

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE CRITÉRIOS DE ATRIBUIÇÃO DE REALIDADE UTILIZADOS POR ESTUDANTES DE FÍSICA: CONSTRUINDO CATEGORIAS DE ANÁLISE

AN EXPLORATORY STUDY ON CRITERIA USED BY STUDENTS TO INFER THE PHYSICAL REALITY OF OBJECTS: BUILDING CATEGORIES OF ANALYSIS

Fábio Marineli¹, Maurício Pietrocola²

¹ Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, fmarineli@jatai.ufg.br

² Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, mpietro@usp.br

Resumo

Muitos dos objetos presentes na vida cotidiana de hoje não podem ser acessados diretamente pelos sentidos. O mundo virtual, por exemplo, faz parte da sociedade moderna como a conhecemos. Em particular, as entidades definidas pelas teorias e modelos da física também estão longe dos sentidos, e um dos objetivos do seu ensino é fornecer os meios para conceber e lidar com essas entidades. Tratá-los da mesma forma que os objetos do dia-a-dia, ou considerando-os como meras abstrações, pode distorcer as informações físicas e pode levar a problemas de aprendizagem. Assim, parte do ensino da física exige uma mudança de atitude ontológica, em termos de conceber objetos e critérios que poderiam justificar a sua existência na teoria/modelo. Na busca por compreender essa concepção dos alunos, o presente trabalho apresenta uma pesquisa exploratória, que se encontra em andamento, que investiga os critérios utilizados por alunos de graduação em física para definir a realidade de entidades presentes em teorias científicas, bem como de entidades que compõe outros campos de realidade. A pesquisa utilizou dados de um questionário respondido por 33 alunos que se encontravam no final do curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. Neste questionário, entre outras coisas, os estudantes assinalavam em uma escala Likert o grau de realidade que atribuíam a entidades de uma lista, apresentando uma breve justificativa das suas escolhas. Compunha esta lista entidades conceituais oriundas do domínio científico além de outras que não possuem sua origem na ciência. Através das justificativas, foram elaboradas 11 categorias de análise, que são uma forma de compreender alguns dos critérios usados pelos alunos para definir a realidade dos objetos. Os resultados deste trabalho darão suporte para uma nova fase da investigação, que irá abranger um número maior de alunos.

Palavras-chave: Realidade; Realismo; Concepções

Abstract

Many nowadays objects that are part of everyday life cannot be accessed directly by our senses. The virtual world, for example, is part of modern society as we know it. In particular, the entities defined by the theories and models of physics also keep distance from the senses, and one aim of physics teaching is provide the

means to conceive and deal with these entities. Treating them in the same way that we treat quotidian objects, or considering them as mere abstractions, could distort the physical information and may lead to learning problems. Thus, part of physics teaching requires an ontological attitude modification, in terms of conceiving objects and criteria that could justify its existence in the theory/model. Trying to understand this students' conception, this paper presents an exploratory research, which is in process, which investigates the criteria used by physics graduate students to define the reality of the entities in scientific theories as well as entities that make up other fields of reality. The investigation used the data from a questionnaire answered by 33 students who were concluding Physics' Degree at University of Sao Paulo. In this questionnaire, among other things, students indicated in a Likert scale the degree of reality they attributed to a list of entities, followed by a short explanation of their choices. The list of conceptual entities derives from the scientific domain and from others, outside science. Through the justifications, 11 categories of analysis have been developed, which is a way to understand some of the criteria used by students to define the reality of the objects. These results supports to a new phase of research, which will cover a larger number of students.

