquem a produção e o desenvolvimento científicos. A idéia é construir modelos explicativos gerais. O Programa se preocupa em avançar dos estudos de caso realizados pela história da ciência para uma generalização sobre o trabalho dos cientistas. Avaliando os passos apresentados pelo autor, observa-se que a perspectiva adotada é a de encontrar as causas subjacentes à produção da ciência. Ou seja, o PFSC prevê um modelo sociológico causal para explicar a desenvolvimento interno e externo da ciência. E, além disso, este modelo deve, por argumentos de simetria, ser aplicado e ter suas condições satisfeitas tanto para o conhecimento tido como verdadeiro, como para as crenças consideradas falsas.

Os princípios que devem ser adotados pelo PFSC, para que o mesmo consiga atingir os objetivos mencionados devem ser os mesmos adotados por outras disciplinas científicas:

**Causalidade:** O programa deve explicar os fenômenos a partir das causas sociais que os produzem. Porém fica registrado que nem todas as causas que influenciam o comportamento dos fenômenos são causas sociais.

**Imparcialidade:** a sociologia do conhecimento não tem como objetivo estabelecer a *validade* ou a *falsidade* do conhecimento, mas explicar as condições e processos da sua produção.

**Simetria:** a sociologia deve explicar tanto a “verdade” como o “erro”, baseando-se em causas da mesma natureza.

**Reflexividade:** as mesmas premissas do programa forte deveram ser aplicáveis à própria sociologia do conhecimento.

Com o Programa Forte, Bloor, pretende afastar a idéia de que a sociologia do conhecimento só pode ter um papel assessorio no estudo do desenvolvimento das teorias científicas. Com a emergência do PFSC são questionados os juízos sobre a supremacia do ponto de vista internalista da história da ciência que defende a autonomia e auto-suficiência das teorias com base exclusiva nos elementos da racionalidade, da objetividade, da validade, da lógica e dos sentidos e amparada em uma concepção teleológica para a ciência. O autor critica esse modelo que ele chama de “finalista” e apresenta o historiador da ciência Imre Lakatos como defensor desse modelo.

Segundo Bloor o modelo causal da sociologia do conhecimento oferece muito mais do que simplesmente um conjunto de explicações para os aspectos irracionais das teorias científicas. O modelo causal, se adotado e se preservado seus princípios básicos e sua consistência interna, pode apresentar um conjunto teórico e metodológico capaz de explicar o desenvolvimento do conhecimento científico. Obviamente, considerando o princípio da flexibilidade, a opção pela adoção de um modelo ou de outro estará sempre ligada aos valores sociais, psicológicos, morais e filosóficos da abordagem do conhecimento, ou seja, o PFSC deve estar submetido ao mesmo conjunto de condicionantes que ele propõe para o desenvolvimento do conhecimento científico.

A linha condutora do PFSC direciona para a rejeição do papel menor dedicado à sociologia do conhecimento. O Programa não aceita ocupar-se apenas da “sociologia do erro”, isto é explicar apenas as teorias científicas que foram abandonadas. O Programa Forte apresenta um modelo capaz de enfrentar a investigação sobre o desenvolvimento do conhecimento científico a partir das ferramentas da sociologia e apresenta com vigor o papel dos aspectos sociais no desenvolvimento interno da ciência.

## Considerações Finais

O papel desempenhado pela medida no nascedouro da civilização ocidental foi muito diferente do que hoje se intuí como medida. Bohm arrisca dizer que a visão e o uso que é feito hoje da medida, não passa de uma versão mecânica, desprovida de criatividade e de compreensão do significado do que ele chama de *ratio* universal (BOHM, 1980). Na visão de mundo mecanicista, por sua vez, a medida passou a ser um código que conformava uma “verdade absoluta” sobre a realidade. Com a quebra do determinismo pela Mecânica Quântica o processo de medir foi relativizado e torna-se melhor compreendido como uma verdade dentro de uma concepção de mundo sobre a realidade.

As trajetórias da noção de medida discutidas demonstram a mutabilidade desta noção e a sua relação intrínseca com o espírito de cada época (ver quadro 1). É nesta perspectiva que ocorre uma aproximação com o debate realizado pelo PFSC, quando este afirma que o conhecimento científico, assim como qualquer outro tipo de conhecimento deve ser compreendido como um conjunto de idéias construídas, autorizadas, compartilhadas e institucionalizadas por comunidades e não como um conhecimento neutro, objetivo, desprovido de crenças e valores.

O esquema conceitual do ato de observar e medir, visto no quadro 1, é uma tentativa de, a partir do referencial do PFSC e ao longo de uma linha do tempo, apresentar as transformações ocorridas e as opções feita em momentos de mudanças de paradigmas.

