

Reginaldo Manoel Teixeira

O QUE É REAL PARA ESTUDANTES, LEIGOS E CIENTISTAS?

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho.

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Teixeira, Reginaldo Manoel

O que é real para estudantes, leigos e cientistas? /
Reginaldo Manoel Teixeira ; orientador, José Francisco
Custódio Filho - Florianópolis, SC, 2014.

179 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-
Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Sentimento de
realidade. 3. Realismo. 4. Análise de cluster. 5. Os Três
Mundo de Popper. I. Custódio Filho, José Francisco. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“O que é real para estudantes, leigos e cientistas?”

Dissertação submetida ao
Colegiado do Curso de Mestrado
em Educação Científica e
Tecnológica em cumprimento
parcial para a obtenção do título
de Mestre em Educação Científica
e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 27 de maio de 2014

José Francisco Custódio Filho (Orientador - PPGECT/UFSC)

Ivã Gurgel (Examinador - USP)

José de Pinho Alves Filho (Examinador - CFM/UFSC)

Paulo José Sena dos Santos (Examinador - CFM/UFSC)

Frederico Firmo de Souza Cruz (Suplente - CFM/UFSC)

Carlos Alberto Marques
Coordenador do PPGECT

Roginaldo Mangel Teixeira
Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

Aos meus pais Manoel Rosalino
Teixeira e Judite Margarida Teixeira
(in memoriam), a minha esposa
Terezinha e aos meus filhos Gustavo e
Lívia.

AGRADECIMENTOS

Sempre tive a vontade de continuar os estudos após a graduação. Esta dissertação é a realização de um sonho e sua elaboração, de forma direta ou indireta, contou com a ajuda de algumas pessoas. Nesse sentido, agradeço imensamente:

Ao meu orientador e amigo professor doutor José Francisco Custódio Filho, pela magnífica orientação, paciência, confiança, críticas, sugestões e profissionalismo ao longo de todo o trabalho.

A minha esposa Terezinha Verônica Martins Teixeira, que não mediu esforços para proporcionar a tranquilidade de nossa casa, permitindo que me concentrasse neste trabalho, além de seu apoio e incentivo incondicionais.

A meu primo Jaime Domingos Teixeira, já que o mesmo foi um dos responsáveis pela minha escolha pelo curso de Física e também por ser um exemplo de profissional.

Aos meus irmãos Sueli e Rogério, sempre presentes em minha vida, dando-me o apoio necessário para minhas conquistas.

Aos professores José de Pinho Alves Filho e Paulo José Sena dos Santos, pelas importantes críticas e sugestões na etapa de qualificação.

Aos pesquisadores Pedro Alberto Barbeta, Mateus Romanini, Luiz Clement e Gabriela Kaina Ferreira, pela ajuda essencial em momentos difíceis, em que seus ensinamentos fizeram a diferença.

Ao Colégio de Aplicação e meus colegas de trabalho, em especial ao Professor doutor Alfredo Mullen da Paz, por me darem condições para que eu pudesse cursar as disciplinas do mestrado, mesmo sem afastamento.

Aos professores das escolas públicas, que cederam suas aulas e turmas para que eu pudesse fazer minha pesquisa.

Aos cientistas pesquisadores das diversas universidades do Brasil, estudantes e leigos, que cederam um pouco de seu tempo para participar dessa pesquisa respondendo aos questionários com paciência.

Aos professores do PPGECT, pelos ensinamentos fundamentais para a elaboração dessa dissertação.

À Universidade Federal de Santa Catarina que permitiu, por meio do PPGCET, a realização deste sonho.

E, finalmente, ao povo brasileiro, meu muito obrigado.

“Os diversos pensamentos de um mesmo espírito
não terão coeficientes de realidade diversos?”
(Bachelard, 1978)

RESUMO

O conhecimento científico é uma forma particular de apreensão da realidade, assim sendo, nosso trabalho tem como objetivo contribuir para o aprofundamento de questões relacionadas ao julgamento de realidade e à aprendizagem de ciências, buscando na ideia de *sentimento de realidade* suporte conceitual para mediar essa reflexão. Partimos do pressuposto que o interesse por ciências é um elemento do domínio afetivo relacionado com o *sentimento de realidade* atribuído aos objetos científicos. Para tanto, desenvolvemos nossa investigação com estudantes, leigos e cientistas. Todos os participantes da pesquisa responderam a um questionário de intensidade de realidade de diversos objetos. Os estudantes também responderam a um questionário de interesse por ciências. Os objetos do questionário de intensidade de realidade foram classificados com base na Teoria dos Três Mundos de Karl Popper. Para fins de análise, classificamos os objetos em agrupamentos, de acordo com os dados de cada grupo de participantes por meio de uma técnica multivariada denominada análise de clusters. Buscamos no teste U de *Mann-Whitney* suportes estatísticos, com o objetivo de ancorar nossos resultados. A partir de nossos resultados, concluímos que existem diferenças entre o nível de realidade atribuído pelos cientistas, estudantes e leigos, tanto aos objetos científicos como aos demais; as diferenças entre níveis de realidade também são encontradas entre estudantes com elevado interesse e estudantes com baixo interesse; o interesse por ciências está relacionado com o nível de *sentimento de realidade* atribuído aos objetos científicos. Essas conclusões mostram a necessidade de levarmos em conta o grau de *sentimento de realidade* dos estudantes pelos objetos científicos. Nesse sentido, buscamos, em estudos teóricos anteriores, identificar as dimensões afetiva, cognitiva, social e sensorial que constituem o *sentimento de realidade*. Assim, acreditamos que devemos investir em abordagens didáticas que levem em consideração as dimensões que compõem o *sentimento de realidade*, a fim de aumentar o nível desse sentimento e, conseqüentemente, aumentar o interesse dos estudantes por ciências. Finalizamos nossa reflexão fazendo uma análise ontológica de um objeto com base da Teoria dos Três Mundos (TTM) de Popper, pois conjecturamos que essa análise, mesmo para os objetos científicos, pode mostrar quais aspectos devem ser considerados com maior ênfase nessas abordagens para obtenção de melhores resultados na aprendizagem científica.