Keywords: Reality; Realism; Conceptions

Introdução

Pesquisas na área de Ensino de Ciências têm mostrado a importância de considerar a natureza da ciência como parte integrante do entendimento científico (NIAZ, 2009; SCHWARTZ e LEDERMAN, 2008; GIL-PÉREZ *et al*, 2001). Muitas delas revelam concepções dos estudantes sobre a ciência que raramente ultrapassam um empirismo ingênuo, atribuindo aos cientistas o domínio de um método seguro de prospectar a natureza. A concepção comumente aceita por estudantes e professores de ciências associa os conteúdos da ciência como revelações sobre a organização interna do mundo. Selley (1989) mostrou que os estudantes acreditam que as verdades científicas pré-existem ao conhecimento e que há um caminho lógico simples entre a evidência empírica e a proposição de conteúdos teóricos. Aikenhead e Ryan (1992), utilizando um questionário do tipo VOSTS (Views on Science-Technology-Society), demonstraram através de entrevistas que, a maioria dos estudantes entendia a origem das teorias científica, como “descobertas” e não “invenções”. Esses resultados parecem associar a atividade científica com as formas comuns de investigação do mundo natural: o cientista seria como um viajante que descobre uma nova ilha ou um naturalista que encontra uma nova espécie de planta. O conhecimento científico seria o resultado dessa investigação e se materializaria na forma de relatos sobre estes novos objetos descobertos: um “mapa” ou o esboço da planta, na metáfora anterior. Embora seja natural que tal concepção exista informalmente entre os jovens, é menos natural aceitá-la como resultado de escolarização, visto que parte dos objetivos da educação científica é fornecer aos estudantes uma idéia mais apropriada da dinâmica interna da ciência. Livros didáticos e cursos de formação de professores estão assentados numa concepção de ciência que privilegia a separação entre sujeito e objeto do conhecimento. Nos textos de materiais didáticos e nas falas dos professores transparece a crença na existência de uma “realidade essencial” não percebida diretamente pelos nossos sentidos. Essa realidade ocultada pelas limitações de nossa percepção seria a fonte de verdades definitivas. O papel do

cientista seria atingi-la através de um método seguro, apoiado na experimentação, na medida e no pensamento lógico.

Essa concepção de ciência reflete uma idealização de natureza empírico-positivista e tem influenciado profundamente o ensino produzido nas escolas, gerando uma visão deformada da natureza da atividade científica e do conhecimento por ela produzido. Esta concepção contrasta com aspectos importantes da atividade científica efetivamente realizada e que mereceriam ser enfatizados na educação científica. Millar (1989) destaca dois desses aspectos: a caracterização da atividade científica como uma atividade humana e o caráter eminentemente provisório das idéias científicas.

O estatuto dos objetos presentes nas teorias e leis científicas é outro aspecto da natureza da ciência a ser considerado. Idéias como campo elétrico, energia, fótons só podem ser percebidas pelo esforço de uma imaginação criativa guiada pelas modernas teorias da ciência. Exigem o desprendimento dos sentidos imediatos e um aumento na crença teórica. Atitudes semelhantes a estas podem ser encontradas na atualidade, pois muitos dos entes que fazem parte do cotidiano não são acessados diretamente. O dinheiro está nos bancos e podem ser contados nos extratos acessados em telas de caixas eletrônicas; amigos podem ser encontrados em sites de redes sociais; livros, fotos e arquivos de músicas são armazenados em disco rígidos de computadores. O mundo da virtualização faz parte da vida do cidadão moderno, sobretudo dos jovens.

No entanto, mesmo vivendo num mundo onde o avanço do conhecimento científico e da tecnologia implicou em uma transformação nas formas de nos relacionarmos com o mundo, alguns estudantes não diferenciam o status epistemológico dos objetos da ciência dos demais objetos a povoar o cotidiano (PINHEIRO, 2003). Dentro deste contexto, não é de estranhar que as entidades presentes na ciência sejam vistas como reflexo de partes da natureza, demonstrando também um realismo ingênuo.

Um dos objetivos do ensino de física deveria ser o de fornecer meios para conceber e lidar com essas entidades que estão presentes nas teorias e modelos (OGBORN & MARTINS, 1996). Tratá-los da mesma forma que os objetos do dia-a-dia, ou então considerá-los como meras abstrações, poderia distorcer o conhecimento físico e levar a problemas de aprendizagem ou na utilização de tais conhecimentos fora da sala de aula (PIETROCOLA *et al*, 2001). Nesse sentido, parte da formação em física requer uma mudança de atitude ontológica (FINE, 1986), em termos de conceber objetos e critérios que podem justificar a sua existência em teorias ou modelos.

Este trabalho apresenta parte de uma pesquisa exploratória que investiga os critérios utilizados por alunos de graduação em física para atribuir realidade a entidades presentes nas teorias físicas. Isso porque entendemos, como já foi dito, que além dos conteúdos das teorias, também faz parte da formação científica de futuros professores certo nível de compreensão da natureza dessas teorias e também dos objetos que fazem parte da representação científica do mundo.

Realismo e anti-realismo

A realidade cotidiana e a científica são diferentemente caracterizadas em termos epistemológicos (BERGER e LUCKMANN, 2005). Temos aqui um divisor de águas importantes na abordagem do realismo enquanto problema filosófico. O

cotidiano que vivenciamos no dia-a-dia se constitui em um conjunto estável de objetos e relações identificada como a “realidade imediata”. Pessoas de um mesmo grupo social tendem a percebê-la de maneira semelhante e pouco refletem sobre isso. A sua *estabilidade dinâmica* (permanência na mutabilidade) confere-lhe existência própria e autonomia, de modo a considerá-la como “a Realidade”, única, imutável e permanente (BERGER e LUCKMANN, 2005; PIETROCOLA, 2001).

