



A QUANTIFICAÇÃO DA INCERTEZA E A QUESTÃO DA REALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENSINO DA CIÊNCIA METROLÓGICA

Do Pillar, F. M.¹, Isnard, A. A.², Santana, R. G.³

¹ Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, fabio.pillar@ifrj.edu.br

² Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, andre.isnard@ifrj.edu.br

³ Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, reinaldo.santana@ifrj.edu.br

Resumo: Do ponto de vista filosófico, o problema da medição, especialmente da estimativa de sua incerteza, que pode ser compreendida como a quantificação da dúvida com relação à medição realizada, é abarcado pelo mais amplo problema da relação entre a realidade e a idealidade. Há ou não uma continuidade entre o real e o ideal? Há ou não uma medida comum entre essas duas esferas do ser? Através de uma reflexão sobre esta questão fundamental, o presente trabalho traz uma contribuição ao ensino da Metrologia.

Palavras-chave: metrologia, filosofia, ensino de ciências.

1. INTRODUÇÃO

A importância do fenômeno da ‘medida’ ou da ‘medição’ se torna perceptível tão logo atentamos simplesmente para o fato de que ele parece acompanhar, sem interrupção, toda a história humana. O “métron” (do grego μέτρον = medida, regra, lei), primeira palavra componente do termo “metrologia”, bem antes de ter sido destacado pelo gênio da cultura helênica acima da sua designação meramente utilitária, como se deu primeiro como ingrediente do estilo proto-geométrico na arte da civilização mediterrânea (século XI do período minóico), depois no relevo ético que a palavra assume na épica de Homero e no pensamento pré-socrático posterior, remonta mesmo ao tempo paleolítico. Quanto àquela épica, vê-se a sua estrutura se articular segundo o sentido da harmonia, da proporção, do limite e da medida, o que teria sido transmitido inconscientemente à especulação dos primeiros filósofos gregos, especialmente às escolas eleata, com Zenão, e à de Abdera, com Demócrito e Leucipo. Quanto a este período, historiadores da ciência – é bem certo, desde uma perspectiva evolucionista e pragmática – admitem já a possibilidade da presença do espírito científico em certos portadores de qualidades inventivas, engenhosas, portadores desses que, anônimos, teriam proporcionado o princípio das técnicas úteis para a realização das necessidades vitais básicas¹. Vemos também o métron desempenhar um papel central na vida das primeiras sociedades², uma vez que as

técnicas da agrimensura, o uso do *gnômon* (primeiro instrumento de mensuração da história), do quadrante solar, do sablier, por exemplo, contribuíram para o processo dessa *fixação* do organismo no meio ambiente, a qual chamamos “civilização”.

Representaram também as primeiras aplicações práticas da ciência (astronomia, aritmética, etc.), que nessas sociedades permanecem sendo atos sociais situados sob o controle da religião e do Estado.

2. A QUANTIFICAÇÃO DA INCERTEZA DA MEDIÇÃO SOB O PONTO DE VISTA FILOSÓFICO

Trata-se, nesse trabalho, de realizar uma investigação que reúna contribuições, tanto da filosofia, dando destaque e examinando de maneira conjunta algumas das mais proeminentes teorias relativas ao problema da natureza da realidade e do modo do seu conhecimento, quanto da metrologia e da perspectiva científica, sobre o valor e o significado do cálculo metrológico sob o aspecto da relação entre duas esferas em princípio totalmente heterogêneas.

É de Sir Thomas Browne (1605-1682) a caracterização do homem como “anfíbio”, ou seja, como um ente que parece ser habitante de dois mundos. Se por um lado, como organismo psicossomático, ele está sujeito, como todas as outras formas de vida, às leis da natureza e da vida empírica, por outro lado, entre os seres da biosfera, só o homem parece pertencer a um reino não-material e invisível.

Para se entender melhor essa concepção, e também o modo pelo qual ela está ligada ao problema da relação entre

sul da Ásia Menor (atual Turquia) e oeste do Irã e do Turquestão. Mas apenas na Idade do Bronze se inventa a metalurgia, da qual é indiscutivelmente tributária, ainda que muito remotamente, a ciência positiva da natureza e a tecnologia. É digna da maior atenção a comparação que o eminente historiador inglês, Arnold Toynbee, faz entre a agricultura e a criação de animais, por um lado, e o sentido da metalurgia, bem como os efeitos por ela trazidos para a vida humana e para a relação do homem com a biosfera. Cf. TOYNBEE, Arnold. *A Humanidade e A Mãe Terra*, p. 67 a 76.