Palavras-chave: Sentimento de realidade. Realismo. Análise de Cluster. Os três mundos de Popper.

ABSTRACT

Scientific knowledge is a particular way of apprehending reality, therefore, our work aims to contribute to the understanding of issues related to the examination of reality and science learning, based on the idea of *sense of reality* used here as a conceptual support to this reflection. We assume that interest in science is a component of the affective domain related to the sense of reality attributed to scientific objects. We develop our research with students, laymen and scientists. All participants of the survey answered a questionnaire on intensity of reality of various objects. Students also answered a questionnaire on interest in science. The objects of the intensity of reality questionnaire were classified based on the Three Worlds Theory of Karl Popper. For analysis purposes, we classify objects into groups, according to the data of each group of participants through a so-called multivariate cluster analysis technique. We seek the Mann-Whitney statistical test supports, in order to anchor our results. Based on our results, we conclude that there are differences between the level of reality given by scientists, students and laymen, regarding to the scientific object as the other objects; the differences between levels of reality are also found among students with high interest and low interest students; interest in science is related to the level of sense of reality attributed to scientific objects. These findings show the need to take into account the degree of students' sense of reality of scientific objects. In this sense, based on previous theoretical studies, we seek to identify cognitive, social, affective and sensory dimensions that constitute the sense of reality. Thus, we believe that we must invest in teaching approaches that take into account the dimensions which compose the sense of reality in order to increase the level of this feeling and thereby to increase student interest in science. Finally, we develop an ontological analysis of an object based on the Three Worlds Theory (TTM) Popper since we consider that even for scientific objects this analysis can show which aspects must be placed greater emphasis on these approaches in order to obtain more effective results in scientific learning.

Keywords: Sense of reality. Realism. Cluster Analysis. The Three Worlds of Popper.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Representação esquemática das relações entre os três mundos de Popper	40
Figura 2.1 - Diferentes níveis de realidade	55
Figura 3.1 - Etapas que constituem a extração de conhecimentos em base de dados	75
Figura 3.2 - Diagrama representativo dos estágios de construção de análises de clusters	78
Figura 3.3 - Modelo de um dendrograma e seus componentes	81
Figura 3.4 - Esquema dos métodos hierárquicos	82
Figura 3.5 - Esquema dos métodos não-hierárquicos	85
Figura 4.1 - Dendrograma representando os clusters do grupo de cientistas pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana	88
Figura 4.2 - Dendrograma representando os clusters do grupo de estudantes pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana	95
Figura 4.3 - Dendrograma representando os clusters do grupo de Leigos pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana	101
Figura 4.4 - Intersecção entre os grupos $(A_1, D_1 \text{ e } F_1)$; $(A_2, D_2 \text{ e } F_2)$; $(B_1, E_1 \text{ e } G_1)$ e $(B_2, E_2 \text{ e } G_2)$ formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2	107
Figura 4.5 - Intersecção entre os grupos $(A_2, D_1 \text{ e } F_2)$; $(A_2, D_1 \text{ e } F_1)$; $(A_1, D_2 \text{ e } F_2)$; $(A_1, D_2 \text{ e } F_1)$; $(A_2, D_2 \text{ e } F_1)$ e $(A_1, D_1 \text{ e } F_2)$ formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2	109
Figura 4.6 - Intersecção entre os grupos $(B_1, E_1 \text{ e } G_2)$; $(B_1, E_2 \text{ e } G_2)$; $(B_1, E_2 \text{ e } G_1)$ $(B_2, E_1 \text{ e } G_2)$; $(B_2, E_1 \text{ e } G_1)$ e $(B_2, E_2 \text{ e } G_1)$ formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2	111
Figura 4.7 - Esquema para a tomada de decisão	124
Figura 4.8 - Sobreposição de curvas de distribuição normal	126
Figura 5.1 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos cientistas	151
Figura 5.2 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos estudantes	151
Figura 5.3 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos leigos	152
Figura 5.4 - Prospecção ontológica do objeto caneta	155