Na esfera científica a relação com as entidades não se dá como no cotidiano. Muitos dos entes que fazem parte da representação de mundo da ciência estão distante dos sentidos. Pode surgir daí o questionamento se nossas hipóteses acerca do mundo, que se utilizam destes entes, conseguem tratar realmente da estrutura do mundo, ou seja, se são reflexos de estruturas que existem independentemente de nossas teorias.

Sobre essa relação entre as teorias e objetos da ciência e o mundo, o realismo científico defende que as teorias científicas descrevem verdadeiramente como o mundo é, afirmando a existência de entidades postuladas pelas teorias (LECOURT, 1999). Esta visão é baseada na idéia da existência de um mundo exterior independente de nossos conhecimentos e experiências e que a ciência busca alcançar informação substancial e correta de aspectos dele.

Opondo-se a essa visão, o anti-realismo defende que teorias científicas são apenas instrumentos úteis para se obter previsões observáveis, o sentido da ciência não provém da tentativa de representar um mundo que existe independentemente de nós, mas sim em virtudes pragmáticas das teorias. Essas não tratariam necessariamente o mundo tal com ele é, mas uma teoria seria aceita desde que funcionasse adequadamente.

Para exemplificar essa dicotomia, Chalmers (1993) afirma que a interpretação realista da teoria cinética dos gases é a de que os gases são realmente feitos de moléculas em movimento aleatório, colidindo umas com as outras e com as paredes do recipiente que as contém; já a interpretação anti-realista diria que as moléculas a que se refere a teoria constituem ficções convenientes que habilitam os cientistas a fazer relações e previsões sobre manifestações observáveis das propriedades dos gases.

Para uma defesa do realismo poderíamos utilizar como argumento o fato da ciência poder unificar teorias diferentes (como a teoria cinética e a teoria atômica), o que nos leva a pensar que essas teorias estão sim descrevendo aspectos do mundo. Um segundo argumento seria o caráter explicativo das teorias: como uma teoria pode realmente explicar os fenômenos que postula entidades que não existem? E um terceiro seria a existência de novas previsões (LECOURT, 1999).

No entanto, o sucesso preditivo da Ciência, seu êxito empírico, não é livre de problemas. Uma análise histórica da ciência também mostra certa inadequação na tentativa de justificar o realismo com base em sua explicação do êxito científico, o que leva a uma defesa do anti-realismo. Existiram teorias científicas que apresentaram considerável êxito em sua época, mas que postularam entidades teóricas cuja existência hoje é negada (por exemplo, o flogisto ou o fluido calórico). Quer dizer, há teorias que foram bem-sucedidas, mas que não fazem referência a objetos do mundo físico (PLASTINO, 1995).

Além da análise histórica, para a defesa do anti-realismo, poderia ser utilizado o argumento da *subdeterminação da teoria pelos dados* (ou tese Duhem-

Quine). Este é um argumento metodológico que sustenta que para um mesmo conjunto de dados poderia haver mais de uma teoria que os representasse; e essas teorias empiricamente equivalentes (que coincidem no que afirmam a respeito do que é observável) poderiam conflitar em suas afirmações sobre entidades inobserváveis. Assim, por não haver como determinar com base nas evidências experimentais qual delas é verdadeira, não haveria base empírica para acreditarmos nas entidades teóricas postuladas por uma teoria empiricamente adequada, pois teorias rivais, observacionalmente indistinguíveis, poderiam incluir em sua ontologia inobserváveis de diferentes tipos.

No entanto, este argumento metodológico também não é livre de problemas. Ele não leva em conta o avanço da ciência e que as evidências empíricas podem variar de acordo com o progresso das teorias ou técnicas experimentais, que o que se entende por observável pode se alterar com o desenvolvimento das nossas idéias científicas. Ou seja, as evidências empíricas da tese da subdeterminação poderiam ser revistas por uma nova teoria (SILVA, 1998). Outro problema seria o de demonstrar que para toda teoria haveriam alternativas teóricas empiricamente equivalentes (PLASTINO, 1995).

Para Dutra (1998), do ponto de vista epistemológico, a opção por uma posição realista ou anti-realista irá depender de qual dos aspectos levantados por essas correntes se considera mais relevante, pois ambas possuem fragilidades. “Se o que se julga importante é destacar o sucesso preditivo da Ciência, a corrente realista é a mais adequada, mas se o que se quer mostrar é a possibilidade de um mesmo evento ser explicado de modos diferentes, então os argumentos anti-realistas são mais adequados.” (PINHEIRO, 2003: 31).