Período	Paradigma	Papel da medida nas teorias	Padrão da medida	O papel do observador	Racionalidade
Antiguidade	Aristotélico	Senso de totalidade	Imponderável	Contemplativo	Homem
Idade média	Mecanicista	Critério de verdade	Determinista	Passivo	Deus
Idade Moderna	Quântico	Fonte de incertezas	Probabilística	Ativo	Ciência

Quadro 1 A mudança da noção de medida no tempo. Elaboração própria

Todavia, será sempre possível argumentar que as mudanças ocorreram como evoluções naturais da ampliação do conhecimento sobre a natureza. E que a experiência se apresenta como critério de verdade e objetividade. Entretanto, é preciso notar que as escolhas realizadas

pela comunidade científica sobre como observar, medir e interpretar as experiências foram realizadas necessariamente em momentos de crise, onde a “ciência normal” foi abandonada e a tradição de pesquisa foi transcendida. Nesses períodos não havia garantias sobre os resultados experimentais, melhor dizendo, as experiências eram guiadas por constructos teóricos que ainda não se encontravam completos. Particularmente na MQ, o processo de medida foi adotado sem que houvesse evidências observáveis sobre a objetividade do experimento. O ato de medir tornou-se, como foi visto, um elemento controverso dentro da interpretação da teoria. Com isso, está sendo dito que a escolha de como medir não é baseada, apenas em critérios, ditos, “científicos”: A reflexão de Bloor ajuda a compreender:

Um modo de expor esse argumento, e que ajuda em seu reconhecimento e aceitação, é o de dizer que aquilo que consideramos conhecimento científico é em grande parte “teórico”. É principalmente uma visão teórica do mundo que, em qualquer momento, os cientistas podem dizer conhecer. É em especial às suas teorias que os cientistas devem recorrer quando são incitados a nos dizer o que sabem sobre o mundo. Mas as teorias e o conhecimento teórico não são coisas obtidas em nossa experiência. São o que dá sentido à experiência ao proporcionar uma história sobre aquilo que fundamenta, conecta e elucida. Isso não quer dizer que a teoria não reaja à experiência. Ela o faz, mas não é apenas obtida com a experiência que a explica, nem é exclusivamente apoiada nela. (BLOOR, 2008, p.33)

O exercício teórico realizado neste trabalho preocupou-se com o modo como os cientistas carregados por crenças, tradições, valores e exemplos compartilhados, constroem suas teorias e utilizam seus sentidos, aliados com seus instrumentos para criar, padrões e “verdades” que só fazem sentido se compreendidos como socialmente condicionados.

O debate sobre o processo de medição nas teorias físicas pode ser amadurecido e encorpado, dentro do caminho aqui assumido, com o exame crítico de exemplos tirados da história da ciência e também do cruzamento mais amigável com argumentos teóricos do PFSC. Entretanto a visão aqui apresentada, por si só, tem o valor de abordar um ponto de vista que pode suscitar outras análises em outros referenciais teóricos, com outras perspectivas e isto que pode servir para aumentar o entendimento sobre o tema. A citação de Kuhn sobre o papel da teoria na noção de medir é apresentada a título de reflexão final.

Comparadas com esses objetos da percepção, tanto as leituras de um medidor como as impressões de retina são construções elaboradas às quais a experiência somente tem acesso direto quando o cientista, tendo em vista os objetivos especiais de sua investigação, providencia para que isso ocorra. (KUHN, 1962, p. 166)

## REFERÊNCIAS

ALFONSO, Ana Maria. **A avaliação de Wilkins sobre o suposto conflito entre as mecânicas de Aristóteles e Arquimedes.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.10, n.1, p.38-52, abr. 1993.

BLOOR, David. **Conhecimento e imaginário social.** UNESP:São Paulo, 2009

BOHM, D. **A totalidade e a ordem implicada:** Uma nova percepção da realidade, São Paulo:Editora Cultrix, 1992.

CHALMERS, A. F., **O que é ciência afinal?** São Paulo: Editora brasiliense. 1989.

DELIZOCOIV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições.** 1981. Tese (doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

KNELLER, A. **A ciência como atividade humana.** São Paulo: Editora Zahar 1980.

KOCHE, C. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da Ciência e Prática da Pesquisa**. Ed. Vozes, 1999

KOYRÉ, A., **Estudos Galiláicos**. Lisboa: D. Quixote, 1986

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções Científicas**, São Paulo: Perspectiva, 2006

KUHN, T. S. **Os caminhos desde a estrutura**. São Paulo: Unesp, 2003

LUCIE, Pierre. **Física Básica**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1975, p.19-25,v1.