¹ Cf. DAUMAS, M. *Histoire de La Science*, p. 4.

² As primeiras civilizações datam do ano 3000 a.C. e tiveram início no sudoeste asiático, mais especialmente no

a realidade e a idealidade, começemos por afirmar o seguinte: nada no mundo nos encontra, só o homem é participante da presença das coisas. “Coisa”, a saber, o que aparece, é isso que é visto já através da janela dos olhos humanos.

Que se chame então o homem um “anfíbio”, isso quer dizer que, além de imerso no decurso da natureza, o homem é um “ser desperto”, um “participante” ou uma “testemunha” de um mundo supra-físico e trans-natural. O que nos assegura que estabelecer a questão de se saber o que é a realidade e o conhecimento, partindo do pressuposto de que o homem não existisse, pela afirmação inicial, não faz nenhum sentido. Porque o problema do conhecimento parte daí, desse fundo e dessa evidência; ele é mesmo motivado pela própria circunstância desse antagonismo, ela mesma “inexplicável”, já que explicar essa circunstância requereria antes que ela mesma fosse pressuposta para a explicação, o que implica um *circulus in definiendum*, isto é, inserir o definido na própria definição. Por isso não há assim uma ‘causa’ para que as coisas se apresentem dessa maneira. Entenda-se, tal circunstância não possui rastro empírico algum – não é tampouco o produto de uma evolução bio-psíquica –, razão pela qual nenhum método experimental lhe pode ser aplicável, como o poderia se se tratasse de um fato natural, de um fato de consciência, observável por introspecção psicológica. Trata-se por fim, na verdade, de outra coisa que de um vestígio arcaico, que a paleontologia, a arqueologia ou a etnologia, por exemplo, pudessem descobrir. Pois vale repetir: o problema do conhecimento parte da tomada de consciência ou da apreensão da circunstância desse antagonismo, qual seja, da apreensão de que o que chamamos “mundo”, isso é o que no início quisemos dar por essa “clareira” ou “totalidade”, e por esse reino não-material, ao qual a visão do homem dá acesso. O olhar humano, diferente do olhar animal é, sempre e a cada vez, “mundivisão”.

Partindo desses primeiros passos da formulação da questão do conhecimento, pode-se delinear a questão da relação entre realidade e idealidade, de forma a que se obtenha as linhas gerais da investigação de um fundamento filosófico para o fenômeno da medição, do “métron”, mais especialmente para o problema da estimativa da sua incerteza. Como a medição é uma das intervenções do mundo não-material no mundo real, o problema da sua possibilidade remonta em última análise à questão mais ampla da relação entre a realidade e a idealidade, sendo os termos “realidade” e “idealidade” os índices dos dois mundos mencionados. Cada um deles representou, em momentos diferentes, o *Leitmotiv* da construção de um sistema filosófico e de uma teoria do conhecimento, e do lugar que lhes é concedido na hierarquia dos princípios, depende a designação desse sistema como “realismo” ou como “idealismo”: o realismo sendo “a posição epistemológica segundo a qual há coisas reais, independentes da consciência”³; o idealismo sendo a “convicção de que a realidade tem por fundo forças espirituais, potências ideais”⁴. Abstração feita de todas as

quaestiones disputatae das referidas posições, a indagação orientadora em nosso trabalho é: há ou não há uma continuidade entre o real e o ideal? Há ou não há uma medida comum entre essas duas esferas do ser? Se nos decidirmos pela negação, fica então excluída absolutamente a possibilidade de uma exata quantificação da realidade, mesmo se se pensar num aperfeiçoamento infinito das técnicas e dos instrumentos. A impossibilidade do ato de medir decorreria da própria impossibilidade de inserir o ideal no real, entenda-se, de reduzir o real ao ideal, impossibilidade fundada na própria natureza de cada uma das duas esferas. Portanto, o grau de exatidão do cálculo dependeria tão somente de fatores muito diversos entre si, como o são as decisões políticas, o progresso tecnológico, a qualidade da formação de estudantes e professores, enfim, do aprimoramento das bases mesmas da cultura científica.