Tanto o realismo científico quanto o anti-realismo pretendem atribuir um sentido à ciência empírica, compreendê-la dentro de uma concepção filosófica que permita construir uma interpretação global da mesma e analisar seu fundamento e finalidade (PLASTINO, 1995), mas nenhuma das duas teses está livre de problemas.

A pesquisa

Pinheiro e Pietrocola (2002) e Pinheiro (2003) investigaram aspectos ligados ao realismo atribuído por estudantes. Visando escapar do embaraço filosófico de ter de lidar com uma discussão tão antiga e polêmica, optaram por tratar do realismo atribuído por alunos a entidades presentes no campo do cotidiano, da ciência e das crenças. Desenvolveram instrumentos metodológicos baseados em questionários e entrevistas semi-estruturadas, tomando como sujeitos da pesquisa alunos da antiga 8ª Série e do Ensino Médio de uma escola privada do estado de Santa Catarina e da Escola de Aplicação da UFSC.

Interessa-nos em particular o questionário presente nessa pesquisa e que será tomado como modelo na pesquisa por nós realizada. Tal questionário indagava sobre a intensidade da realidade de quatro classes de objetos/entidades: a primeira (Classe 1) constituída por objetos considerados tipicamente “reais” no sentido comum do termo, presentes no cotidiano e que se relacionam com pelo menos um dos órgãos de sentidos (itens: óculos, caneta, estrela, vento); a segunda (Classe 2) constituída por elementos tipicamente considerados como imaginários ou fruto de crenças (itens: anjo, Deus, coelho da páscoa, super-homem); a terceira (Classe 3) constituída por entidades do domínio abstrato que não se encaixam bem nas

classes anteriores (itens: amizade, pensamento, sonho); a quarta classe (Classe 4) constituída de entes oriundos do domínio científico (itens: átomo, campo, célula).

O questionário de Pinheiro utilizou uma escala de Likert como meio atribuir níveis de realidade aos objetos das 4 classes acima. Além disso, dever-se-ia apresentar uma justificativa para o nível de realidade escolhido. A escala de intensidade ia de 1 a 5, e foi assim especificada:

1	totalmente não-real
2	mais não-real do que real
3	½ real, ½ não-real
4	mais real do que não-real
5	totalmente real

Quadro 1 – Escala de intensidades.

Um dos resultados obtidos na investigação de Pinheiro e Pietrocola indicou a possibilidade de “o sentimento de realidade que o aluno atribui a uma entidade depende(r), além de concepções construídas socialmente, do modo como estes conhecimentos se vinculam com as emoções e os sentimentos durante o processo de ensino aprendizagem” (PINHEIRO e PIETROCOLA, 2002: 5).

Seguindo a linha definida por esses trabalhos, a presente pesquisa tem por objetivo investigar os critérios utilizados por estudantes de Licenciatura em Física ao atribuir níveis de realidade a objetos presentes em diferentes concepções de mundo. Para a realização do objetivo proposto, aplicamos um questionário¹ dividido em três partes, para estudantes dos últimos semestres do curso de licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. Algumas adaptações ao questionário original de Pinheiro (2003) foram feitas de modo a torná-lo mais adequado ao uso com estudantes universitários. Para tanto, o questionário utilizado nesta pesquisa limitou-se ao uso de apenas 3 classes, excluindo aquela composta por elementos considerados como fruto de crenças ou imaginários (Classe 2), pois pareceu-nos inadequado tratar o nível de realidade de tais objetos com estudantes adultos.

Assim como no questionário original, no que utilizamos os entes foram dispostos em ordem alfabética para que o aluno respondesse de forma mais espontânea possível e assim evitar contaminação de uma resposta em outra quando se tratasse de entidades correlatas. Os objetos e/ou entidades utilizados no questionário aparecem no Quadro 2, distribuídos por Classe.

Objetos / Entidades	Classe
Algodão, ar aroma, cadeira, estrela, melodia, relâmpago	Classe 1
Amizade, pensamento, sonho	Classe 3
Átomo, calórico, campo gravitacional, elétron, força magnética, massa, relatividade do tempo, spin	Classe 4

Quadro 2 – Objetos e/ou entidades.

A segunda e a terceira parte do questionário por nós elaborado não foram utilizadas na análise que estamos apresentando neste trabalho, por isso não serão mencionados.

Esse questionário foi aplicado em uma turma da disciplina Metodologia do Ensino de Física II, da Universidade de São Paulo, no 2º semestre de 2003, e respondido por 33 alunos. Geralmente, ao cursarem essa disciplina, os alunos da Licenciatura estão no final do curso de graduação.