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1- Resumos dos aspectos componentes do sentimento de realidade na visão dos pesquisadores abordados	59
Quadro 3.1 - Classificação dos objetos que compõem o questionário de intensidade de realidade com base na TTM de Popper	70
Quadro 3.2 - Recorte da seção F do questionário ROSE-Brasil	72
Quadro 4.1 - Classificação dos objetos com os dados dos cientistas de acordo com o corte C1	89
Quadro 4.2 - Classificação dos objetos com os dados dos estudantes de acordo com o corte C1	96
Quadro 4.3 - Classificação dos objetos com os dados dos Leigos de acordo com o corte C1	102
Quadro 4.4 - Objetos comuns a intersecção dos grupos A_1, D_1 com F_1 ; A_2, D_2 com F_2 ; B_1, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_2	108
Quadro 4.5 - Objetos comuns a intersecção dos grupos A_2, D_1 com F_2 ; A_2, D_1 com F_1 ; A_1, D_2 com F_2 ; A_1, D_2 com F_1 ; A_2, D_2 com F_1 e A_1, D_1 com F_2	110
Quadro 4.6 - Objetos comuns a intersecção dos grupos B_1, E_1 com G_2 ; B_1, E_2 com G_2 ; B_1, E_2 com G_1 ; B_2, E_1 com G_2 ; B_2, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_1	112
Quadro 4.7 - Relação entre as médias dos objetos	118
Quadro 4.8 - Possibilidades de resultados para um teste de hipóteses	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos cientistas e corte C1 com suas respectivas médias	91
Tabela 4.2 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos cientistas e corte C2 com suas respectivas médias	92
Tabela 4.3 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos estudantes e corte C1 com suas respectivas médias	97
Tabela 4.4 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos estudantes e corte C2 com suas respectivas médias	99
Tabela 4.5 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos Leigos e corte C1 com suas respectivas médias	103
Tabela 4.6 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos leigos e corte C2 com suas respectivas médias	105
Tabela 4.7 - Tabela de comparação entre as médias dadas aos objetos científicos pelo grupo dos cientistas, estudantes e leigos	112
Tabela 4.8 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI1, EBI1 e cientistas	115
Tabela 4.9 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados das amostras EEI2, EBI2 e cientistas	117
Tabela 4.10 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI1, EBI1 e leigos	119
Tabela 4.11 - Tabela de comparação entre o módulo das diferenças das médias dos leigos com as médias das amostras de estudantes EEI1 e EBI	120
Tabela 4.12 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI2, EBI2 e leigos	121
Tabela 4.13 - Tabela de comparação entre o módulo das diferenças das médias dos leigos com as médias das amostras de estudantes EEI2 e EBI2	122
Tabela 4.14 - Tabela que apresenta a recomendação de Cohem (1988)	125
Tabela 4.15 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EEI1 e os cientistas	129
Tabela 4.16 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EBI1 e os cientistas	131

Tabela 4.17 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EEI2 e os cientistas	133
Tabela 4.18 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EBI2 e os cientistas	135
Tabela 4.19 - Teste Mann-Whitney entre os dados de estudantes com baixo interesse amostra EBI1 e os dados dos estudantes com elevado interesse amostra EEI1	137
Tabela 4.20 - Teste Mann-Whitney entre as amostras de estudantes com elevado interesse (EEI2) e os dados dos estudantes com baixo interesse (EBI2)	139
Tabela 4.21 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EEI1 e os Leigos	141
Tabela 4.22 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EBI1 e os Leigos	143
Tabela 4.23 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EEI2 e os Leigos	145
Tabela 4.24 - Teste Mann-Whitney entre os dados dos estudantes da amostra EBI2 e os Leigos	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

α – Nível de significância

C1 – Corte 1

C2 – Corte 2

DP – Desvio padrão

E.B.I. – Estudantes com baixo interesse

E.E.I. – Estudantes com elevado interesse

EBI1 – Estudantes com baixo interesse que apresentaram médias menores ou iguais a 2 nas questões citadas do questionário de interesse ROSE-Brasil.

EBI2 – Estudantes com baixo interesse que assinalaram 1 ou 2 nas questões citadas do questionário de interesse ROSE-Brasil.

ECBD – Extração de conhecimento em base de dados

EEI1 – Estudantes com elevado interesse que apresentaram médias maiores ou iguais a 3 nas questões citadas do questionário de interesse ROSE-Brasil.

EEI2 – Estudantes com elevado interesse que assinalaram 3 ou 4 nas questões citadas do questionário de interesse ROSE-Brasil.

M – Média

M1 – Mundo 1 da TTM de Popper

M2 – Mundo 2 da TTM de Popper

M2.1 – União dos Mundos 2 e 1 da TTM de Popper

M3 – Mundo 3 da TTM de Popper

M3.1 – União dos Mundos 3 e 1 da TTM de Popper

M3.2 – União dos Mundos 3 e 2 da TTM de Popper

MD – Moda

MMC – Modelo de Mudança Conceitual

MN – Mediana

p – Probabilidade de significância

ROSE – The Relevance of Science Education

SPC. – Soma das posições dos dados dos cientistas.

SPEBI – Soma das posições dos estudantes com baixo interesse

SPEEI – Soma das posições dos estudantes com elevado interesse.

SPEBI1 – Soma das posições dos estudantes com baixo interesse da amostra EBI1

SPEBI2 – Soma das posições dos estudantes com baixo interesse da amostra EBI2.

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TTM – Teoria dos Três Mundos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA.	25
CAPÍTULO 1	33
O que é real?	33
1.1. Realismo e antirrealismo	33
1.2. Os três mundos de Popper	37
CAPÍTULO 2	47
Entra afetividade: realismo ou sentimento de realidade?	47
2.1. Abandono em parte da epistemologia	47
2.2. O individual e o coletivo na construção da realidade	48
2.3. Segurança afetiva da realidade do mundo	50
2.4. Ligações afetivas do sentimento de realidade.	51
2.5. Duas condições	52
2.6. Incursão na educação científica e tecnológica	53
2.7. Retorno à Popper: o sentimento de realidade como objeto do mundo 2	56
2.8. Um possível descritor para o sentimento de realidade: interesse	57
2.9. Comparações entre as componentes do sentimento de realidade	58
2.10. Afinal, o que é o sentimento de realidade?	62
CAPÍTULO 3	63
Caminhos da pesquisa	63
3.1. Delineamento geral da pesquisa.	63
3.2. Participantes da pesquisa.	65
3.2.1. Estudantes	66
3.2.2. Cientistas	67
3.2.3. Leigos.	68
3.3. Questionários	68
3.3.1. Questionário de intensidade de realidade.	69
3.3.2. Questionário de interesse em ciências	71
3.4. Procedimentos de coleta de dados	73
3.5. Métodos de análise dos dados	74