Que a realidade seja incompatível com a idealidade é o que, para Platão e para seus seguidores, é uma tese incontestável. Nem mesmo isso que chamamos aqui “realidade” possui qualquer estatuto ontológico. Mas a única realidade é o *realissimum*, isto é, o que Platão chama “ideia”, a saber, não um conceito nem uma representação, nem mesmo um “objeto ideal”, limitado a disciplinas particulares como a lógica ou a psicologia, mas a ‘forma visível’, o ser verdadeiro, o que é absolutamente e não relativamente. Tal concepção encobre, portanto, um realismo das ideias. Assim, apenas as ideias são reais, e o que chamamos hoje “realidade” (o mundo dos fatos, o sensível) não consiste em nada, a não ser que já conte com a presença das ideias mesmas, dentre outros, sob o aspecto mais importante de os dois mundos se relacionarem, que é a “imanência”: as ideias fixam as coisas na sua natureza e são idênticas nessas coisas, ou seja, estas não poderiam ter chegado a ser, se aquelas já não tivessem sido. Então deveríamos reconhecer que a ótica do platonismo, de inspiração parmenídea, rejeita de antemão a possibilidade da referida continuidade, ótica seguida também por Descartes e, como representantes do idealismo, também por Hegel, Schelling e Fichte.

Aristóteles procurou estabelecer formalmente os parâmetros do problema e lhe propor uma solução. Partindo do problema da ciência, importa-lhe descobrir o modo pelo qual é possível dotar os objetos particulares materiais e móveis do mundo físico, tal como são percebidos pelos sentidos, de fixidez, de estabilidade e de necessidade. Para isso, descreveu duas vias da elevação do particular ao universal: a do ‘lógico’ e a do ‘psicológico’. Como Aristóteles não admite o inatismo das ideias, todo conhecimento tem que ter seu ponto de partida no campo da experiência indutiva, a qual nos põe diante inicialmente da coisa particular. Daí o conceito da indução, do processo abstrativo que desfaz as propriedades sensíveis até a obtenção de um núcleo imaterial essencial que, até chegar a esse estado, já passou pelos graus ascendentes do processo cognitivo, quais sejam, a sensação, a memória, a experiência, o conceito universal (referência de uma pluralidade a uma unidade), a arte (produção) e, por fim, a ciência. Entretanto, essa concepção se choca contra a perspectiva do criticismo, ou de toda a escola de pensamento que parte da problematidade da própria

³ Cf. HESSEN, J. *Teoría del Conocimiento*, p. 72.

⁴ Idem, p. 78.

relação entre o sujeito e o objeto. Que a coisa, a realidade, seja conhecida tal como ela se apresenta naturalmente, no âmbito do comportamento espontâneo do homem, isso se torna inteiramente discutível a partir de I. Kant. Este defende que nós nunca conhecemos as coisas como elas são, mas somente o modo pelo qual as coisas se apresentam para nós, que são assim o que ele chama “fenômeno” (o que se manifesta). A ‘medição’ seria uma ação diretamente ligada aos conceitos gerais do entendimento, como os de ‘relação’, ‘causalidade’, ‘quantidade’, etc., que pertencem à estrutura da razão, mas que, por estar condicionada subjetivamente, estaria referida antes ao sujeito e ao mundo da manifestação, e não à realidade tal como ela mesma é. Aqui também está ausente toda medida comum entre o ideal e o real, mas o que se chama a “realidade” é a projeção da estrutura da subjetividade sobre as coisas. Se a realidade, tal como ela é em si mesma, é mensurável, isso permanece sendo uma incógnita eterna.

Contemporaneamente, o estado mais avançado dessa discussão foi alcançado mediante as teorias fenomenológicas, em particular pelas de E. Husserl, M. Heidegger e M. Scheler.

O primeiro, ao afirmar que “nenhuma lei lógica implica uma *matter of fact*”⁵, põe a necessidade de se admitir a rigorosa diferença entre o ideal e o real: no primeiro assenta o fundamento lógico do conhecimento, no segundo o fundamento psicológico da certeza, cujo critério tutelar é o da probabilidade.