¹ Por falta de espaço, o questionário não será apresentado neste trabalho.

Resultados

Os alunos responderam o questionário assinalando a intensidade do grau de realidade para determinado ente e apresentando uma justificativa para a escolha. Em trabalho anterior (MARINELI e PIETROCOLA, 2009) apresentamos a quantidade de respostas dadas pelos alunos, para cada intensidade, aos entes que estão no Quadro 2. Das respostas obtidas, detectamos que as entidades que compõe a Classe 1, mais concretas e com relação mais direta com os sentidos, foram consideradas como reais mais vezes que os entes das outras duas classes. Os entes de Classe 3 tiveram respostas bem distribuídas em todas as intensidades. Já em relação aos entes do domínio científico (Classe 4) também houve uma distribuição bastante uniforme de respostas, semelhante aos da Classe 3.

As quantidades de respostas dadas pelos alunos, para cada grau de intensidade, encontram-se nos quadros a seguir, separados por Classe, em valores percentuais.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Algodão	0	3,0	0	3,0	93,9	-
Ar	0	3,0	3,0	18,2	75,8	-
Aroma	0	6,1	9,1	42,4	42,4	-
Cadeira	0	3,0	0	3,0	93,9	-
Estrela	0	6,1	9,1	9,1	75,8	-
Melodia	12,1	9,1	9,1	30,3	39,4	-
Relâmpago	0	3,0	6,1	12,1	78,8	-

Quadro 3 – percentuais da quantidade de respostas dadas para os entes da Classe 1.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Amizade	15,2	18,2	24,2	18,2	24,2	-
Pensamento	18,2	12,1	18,2	15,2	36,4	-
Sonho	21,2	15,2	21,2	12,1	30,3	-

Quadro 4 – percentuais da quantidade de respostas dadas para os entes da Classe 3.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Átomo	6,1	18,2	33,3	18,2	24,2	-
Calórico	54,5	12,1	18,2	6,1	6,1	3,0
Campo gravitacional	12,1	24,2	15,2	18,2	30,3	-
Elétron	9,1	24,2	27,3	15,2	24,2	-
Força magnética	6,1	9,1	30,3	24,2	30,3	-
Massa	3,0	9,1	9,1	18,2	60,6	-
Relatividade do tempo	18,2	18,2	24,2	12,1	24,2	3,0
Spin	21,2	24,2	33,3	9,1	12,1	-

Quadro 5 – percentuais da quantidade de respostas dadas para os entes da Classe 4.

Os resultados obtidos pela contabilização das respostas não indicam nenhuma novidade e podemos mesmo considerá-los esperados. Diferente, será a análise das frases fornecidas pelos estudantes para justificar cada uma das respostas. Para o entendimento dos critérios utilizados pelos estudantes para atribuir os graus de realidade que aparecem nos quadros acima, analisamos as respostas dadas, que foram agrupadas em 11 categorias. Isto permitiu possível delinear um perfil de justificativas apresentadas. Para essa organização, e para facilitar análises posteriores, foi utilizado um software de análise de dados qualitativos (CAQDA)

identificado como Atlas.ti. Algumas das categorias foram sugeridas pelo do trabalho de Pinheiro (2003)², enquanto outras surgiram de nossa análise.

As justificativas dos estudantes geralmente eram palavras ou frases curtas. Nos casos em que havia mais de um tipo de justificativa na resposta dada pelo aluno, ela era classificada em mais de uma categoria.

As categorias serão listadas a seguir, apresentadas em ordem alfabética.

Categoria A – C x A (concretude / materialidade / solidez x abstração / idealização / imaginação)

As respostas categorizadas aqui se fixam na “concretude”, na materialidade ou na solidez de um ente para justificar níveis altos de realidade ou, inversamente, na abstração, na idealização ou imaginação para justificar níveis mais baixos. São sempre aspectos intersubjetivos (e não intrínsecos a um único indivíduo). Entre as justificativas aqui categorizadas se encontram termos e frases como: “*Concreto*”, “*É matéria*”, “*Abstrato*”, “*Coisa abstrata*”, “*idealização funcional*”, entre outras.

Categoria B – Descrição / Caracterização

Agrupam respostas que fazem algum tipo de descrição do ente, ou o caracteriza de alguma forma, como justificativa para o grau de realidade atribuído. Exemplos: “*Aglomerado de átomos que por sua vez são formados por quarks e elétrons (energia) e + q 99% vazio*” [para massa e outros], “*Imagem, índice da existência de um corpo solar*” [para estrela], “*Princípio absoluto que existia antes mesmo do homem existir*” [para amizade], “*Trata-se de ondas cerebrais que são traduzidas em imagens reais*” [para pensamento e sonho], “*Pura especulação abstrata*” [para calórico e campo gravitacional].