3.5.1. Análise multivariada	74
3.5.1.1. Análise de clusters	76
3.5.1.1.1. Estágios de uma análise de cluster	77
3.5.1.1.2. Medidas de distância de similaridade	80
3.5.1.1.3. Algoritmos de agrupamentos	81
3.5.1.1.3.1. Métodos hierárquicos.	82
3.5.1.1.3.2. Métodos não-hierárquicos.	84
CAPÍTULO 4	87
Mundos reais: níveis de sentimento de realidades de estudantes, leigos e cientistas.	87
4.1. Análise dos clusters	87
4.1.1. Clusters dos cientistas.	88
4.1.2. Clusters dos estudantes	94
4.1.3. Clusters dos leigos	100
4.2. Objetos comuns nos agrupamentos formados por estudantes, leigos e cientistas.	106
4.3. Análise descritiva.	113
4.4. Os testes estatísticos	123
4.4.1. Aplicação e discussão dos testes	127
CAPÍTULO 5	149
Impacto da noção de sentimento de realidade na educação científica e tecnológica	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
APÊNDICES	167
Apêndice A - Questionário de intensidade de realidade	167
Apêndice B - Questionário e TCLE Online respondido pelos cientistas	168
Apêndice C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos estudantes	176
Apêndice D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos leigos	178
ANEXO	179
Anexo A – Questionário de interesse por ciências (retirado da seção F do questionário ROSE-Brasil) respondido pelos estudantes.	179

INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O conhecimento científico apresenta-se como uma das formas mais adequadas para explicar os vários fenômenos naturais que povoam o cotidiano das pessoas. Vem sendo construído, formulado e reformulado, ao longo das civilizações humanas, a fim de fornecer esclarecimentos acerca dos fenômenos naturais vivenciados diariamente, tais como as estações do ano, o movimento dos planetas e a radiação solar. Por meio desse conhecimento, ocorre também o desenvolvimento tecnológico. Criamos novos artefatos e aparatos, dentre os quais podemos citar o celular, a televisão e o automóvel, nos quais são aplicados os conhecimentos da Ciência. Sabendo da importância atribuída aos conhecimentos científicos e motivada por uma curiosidade natural do ser humano, a sociedade vem buscando um entendimento mais profundo sobre os eventos naturais para tornar a vida cada vez mais prática e confortável. Nesse sentido, é possível conceber a aprendizagem dos conhecimentos científicos como uma forma de entender e nos relacionar com o mundo.

Entretanto, a aprendizagem dessa forma de ver o mundo apresenta alguns entraves por vezes difíceis de serem superados. Algumas pesquisas (HARRES, 1993; ARRUDA e VILLANI, 1994; PEDUZZI, 2001) apontam que indivíduos não escolarizados e, até mesmo, indivíduos escolarizados, como estudantes do Ensino Médio, apresentam dificuldades em incorporar os conhecimentos científicos. Eles apresentam fortes concepções alternativas a respeito de situações do cotidiano que envolvem os conhecimentos da Ciência. Conforme Peduzzi (2001), as concepções alternativas são estruturas conceituais elaboradas as quais os indivíduos utilizam para compreender sua realidade. Essas concepções são apresentadas por um grande número de estudantes, cobrem uma vasta gama de conteúdos, não concordam com as explicações científicas, são resistentes a mudanças e interferem no aprendizado. Buscando uma forma de obter a mudança conceitual dos estudantes perante as concepções alternativas, Posner e colaboradores, na universidade de Cornell, no final da década de 70, tornaram-se, com o seu Modelo de Mudança Conceitual (MMC), referência sobre o tema. Nesse modelo, os autores elaboram uma analogia entre o desenvolvimento do conhecimento científico de Thomas Kuhn e o processo de aquisição de conhecimento das pessoas (ARRUDA e VILLANI, 1994). Conforme o MMC, os estudantes utilizam suas concepções para explicar os fenômenos do cotidiano e quando essas, por

vezes, não conseguem êxito, podem levá-los a reverem suas concepções (ARRUDA e VILLANI, 1994).

Nesse sentido, o MMC sugere quatro condições essenciais para que o estudante possa substituir suas concepções alternativas pelos conceitos científicos. De acordo com Arruda e Villani (1994), são elas: “insatisfação com as concepções existentes, inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade das novas concepções [...]” (p. 90). O estudante deve perceber que suas concepções não são suficientes para explicar um amplo de situações, e que, em algumas situações, são necessários concepções e conhecimentos mais aprimorados e refinados, na elaboração de uma explicação para um fenômeno, por exemplo. Essas novas concepções devem ser inteligíveis, de forma que o estudante seja capaz de compreender seu significado, representá-lo e explorá-lo; plausíveis e consistentes entre si, a fim de que o estudante sintá-se capaz de, com as novas concepções, resolver anomalias que as concepções anteriores não comportavam. Férteis, na medida em que as novas concepções tragam algo valioso com relação à resolução de problemas antes insolúveis e explicações antes muito restritas.

No entanto, muitas vezes, essa acomodação é passageira, o novo conhecimento não é incorporado de forma duradoura e o estudante acaba reutilizando as concepções anteriores para elaborar suas explicações. Segundo Peduzzi (2001), quando o estudante “[...] se depara com problemas envolvendo situações do dia a dia, nas quais não são necessários cálculos para a sua solução, responde usando o esquema conceitual alternativo” (p. 54). Dessa forma, podemos nos indagar: o que contribui para a estabilidade dos conteúdos aprendidos?

Os resultados apontados pelas pesquisas em mudança conceitual e de outras vertentes têm indicado diversas razões para o fracasso das intervenções didáticas destinadas à superação das concepções alternativas, todavia pouca atenção é dada à dimensão ontológica na construção do conhecimento científico em sala de aula (CHI, 1992 e 2008; SLOTTA e CHI, 2006; são exceções). Tais trabalhos, ao explorar a dimensão ontológica, apontam resultados que contribuem para o entendimento dos mecanismos de retenção dos conteúdos científicos aprendidos no Ensino Médio.