O problema da realidade foi estabelecido formalmente por Max Scheler, para o qual trata-se de identificar com o *trans-consciente*, com o que é inobjetivável. Ou seja, se se convém em que o que é objetivável só pode sê-lo sob o ângulo do que é, na objetivação, *identidade* – e, por isso mesmo, devendo implicar sempre a sua determinação na consciência por meio de atos ordenados *a priori* a partir da estrutura pura da subjetividade –, então a realidade é inapresentável e irrepresentável na e para a consciência. Dessa forma, a realidade não pode de nenhum modo corresponder a um ato qualquer, e é uma impossibilidade intrínseca que seja ‘dada’ à consciência, porque ela não possui nela mesma nenhuma identidade. A realidade, por ser *trans-consciente*, não poderia ser nenhum “algo” que se revelasse por meio do ato de uma intuição evidente, seja lá como esse ato pudesse ter sido incitado e estimulado, à consciência, através de irradiações intencionais, porque ela não é, aqui, o ‘ser’, embora ela ‘tenha’ ser ou se encontre de certo modo numa relação de complementaridade com o centro ativo que Scheler chama o ‘espírito’. Ela não tem é um *ser-assim*, um *ser-tal*. Ela não tem e nem poderia ter, pela razão apresentada, e conforme Scheler insiste em ressaltar, um posto possível no firmamento do mundo ideal das significações. Sequer poderia ser apresentável através da percepção sensível, pois tampouco é esta, como ato, como *intentio*, o que está na base da manifestação do *ser-dado* da realidade à consciência. Pelo contrário, por estar ‘além’ do campo da consciência, a *origem* do acesso da consciência ao ser da realidade não poderia nunca estar fundamentalmente relacionada com a consciência mesma,

com uma operação da consciência, mas simplesmente com o que Scheler entende por “vida”, quer dizer, um “tecido” ontológico, fundamento não menos constitutivo do ser humano que aquele por meio de cuja atividade se manifesta para ele um universo de objetos, que o homem se torna capaz de conhecer e de contemplar idealmente, ainda mesmo quando (e até porque) esses objetos são essencialmente diferentes dele. Algum tipo de conteúdo, de “tecido” ontológico, eu diria, pelo qual se estabelecesse uma ponte, uma ligação entre a consciência (a idealidade) e a realidade, pelo qual o sentido sobre o qual nos apoiamos para falar da realidade tenha acedido à experiência. E além disso, se a realidade é o ‘primeiro’ em relação à consciência (o que Husserl defende de certa maneira), então aquele “tecido” é ao mesmo tempo uma esfera, um nível ôntico mais primitivo, mais antigo que a consciência no homem, até mesmo por ser esse nível ôntico, do ponto de vista da subjetividade, isto é, do que está no âmbito do homem, o que *interage* com a realidade antes do concurso da consciência. Esse nível teria ou seria uma origem mais remota, no homem, que a consciência, mas que – seria difícil recusar – teria que estar, que ser, no homem, dentro de um relacionamento com esse segundo fundamento que se chama “consciência” (auto-consciência, espírito), esse “lugar” em que a manifestação das coisas se dá para o homem.

Ao longo dessa explanação, descerra-se a visão de que não existe uma medida comum entre realidade e idealidade.

3. A METROLOGIA E AS IMPLICAÇÕES DA CONCIÊNCIA DO REAL INATINGÍVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

A clareza de idéias proposta por Descartes em sua cadeia de razões desencadeou o processo que hoje, em última instância, é colaborador direto do culto à certeza inquestionável dos números. O próprio movimento que originou as “ciências exatas”, traduzindo fenômenos ao resultado de modelizações e reducionismos já contraria, por si só, o caráter soberano de realidade que se atribui a esses resultados. A realidade viria, não pelo esgotamento dos recursos e possibilidades tecnológicas de medir com exatidão absoluta, mas pela cômoda certeza que paira sob a égide da exatidão irrefutável da matemática. As engenharias construíram seus castelos sobre alicerces de areia, e a importância central da metrologia nos processos que sustentam a civilização, sejam as ciências nuclear e genética de hoje ou a agrimensura e medição do tempo dos primórdios, conserva a mesma dúvida que distancia o resultado da medição do valor real do mensurando. Omitir esta inexatidão era ponto chave para a afirmação do caráter exato propalado pelos estudiosos destas ciências.