Categoria C – Entendimento

As justificativas aqui categorizadas expressam a dependência entre a inteligibilidade do ente e a intensidade de realidade a ele atribuída. Exemplos: “[...] *faz parte do meu conceito de mundo real*” [para ar e cadeira], “*Eu não consigo definir e classificar facilmente*” [para amizade], “*Não sei o que é*” [para pensamento], “*Difícil compreensão*” [para relatividade do tempo], “*Não entendo*” [para spin].

Categoria D – Existência

Foram aqui agrupadas as afirmações de simples existência ou não-existência de um determinado ente, sem estarem acompanhadas de outra justificativa sobre o grau de realidade atribuído. Como exemplos dessas respostas, temos: “*Existe*”, “*Irreal*”, “*Não existe*”, “*Sabemos que existe*”.

Categoria E – Modelo

Foram aqui classificadas as frases que utilizam o termo “modelo” como justificativa para o grau de realidade atribuído ou fazem alguma referência que dizem respeito a eles. Exemplos: “*Modelo*”, “*Existe como um modelo*”, “*Modelo que tem validade na relação com o mundo real*”, “*É uma entidade representativa*” [para calórico e campo gravitacional].

² As categorias C, D e K abaixo foram utilizadas praticamente como no trabalho de Pinheiro. As categorias B, G, H e J são adaptações e desdobramentos de categorias daquele trabalho.

Categoria F – Para além dos limites do saber

Nesta categoria entraram afirmações sobre não ser possível saber ao certo sobre o ente. Entre as justificativas aqui categorizadas se encontram: “*Não conseguimos avaliar*” [para sonho], “*Pode ser uma invenção humana*” [para o elétron], “*Nem os Físicos sabem o que é*” [para o elétron].

Categoria G – Percepção

Esta categoria agrupa justificativas que se baseiam em percepção através dos sentidos, possibilidades de manipulação, de interação; percepção através de aparelhos; medição; ou mesmo percepções subjetivas ou relacionadas a sentimentos. São justificativas geralmente apresentadas em primeira pessoa. Como exemplos, temos: “*Vejo*”, “*Posso tocar*”, “*Posso manusear*”, “*Eu sinto*”, “*Não posso ver*”, “*Eu vejo com aparelhos adequados*” [para o átomo], “*Eu consigo medir*”, “*Nunca vi*”, “*Não é percebido no ‘nosso mundo’*” [para a relatividade].

Categoria H – Percepção de efeitos

Justificativas aqui categorizadas se baseiam na percepção de um efeito atribuído ao ente, explicado através dele. Exemplos: “*Provoca alterações observáveis*” [para relâmpago], “*Não posso manusear cotidianamente mas percebo fenômenos relacionados*” [para átomo e elétron], “*Efeitos notáveis*” [para campo gravitacional e spin], “*Posso sentir os seus efeitos*” [para a força magnética].

Categoria I – Subjetividade / Interpretação

Nesta categoria entraram as justificativas que explicitam uma percepção do objeto que é exclusiva ou intrínseca a um indivíduo. Não apareceu para os entes da ciência. Como exemplos dessas afirmações, temos: “*Existe, mas é subjetivo*” [para melodia], “*A minha idéia de aroma é uma interpretação que meu cérebro faz*”, “*Existe somente para o indivíduo que o idealizou*”, “*Fator subjetivo*” [para amizade].

Categoria J – Suporte explicativo

As respostas categorizadas aqui expressam que a existência do ente em questão deve ser real para poder explicar algo conhecido, ou seja, através dele é possível explicar algum outro fenômeno. Só apareceu para os entes da ciência. Exemplo: “*Explica bem a estrutura da matéria [...]*” [para átomo e elétron], “*Pois parece normal algo cair*” [para campo gravitacional], “*Existência de moléculas e reações químicas*” [para o elétron], “*Não posso tocar, mas serve para explicar algumas coisas*” [para o spin].

Categoria K – Transitiva

Nas justificativas aqui classificadas, a intensidade de realidade do objeto depende do referendo de algo ou alguém. Transfere a outro a responsabilidade pela atribuição de realidade, inclusive para instâncias de ensino. São exemplos desse tipo de resposta: “*Estudos comprovam sua existência*” [para estrela] “*Comprovado experimentalmente*” [para Relatividade do tempo], “*Eu estudo*”, “*Einstein disse!!!*”.