Chi (1992), por exemplo, propôs uma investigação acerca da mudança conceitual do significado de conceitos relacionados a categorias ontológicas dos objetos. Para tanto, assumiu a existência de três categorias ontológicas, a saber, matéria, eventos/processos e abstração. O argumento utilizado é que todas as categorias ontológicas possuem atributos e comportamentos capazes de defini-las os quais são

determinados por leis e restrições. A realidade intrínseca de uma categoria ontológica pode ser percebida por meio de seus atributos e comportamentos e, também, porque as entidades de uma categoria ontológica não podem transformar-se fisicamente em entidades de outra categoria ontológica. Os atributos e comportamentos de uma categoria apresentam-se como se fossem propriedades que a categoria tem ou poderia ter. Por exemplo, os atributos de um pão poderiam ser os atributos da matéria, como ter cor, possuir massa e ter volume, mas não poderiam ser os atributos de eventos, como o tempo. O problema para a educação científica, segundo Chi, é que para os cientistas a realidade ontológica das entidades científicas caracteriza-se por pertencer a eventos, enquanto os estudantes as veem como vinculadas à ontologia de matéria, relacionando a elas atributos inadequados, dificultando sua aprendizagem.

Chi considera possível a mudança conceitual, dentro de uma mesma categoria ontológica, como por exemplo, quando mudamos nossa concepção sobre as baleias, compreendendo que são mamíferos e não peixes. Essa mudança é bem aceita por estar dentro da categoria de animais. A outra mudança conceitual considerada é mais complicada e denominada mudança conceitual radical e consiste na mudança conceitual de uma categoria ontológica para outra, como por exemplo, mudar a noção de força como uma espécie de substância do corpo que pode ser possuída, transmitida e dissipada para a noção de força como um evento da interação entre corpos (CHI 1992, 2008).

Nesse sentido, Chi considera a classificação ontológica ou categorização uma etapa importante do aprendizado, pois a “categorização é o processo de identificação ou atribuição de um conceito a uma categoria a que pertence [...], é um mecanismo de aprendizagem importante, pois um conceito, uma vez classificado, pode “herdar” as características e atributos de sua filiação categórica” (CHI, 2008, p. 62). Chi elenca duas hipóteses sobre o processo de classificação ontológica. A primeira considera que os estudantes, quando não encontram categorias básicas para classificar um novo conceito, conferem ao conceito atributos de uma categoria superior ou mais geral de mesma ontologia; por exemplo, se alguém desenha uma ave que você nunca viu e que não possui atributos comumente visíveis nas aves, provavelmente, você a classificaria como animal que é uma categoria ontológica superior das aves. A segunda aceita que, se o indivíduo não confere aos objetos atributos de categorias mais gerais na mesma classificação ontológica, ele pode classificá-los em categorias ontológicas paralelas de mesmo nível ou com atributos de outra

categoria ontológica diferente. Utilizando o mesmo exemplo anterior, você poderia classificar a ave como mamífero, ou seja, é uma categoria diferente na mesma ontologia geral de animais. Outro exemplo seria um estudante classificar a corrente elétrica como uma substância dos corpos e não como eventos que ocorrem por interações. Nesse caso, ocorre uma mudança de classificação ontológica.

Nessa mesma linha de pesquisa, Slotta e Chi (2006) investigaram o entendimento de estudantes acerca da corrente elétrica. A fim de analisar o entendimento dos estudantes sobre o tema, utilizaram, como referência, a mudança conceitual de categorias ontológicas e realizaram a comparação de dois grupos de estudantes: um grupo treinado, preparado para relacionar as categorias ontológicas adequadas aos objetos e outro, de controle ou estudantes não treinados. A comparação ocorreu por meio dos resultados de questionários e revelou que os estudantes com treinamento ontológico obtiveram melhores médias e suas explicações sobre os fenômenos e conceitos acerca da corrente elétrica foram mais adequadas. Para Chi (1992), o compromisso ontológico de um estudante sobre um objeto, se errôneo, cria as concepções alternativas. Sendo assim, o treinamento ontológico deve contribuir para uma melhor compreensão de conceitos científicos.

Embora relevantes e esclarecedores, trabalhos como os de Chi e colegas representam apenas uma parcela das potencialidades de introdução do debate ontológico na Educação Científica. Em termos filosóficos, de acordo com Chauí (2008), a ontologia se ocupa da pergunta geral “o que é?” e este “é” possui dois sentidos: 1) significa “existe”, portanto se refere à existência da realidade (perguntas associadas: “o que existe?”, “o que é real”); 2) significa “natureza própria de alguma coisa”, portanto se refere à essência da realidade (perguntas associadas: “qual a essência daquilo que existe?”, “como é o real?”). A nosso ver, Chi e colegas estão preocupados em investigar “como é o real?” na percepção de estudantes, ou seja, em que categoria ontológica estariam classificados os objetos reais. Acreditamos que a questão “o que é real?” é igualmente relevante para melhoria da educação científica, em particular para compreensão do processo de aquisição e retenção dos saberes científicos. Parte dessa inspiração advém do fato de que a questão “o que é real?” permeia a discussão sobre a construção do conhecimento na própria ciência, conforme alerta Bachelard (1978):

Acreditais verdadeiramente que o cientista seja realista em todos os seus pensamentos? Será ele realista quando supõe, quando resume, será ele

realista quando esquematiza, quando erra? Será ele necessariamente realista quando afirma? Os diversos pensamentos de um mesmo espírito não terão coeficientes de realidade diversos? Deverá o realismo impedir o emprego de metáforas? Estará a metáfora necessariamente fora da realidade? Será que, nestes diversos graus, a metáfora mantém os mesmos coeficientes de realidade — ou de irrealidade? Os coeficientes de realidade não diferirão consoante as noções, de acordo com a evolução dos conceitos, de acordo com as concepções teóricas da época? (p. 24)