Desta forma, o ensino da metrologia – não da metrologia determinística, que, se já não comportava a dúvida, tampouco a levava aos processos produtivos e de avaliação da conformidade, mas da metrologia baseada no estudo de probabilidades e níveis de confiabilidade estatística, que se firmou apenas no final do século passado – contrasta com a realidade construída pelo aluno ao longo de sua trajetória

⁵ Cf. HUSSERL, E. *Investigaciones Lógicas*, p. 81.

escolar. O primeiro contato com esta nova metrologia, independentemente do momento da formação ou atuação profissional em que ocorrer, colide com a sólida estrutura que lhe foi inculcida maciçamente, e rui a confiança, até então inabalável, na exatidão da leitura do instrumento de medição, desencadeando um processo reflexivo que o remete ao convívio com a dúvida *mater* que permeia as relações entre realidade e idealidade. É impossível obter o valor real de uma grandeza, mesmo lançando mão de todos os artificios das “ciências exatas”?

O problema, para cuja análise a filosofia e a metrologia são chamadas, é do interesse não só da teoria do conhecimento e da ciência metrológica propriamente dita, mas também atinge setores como o da pedagogia (enriquecimento do entendimento e do aprendizado da metrologia), o da história e filosofia da ciência.

Uma vez identificado o problema, torna-se importante a busca por alternativas para o trabalho com o aluno em sala de aula e no laboratório. Trabalhar o conteúdo de metrologia tendo como premissa minimizar o impacto e possíveis consequências que a consciência de que o valor real do mensurando é inalcançável pode tornar o processo ensino-aprendizagem muito mais proveitoso, suave e gratificante, para todos os envolvidos. Este é um campo de estudo a se explorar, e que certamente pode trazer importantes contribuições para a melhoria do ensino e do aprendizado da metrologia. Como abordagem ao tema neste trabalho, foi escolhida como estratégia a utilização de exemplos práticos para trazer as questões e reflexões aos alunos.

Em primeiro lugar, há a necessidade de que o aluno se convença da impossibilidade de se obter o valor real de uma grandeza. Não obstante a possibilidade de lançarmos mão do arcabouço filosófico que ora apresentamos, esta tarefa nem sempre é simples, pois estamos lidando com paradigmas estabelecidos durante toda uma vida acadêmica e que precisam ser postos à prova.

Uma primeira abordagem para a questão consiste em levar o aluno ao laboratório e apresentar diversos instrumentos para a medição de um mesmo mensurando. É interessante apresentar instrumentos com valores de resolução de leitura diferentes uns dos outros para a observação das indicações obtidas. As indicações obtidas com os diferentes instrumentos serão diferentes, e uma importante causa para isso é a resolução de leitura de cada um dos instrumentos empregados. O professor poderia fazer com o aluno um exercício mental em que este imaginaria indicações obtidas com instrumentos com resoluções bem melhores que aquelas dos instrumentos do laboratório. Mesmo considerando a melhor resolução imaginável, ainda assim, a indicação representaria o valor real da grandeza? O contato com a limitação palpável apresentada pelos instrumentos em se aproximar mais de um valor exato para o mensurando, representada pela sua resolução, ao passo que fortalece a percepção de que a realidade da grandeza não pode ser atingida, estando sempre restrita à exatidão do instrumento (percepção esta que se liga intimamente ao “número de casas decimais”), leva também a um maior contato com a perspectiva de exploração mental.

Ao se dar conta do problema da impossibilidade de se obter o valor real da grandeza, tem-se a oportunidade de se

apresentar o conceito da incerteza de medição. Dado que necessitamos das medições para a vida em civilização, a estimativa da incerteza de medição representa a possibilidade de se trabalhar com as medições ainda que não tenhamos como obter o valor real da grandeza. Do ponto de vista teórico, a aceitação de que há uma incerteza intrínseca em qualquer medição, já configura a limitação, por ora metrológica, de conceber a medição ideal. Assim, a teoria da incerteza de medição passa, invariavelmente, pela aceitação por parte do aluno da premissa anteriormente discutida. Isto posto, trazer a incerteza de medição como solução miraculosa para conviver com esta limitação insuperável, da mesma forma com que sacramenta nossa incapacidade de conhecer o valor real do mensurando, traz à realidade das aplicações práticas, que são a fonte de demandas de medição. Já que o valor exato é inatingível, que valor pode ser atribuído confiavelmente ao mensurando? Ou ainda, qual a exatidão necessária para tal ou qual aplicação? Como agregar confiabilidade aos resultados de medição? Essas devem ser questões que reativem a discussão, não com o antigo objetivo de determinarmos “o valor” da medição, mas sim de conhecermos “a faixa de valores” que podemos atribuir, com dada confiabilidade, ao mensurando. Desta forma, o entendimento e aplicação do ferramental teórico, matemático e estatístico da estimativa da incerteza de medição se torna mais agradável, e o aluno passa a enxergar um sentido para assimilação do conteúdo, o que, sem dúvida, é um elemento que aumenta a eficiência do ensino.