Total de justificativas em cada uma das categorias

A distribuição do total de frases classificadas em cada categoria, em valores percentuais, encontra-se no quadro a seguir.

Categoria	Classe 1 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)
<i>Categoria A – C x A</i>	19,0	14,6	12,9
<i>Categoria B – Descrição / caracterização</i>	9,7	32,3	12,9
<i>Categoria C – Entendimento</i>	3,5	4,2	2,8
<i>Categoria D – Existência</i>	5,3	12,5	8,0
<i>Categoria E – Modelo</i>	0,4	0,0	17,8
<i>Categoria F – Para além dos limites do saber</i>	2,2	1,0	2,1
<i>Categoria G – Percepção</i>	54,4	26,0	24,4
<i>Categoria H – Percepção de efeitos</i>	1,3	0,0	4,5
<i>Categoria I – Subjetividade / interpretação</i>	3,1	8,3	0,0
<i>Categoria J – Suporte Explicativo</i>	0,0	0,0	6,3
<i>Categoria K – Transitiva</i>	0,9	1,0	8,4

Quadro 6 – percentuais das respostas classificadas em cada categoria, por Classe.

A partir desse quadro é possível verificar que a categoria G “Percepção” é a que possui o maior número de justificativas para os entes das Classes 1 e 4, e o segundo maior número para a Classe 3. Ou seja, a percepção direta de algo é o fator que mais contribui para a inferência sobre a realidade dos entes presentes nestas classes. Em relação à Classe 1 (entes do cotidiano) é muito significativa a diferença do número de justificativas que se baseavam na percepção em relação às demais: metade das justificativas utilizadas nesta classe de entes faz apelo aos sentidos. Isto pareceu-nos razoável na medida em que a classe 1 congrega objetos do mundo cotidiano, domínio onde os órgãos sensoriais são os mais operacionais.

Para os entes da Classe 4, uma diferença nas respostas nesta classe da demais, é que aqui aparecem justificativas nas categorias E “Modelo”, além do aumento significativo nas justificativas que entraram nas categorias H “Percepção de Efeitos”, J “Suporte explicativo” e K “Transitiva”. Isto talvez seja explicado pelo fato das entidades da ciência não poderem ser diretamente acessados.

Para a Classe 3, houve um maior número de justificativas categorizadas como “Descrição ou caracterização”. Podemos levantar como hipótese que os elementos desta classe não são tão bem caracterizados ou definidos quanto os das outras duas classes, por isso nas justificativas os alunos os definem.

As onze categorias inferidas a partir da análise dos dados constituem um número elevado. Assim, na busca por uma síntese, agrupamos as categorias de acordo com o foco da justificativa alegada pelos estudantes. Cinco categorias têm o foco no objeto/ente sobre o qual se pretende justificar a intensidade de realidade (Categorias A, B, D, E, J); outras quatro estão centradas no próprio sujeito (Categorias C, G, H, I); há ainda uma cujo foco está em outro sujeito ou algo externo à relação entre o sujeito que responde e o ente (Categoria K). A Categoria F ficou separada das demais nessa forma de agrupamento.

Somando-se as justificativas por esses agrupamentos, temos os seguintes valores, em dados percentuais.

	Classe 1 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)
<i>Categorias cujo foco está no objeto (A, B, D, E, J)</i>	34,5	59,4	57,8
<i>Categorias cujo foco está no próprio sujeito (C, G, H, I)</i>	62,4	38,5	31,7
<i>Categorias cujo foco está no referendo de algo ou alguém (K)</i>	0,9	1,0	8,4
<i>Para além dos limites do saber (F)</i>	2,2	1,0	2,1

Quadro 7 – percentuais das respostas classificadas em casa categoria, por Classe.

Pelo quadro é possível perceber que enquanto para os objetos da Classe 1 (cotidianos) o foco das justificativas recai principalmente no próprio sujeito que está atribuindo a realidade ao objeto, para as Classes 3 e 4 a tendência é o foco estar no objeto. Para a Classe 4, como já foi dito, também há um aumento nas respostas que atribuem a um terceiro a justificativa para a atribuição do grau de realidade.

Considerações finais

Com este trabalho estamos procurando investigar os critérios utilizados por alunos de graduação em física para atribuir realidade a entidades presentes nas teorias científicas. A partir das justificativas dadas pelos estudantes ao responder o questionário que propusemos, estabelecemos categorias de análise. Essas categorias permitem lidar com alguns aspectos ligados à forma como os estudantes entendem a suposta “realidade” dos objetos que encontram em diversos contextos.