Embora importante, o debate oriundo da filosofia da ciência, conforme veremos adiante, mesmo nos moldes de Bachelard, parece não se adequar à análise do julgamento de realidade de um indivíduo (estudante, leigo ou cientista), entretanto aponta para a importância da questão “o que é real?” e como ela se articula com a aquisição, escolha e retenção do melhor conhecimento. Nesse sentido, alguns pesquisadores da área de educação científica (PIETROCOLA, 2001; PINHEIRO, 2003; CUSTÓDIO, 2009 e outros) concentram esforços na resposta de uma segunda pergunta sobre a ontologia do real: “o que é real?”. Eles apostam no estudo dos aspectos afetivos relacionados à motivação e interesse para aprendizagem dos estudantes e na sua contribuição para a percepção de um objeto como real. Pinheiro (2003), por exemplo, menciona que um dos motivos responsável pelo desinteresse dos estudantes pela Física está no fato de eles não relacionarem os conceitos e objetos estudados com suas realidades e, muitas vezes, não considerarem reais esses objetos.

O conhecimento científico possui muitos objetos não observáveis a olho nu, tais como átomos, campos e elétrons, com propriedades distintas os quais não podemos compreender se utilizarmos apenas nossos sentidos. A inobservância desses objetos dificulta sua compreensão por grande parte da população, pois são colocados à margem da realidade cotidiana e não apresentam o mesmo status de realidade desta última. Talvez, para os cientistas que passam grande parte do tempo estudando os objetos científicos, esses últimos possam ter um maior status de realidade. Nesse sentido, a percepção de algo como real está no significado e importância que conferimos a esse objeto em nossa realidade (PIETROCOLA, 2001). Nesse contexto, tentando envolver aspectos afetivos na construção da realidade, recorreremos à noção de *sentimento de realidade*, já abordada por

Pietrocola (1999, 2001), Pinheiro (2003) e Custódio (2007, 2009). Por enquanto, vamos considerar a definição de que o *sentimento de realidade* é um sentimento experienciado pelos indivíduos quando julgam algo como real, não apenas com base em sua ontologia física, mas, também, considerando aspectos sócio-culturais, sentimentais e afetivos (PINHEIRO, 2003). Mais adiante, vamos propor uma definição mais adequada às nossas expectativas.

Neste trabalho, pretendemos investigar os níveis¹ de realidade atribuídos aos entes científicos por estudantes, leigos e cientistas. Inicialmente, vamos comparar o grau de realidade dos objetos da Ciência com o nível de realidade de objetos pertencentes ao mundo do cotidiano por meio do conceito de *sentimento de realidade*. Logo após, utilizaremos o *sentimento de realidade* para comparar os níveis de realidade atribuídos aos objetos científicos por estudantes, leigos e cientistas.

Para tanto, é importante caracterizar os indivíduos pertencentes a esses três grupos de sujeitos, porém, nesse momento, faremos um breve comentário a fim de definir esses grupos e, em uma seção posterior, detalharemos suas características com maior profundidade. No grupo de estudantes, estão inseridos alunos das três séries do Ensino Médio de escolas públicas federais e estaduais. No grupo de leigos, estão inseridos indivíduos que não utilizam, profissionalmente, os conhecimentos de Biologia, Física e Química em suas atividades, tais como, profissionais da saúde, engenheiros, professores dessas disciplinas, etc. e, no grupo de cientistas, estão inseridos indivíduos que trabalham com pesquisas científicas nas áreas das Ciências Naturais.

Buscamos neste trabalho respostas para as seguintes questões: Qual o nível de *sentimento de realidade* experimentado por estudantes, leigos e cientistas frente a diversos objetos, inclusive objetos da Ciência? Qual a relação entre o *sentimento de realidade* e o interesse dos estudantes por ciências?

A importância deste trabalho está em contribuir no entendimento da relação entre o *sentimento de realidade* e o interesse dos estudantes por ciências e, assim, abrir novos campos de investigação no que diz respeito ao ensino das disciplinas inseridas nessa área. O objetivo principal deste trabalho é **investigar o nível de *sentimento de realidade* experimentado por estudantes, leigos e cientistas, estabelecendo a**

¹ Os termos nível, grau, intensidade e coeficiente serão utilizados neste trabalho de forma intercambiável.

relação entre o *sentimento de realidade* dos estudantes e o interesse por ciências.

Para que chegássemos ao nosso objetivo tivemos que, primeiramente, verificar os níveis de realidade dos objetos científicos comparados com os níveis de realidade de outros objetos conhecidos. Para tal feito, **construímos uma escala para medir o nível de *sentimento de realidade* dos sujeitos sobre objetos científicos e outros objetos.** A segunda ação, a fim de facilitar a visualização do nível de realidade dos objetos utilizados na coleta de dados, tratou da utilização de técnicas estatísticas multivariadas para **fazer uma análise de Clusters dos resultados obtidos com a aplicação da escala.** Logo após, verificamos se existe relação entre o nível de realidade e o interesse dos estudantes por ciências, para tanto **realizamos uma análise descritiva e um teste de hipóteses, a fim de verificar se existe relação entre o *sentimento de realidade* dos estudantes e interesse pelos objetos científicos.** Finalmente, **discutimos as implicações da relação entre o *sentimento de realidade* e o interesse experimentado pelos estudantes por ciências para a educação científica.**

Este trabalho dissertativo está estruturado a em 5 (cinco) capítulos. No capítulo 1, intitulado “**O que é real?**” abordamos, não muito profundamente, o debate entre realismo e antirrealismo, mas, principalmente, buscamos na ontologia filosófica da Teoria dos Três Mundos (TTM) de Karl R. Popper sustentar a importância de se considerar, como reais, os objetos dos Mundos 1, 2 e 3.