Outro tópico de grande importância, a questão da confiabilidade das medições pode também ser tratada a partir de paradigmas comuns. Em geral, existe uma tendência do aluno iniciante em confiar mais nos instrumentos mais modernos e não confiar em instrumentos mais antigos. Este paradigma também pode ser posto à prova no laboratório utilizando-se dois instrumentos para medir um mesmo mensurando. O primeiro instrumento deve ser um mais moderno (se possível digital), mas não calibrado. O segundo instrumento, com aspecto antiquado (se possível analógico), deve estar com a calibração dentro do seu prazo. Medições são realizadas com os dois instrumentos e os resultados obtidos são discutidos com os alunos. Estes resultados irão novamente abalar algumas convicções baseadas no senso comum, e que são a cada dia mais e mais ressaltadas pelo avanço tecnológico geral, principalmente nas áreas da informática e telecomunicações. Enquanto os alunos são constantemente estimulados a associar moderno com melhor, digital como superior a analógico, eletrônico melhor que mecânico, este simples experimento tem o poder de provar lhes que, no que se refere à medição, há aspectos metrológicos mais importantes que a tecnologia agregada ao sistema de medição. Através desta descoberta, a importância das ações que conferem confiabilidade às medições, como a calibração periódica, realização de verificações entre as calibrações e demais componentes do processo de comprovação metrológica é ressaltada e estas podem ser apresentadas, certamente se valendo de maior receptividade, em contraponto à tradicional incredulidade por parte dos educandos.

A apresentação do conceito de rastreabilidade metrológica e a utilização de padrões para comparação

trazem alguns questionamentos recorrentes nas salas de aulas dos cursos introdutórios de metrologia. Ao aluno iniciante, causa estranheza que o valor de referência apresente valores de erro sistemático em seu certificado de calibração, e ainda mais estranho lhe parece que o valor de referência do padrão também apresente erros em seu certificado. Como a referência utilizada pode apresentar erros? Mais uma vez, o entendimento da impossibilidade de se obter o valor real de uma grandeza e a necessidade de se trabalhar com as incertezas associadas mostram-se fundamentais para a evolução do aluno em um currículo de curso de metrologia.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta uma reflexão sobre o problema da realidade e da idealidade, relacionando-o à questão da estimativa da incerteza e ao ensino da Metrologia. Partindo do ponto de vista filosófico, a impossibilidade da inserção do ideal no real levaria a questionamentos como: é impossível obter o valor real de uma grandeza, mesmo lançando mão de todos os artifícios das “ciências exatas”?

Diante de tais questões a ciência metrológica parece ser a comprovação prática da referida impossibilidade: contrapondo-se ao chamado “dogmatismo” da ciência, difundido nas sociedades modernas, a ciência metrológica, tem como um fundamento e se caracteriza pela aceitação das limitações ao alcance do “valor verdadeiro único”.

Considerando que o problema em questão traz uma série de consequências ao aluno iniciante na metrologia, o presente trabalho busca apontar caminhos para o tratamento do tema através de exemplos e experiências em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Aristóteles, “*Metafísica*”. Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1953.

[2] Bergson, H., “*A Evolução Criadora*”. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1979.

[3] Descartes, “*Meditations*”. Paris. Librairie Philosophique J.Vrin, in Oeuvres de Descartes, tome IX, 1996.

[4] Hessen, J., “*Teoria del Conocimiento*”. Madrid, Espasa-Calpe, 1973.

[5] Histoire de la Science, Gallimard, coll. « Encyclopédie de la Pléiade », 1957.

[6] Hume, D., “*Investigação sobre o Entendimento Humano*”. São Paulo, Abril Cultural, Pensadores, 1973.

[7] Husserl, E., “*Investigaciones Lógicas*”.

[8] Kant, I. “*Crítica da Razão Pura*”. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

[9] Toynbee, A., “*A Humanidade e A Mãe Terra*”, p. 67 a 76.

[10] Popper, K. R., “*Conhecimento Objetivo*”. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, 1999.

[11] ABNT NBR ISO 10012: Sistemas de Gestão de medição – Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição. Rio de Janeiro, 2004