Alguns resultados eram esperados, como o fato dos alunos usarem de maneira privilegiada o acesso através dos sentidos ou uma percepção direta para as entidades oriundas do campo cotidiano. No entanto, houve também um número significativo de justificativas desse tipo para o domínio científico. Algumas idéias de Berger e Luckmann (2005) auxiliam-nos a interpretar este resultado. O campo científico é um campo delimitado de significação dentro da realidade cotidiana, que por sua vez é compulsória e predominante. Dessa forma, ninguém está desvinculado do campo cotidiano e, devido a isso, pode-se chegar a tratar entidades que estão presentes nas teorias e modelos científicos da mesma forma que são tratados objetos do dia-a-dia. Isto pode se constituir em um obstáculo de natureza ontológica no futuro, impedindo tratar objetos científicos mais diferenciados daqueles presentes no cotidiano, como por exemplo as partículas elementares que têm natureza dual: são partícula e onda ao mesmo tempo!

A distinção entre as justificativas tipo foco centrado no objeto (que aparecem com maior preponderância para os entes da ciência e os abstratos) e as do tipo centrado no sujeito (preponderantes para os entes do cotidiano) mostra que de certa forma os estudantes universitários caracterizam de modo diferente as entidades oriundas de domínios conceituais distintos.

Consideramos que a definição destas categorias tem o potencial de guiar as investigações nesta temática de pesquisa e melhor nos informar sobre os critérios utilizados pelos estudantes ao lidar com o grau de realidade dos objetos trazidos pela ciência. Os passos seguintes desta pesquisa serão:

- a) Aumentar o número de questionários respondidos, de modo a poder cruzar o grau de realidade indicado para certo ente com a categoria da justificativa utilizada para a atribuição desse grau. Esperamos com isto encontrar tendências significativas.
- b) Obter estudantes de diferentes fases do curso de graduação de modo a ser capaz de levantar e acompanhar o desenvolvimento de uma espécie de perfil ontológico dos estudantes.

A definição das categorias é um passo pequeno mas fundamental para lidar com a questão do status ontológico dos entes da ciência para os alunos de física.

Referências

AIKENHEAD, G.S. & RYAN, A.G. The development of a new instrument: views on science, technology and society (VOSTS). **Science Education**, 76(5), 477-491, 1992.

BERGER, P. e LUCKMANN, T. **A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** 1.ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.

DUTRA, L.H.A. **Introdução à Teoria da Ciência**. Florianópolis: Edit. da UFSC, 1998.

FINE, A. **Unnatural attitudes: realist and instrumentalist attachments to science**, *Mind* 95, pg. 149-177, 1986.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. 7(2), 125-153, 2001.

LECOURT, D. (org). **Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences**. Paris: Puf, 1999.

MARINELI, F. e PIETROCOLA, M. **Um estudo sobre critérios de atribuição de realidade utilizados por estudantes de física**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória/ES. Atas do XVIII SNEF, 2009.

MILLAR, R. **Doing Science: image of science in science education**. Lewes, Falmer Editions, 1989.

NIJAZ, M. Progressive Transitions in Chemistry Teachers' Understanding of Nature of Science Based on Historical Controversies. **Sci & Educ**. 18(1), 43-65, 2009.

OGBORN, J.; MARTINS, L. Metaphorical understanding and scientific ideas. **International Journal of Science Education**, vol.18, No. 6, 631-652, 1996.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. Cap. 1, p. 9-32. In: _____ (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PIETROCOLA, M., ZYLBERSZTAJN, A., CRESO FRANCO, A., GILBERT, J. Theory, Model, and Reality: Science and Education. In: JOHN GILBERT; CAROLYN BOULTER (Orgs) **Developing Models in Science Education**. 1. ed., 16-30. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 2001.

PINHEIRO, T.F. e PIETROCOLA, M. **Um estudo sobre o sentimento de realidade em estudantes do ensino médio**. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia/SP. Atas do VIII EPEF, 2002.

PINHEIRO, T.F. **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PLASTINO, C.E. **Realismo e anti-realismo acerca da ciência: considerações filosóficas sobre o valor cognitivo das ciências**. Tese (Doutorado em Filosofia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SCHWARTZ, R. e LEDERMAN, N. What Scientists Say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. **Int. J. Sci. Educ**. 30(6), 727-771, 2008.

SELLEY, N. Philosophies of science and their relationship to scientific process and the science curriculum. In: WELLINGTON, J. **Skills and Process in Science Education**. Londres. Routledge, 1989.

SILVA, M.R. Realismo e anti-realismo na ciência: aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias. **Ciência & Educação**, 5(1), 7-13, 1998.