No capítulo 2, intitulado “**Entra a afetividade: realismo ou *sentimento de realidade*?**”, defendemos o argumento de que a via mais conveniente para tratar a questão da realidade na Educação Científica e Tecnológica (ECT) é a abordagem do *sentimento de realidade*. Apresentamos trabalhos filosóficos e de ECT que enfocam o *sentimento de realidade*. Mostramos também que a ontologia dos três mundos de Popper é coerente com a abordagem do sentimento de realidade. Por fim, sugerimos a hipótese que a variável interesse por ciências é um descritor do grau de *sentimento de realidade* por objetos científicos (Mundo 3).

No capítulo 3, intitulado “**Caminhos da pesquisa**”, investimos na descrição de aspectos das pesquisas quantitativas e qualitativas. Logo após, apresentamos os questionários de interesse por ciências e o questionário de intensidade de realidade, como instrumentos utilizados na coleta de dados, e descrevemos as amostras da pesquisa, detalhando os indivíduos participantes e suas características, bem como os campos de coleta de dados. Ainda nesse capítulo, mostramos como foi realizada

a aplicação dos referidos questionários e abordamos com detalhes a técnica multivariada de análise de Clusters.

No capítulo 4, chamado “**Mundos reais: níveis de *sentimento de realidade de estudantes, leigos e cientistas***”, mostramos os resultados obtidos na análise de Clusters, nas análises descritivas, bem como nas análises qualitativas desse material.

O capítulo 5, denominado “**Implicações da noção de *sentimento de realidade na educação científica e tecnológica***”, foi dedicado à discussão das possíveis implicações para a educação científica e tecnológica dos resultados dessa pesquisa e da noção de *sentimento de realidade*, em particular, o vínculo entre o *sentimento de realidade* e a dimensão afetiva.

CAPÍTULO 1

O QUE É REAL?

Neste capítulo, abordamos o debate entre o realismo e o antirrealismo, buscando mostrar, com base em alguns autores, como, por exemplo, Hessen (2000), French (2009) e Silva (1998), aspectos que sustentam tais visões de mundo e sua importância na história da Ciência. Em seguida, visitamos a epistemologia da Teoria dos Três Mundos de Karl R. Popper para sustentar nossa opção em considerar os objetos dos Mundos 1 (mundo físico), Mundo 2 (mundo subjetivo) e Mundo 3 (produtos da mente humana) como reais, bem como apresentamos uma primeira abordagem do conceito de “*sentimento de realidade*” em termos da ontologia de Popper.

1.1. REALISMO E ANTIRREALISMO

Na história da Ciência, a preocupação com o que nos dizem os conhecimentos científicos sempre foi e ainda tem sido motivo de discussão. Duas teorias antagônicas disputam a preferência dos cientistas: o realismo e o antirrealismo. Para o antirrealismo não existem objetos reais, a percepção dos objetos está sempre vinculada a um elemento externo ao próprio objeto, que pode ser uma força divina ou ideal, ou ainda, a consciência do próprio observador. Nesse sentido, Hessen (2000) considera que o antirrealismo ou idealismo possui dois sentidos: o metafísico e o epistemológico. No idealismo metafísico, os objetos têm sua realidade baseada em forças espirituais ou em poderes ideais; já, no idealismo epistemológico, a realidade dos objetos depende da consciência do observador, podendo ser classificado em idealismo subjetivo ou psicológico e idealismo objetivo ou lógico. Na visão do idealismo subjetivo, não existem objetos reais fora da consciência humana. Esses objetos só existem em nossa consciência e enquanto interagem com o observador. Para o idealista subjetivo, o que provoca a percepção de um objeto e sua existência é a interação que este provoca em nossa consciência através de processos psicológicos, como representações e sentimentos, porém, a partir do momento que o objeto não é mais percebido, deixa de existir. Hessen (2000) exemplificou: um objeto como uma “pena em minha mão não passa de um complexo de sensações visuais e táteis. Por trás dessas sensações não existe coisa alguma que as esteja provocando em minha consciência.” (p. 59).

Na concepção lógica do idealismo, a existência dos objetos não está vinculada somente a sua percepção por meio da consciência do observador, mas, também, por uma análise lógica do que está sendo percebido. Os objetos são produzidos pelo pensamento, não existem independentes do observador e nem dentro da consciência deste último; devem ser construídos pelo pensamento humano. Hessen (2000) exemplifica o idealismo lógico com o caso de um giz que está em nossa mão: “ele não está disponível de antemão, mas deve ser construído. Isso acontece por meio de meu pensamento. Na medida em que formo o conceito giz, meu pensamento constrói o objeto giz” (p. 60). Na concepção do idealismo lógico, os objetos são conceitos e, portanto, são objetos idealizados, não são reais.

Dessa forma, para o antirrealista, os objetos não existem independentes de nós e, conseqüentemente, não faz sentido falar em uma realidade exterior, fora de nossa consciência ou produzida por um juízo do pensamento. Se tomarmos os conhecimentos científicos como ponto central de análise, o antirrealista nos dirá que as teorias científicas são instrumentos úteis para conseguir previsões observáveis ou adequações empíricas (VAN FRAASSEN, 1980). O antirrealismo considera as teorias científicas instrumentos capazes de mostrar como o mundo poderia ser, pois elas nos falam de objetos inobserváveis; nesse caso, objetos científicos, tais como elétron e gene que não podem ser vistos a olho nu, logo, sua visualização depende das teorias científicas que não podem ser consideradas verdades (FRENCH, 2009).

O realismo, por sua vez, defende que as teorias científicas nos dizem como o mundo é. O realista considera a realidade independente do observador, os objetos existem não por que os percebemos, mas porque existe uma realidade externa à nossa consciência. “Para o realista, o mundo é considerado, sob o ponto de vista ontológico, como constituído por propriedades autônomas” (SILVA, 1998, p. 1).

Dentro dessa perspectiva realista, existe o realismo gnosiológico ou aquele que se preocupa com o modo de conhecer o real e que pode ser classificado em realismo ingênuo, realismo natural e realismo crítico, empírico ou científico. Na visão do realista ingênuo e natural, os objetos são exatamente da forma como são percebidos (HESSEN, 2000). Se estivermos percebendo uma rosa vermelha e também seu aroma, é inconcebível, para o realista ingênuo e natural, que ela não seja vermelha ou não tenha aroma, já que esses elementos percebidos estão presentes nos objetos observados. Já, o realista crítico se apoia em reflexões críticas sobre as propriedades dos objetos. Para ele, nem todas

as propriedades pertencem aos objetos; muitas delas são percebidas em nossa consciência por estímulos externos que atuam em nossos sentidos.

Mora (2001) nos diz que:

O realismo ingênuo supõe que o conhecimento é uma reprodução exata (uma “cópia fotográfica”) da realidade. O realismo científico, empírico ou crítico adverte que não se pode simplesmente equiparar o percebido como verdadeiramente conhecido, e que é preciso submeter o dado a exame e ver (para depois levá-lo em conta quando forem formulados juízos definitivos) o que há no conhecer que não mera reprodução (p. 2473).

Hoje, para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais que vivenciamos, não é mais possível pensar de acordo com o realismo ingênuo ou natural, pois o que é percebido não abrange todo o nosso conhecimento sobre os objetos. A ciência vem buscando aprimorar os conhecimentos acerca dos objetos e fenômenos, de modo que o percebido já não é o bastante para o entendimento atual. Novas teorias científicas propõem um novo entendimento das coisas. No que diz respeito à ciência, o realista considera as teorias científicas como explicações bem sucedidas dos fenômenos do mundo e as que mais se aproximam da verdade. De acordo com French (2009), o realismo não acredita que o sucesso da ciência seja um milagre. Para o autor:

[...] a ciência é tão enormemente bem-sucedida: ela mudou nosso mundo através das suas implicações tecnológicas, dando-nos antibióticos, manipulação genética, supercomputadores e iPods, e ela mudou a nossa visão fundamental do mundo, dando-nos evolução, espaço-tempo curvos e emaranhados quânticos. Mais especificamente, as teorias científicas são espetacularmente bem-sucedidas em termos de realizar predições que então se mostram corretas (p. 95).

Para Hessen (2000), o realismo científico possui três fundamentos importantes para caracterizar a realidade dos objetos, independentes da consciência. Tais fundamentos dizem respeito à diferença entre a percepção e a representação dos objetos e podem ser sintetizados nos pontos:

(1) Enquanto na percepção os objetos podem ser percebidos por vários sujeitos, na representação, apenas um sujeito os percebe. Para Hessen (2000), essa relação pode ser exemplificada da seguinte forma:

“se mostro a pena que está em minha mão [...] a pena será percebida por uma multiplicidade de sujeitos; quando [...] recordo-me de uma paisagem [...] ou quando a represento na fantasia, o conteúdo dessa representação só está aí para mim” (p. 57).

(2) Na percepção os objetos são independentes da vontade do indivíduo, não podemos modificá-los; já, na representação, eles podem ser modificados de acordo com nosso desejo. Vamos imaginar um indivíduo observando uma sala onde há uma cadeira branca. Em um dado momento, ele pode perceber e representar a sala com esse objeto, mas pode também modificar sua representação, imaginando a sala com uma cadeira de outra cor, ou, até mesmo, sem a presença da cadeira branca, isso tudo com o simples fechar de olhos, por exemplo. No entanto, ao abrir os olhos, a percepção que o indivíduo tem continuará sendo de uma sala com a cadeira branca, pois ele percebe através da visão que a cadeira branca continua ali, independente de sua vontade.

(3) Na percepção os objetos não desaparecem quando não são percebidos pelos sujeitos, permanecem inalteráveis, mesmo quando não estamos presentes, como, por exemplo, quando despertarmos pela manhã e encontramos os objetos dispostos no ambiente da mesma forma como os observamos quando fomos dormir.

Conforme Hessen (2000), para os realistas os objetos da ciência são considerados reais, pois consistem-se em objetos da percepção que (1) podem ser percebidos por diversos sujeitos, (2) são independentes da vontade e (3) permanecem inalteráveis, mesmo quando não são observados/percebidos. Para Silva (1998), a mecânica newtoniana é um bom exemplo de independência das entidades teóricas ali existentes. “Força, inércia, gravidade, não são constructos mentais, mas entidades realmente existentes, pois elas revelam a estrutura causal do mundo, e permitem uma explicação em torno desses mecanismos causais” (p. 8).

De acordo com Barra (1998), “[...] há muito mais vantagens do que desvantagens em assumir um ponto de vista realista sobre a ciência” (p. 23). Se adotarmos esse ponto de vista, poderemos explicar por que algumas crenças aparecem espontaneamente em nossas vidas, reconhecer que nossas crenças conceituais são, também, determinadas por nossos estados cognitivos anteriores e entender nossa habilidade de aperfeiçoar as representações a respeito da realidade independente (BARRA, 1998).

O filósofo Karl R. Popper foi um defensor da corrente realista, pois defendia uma realidade ontológica dos objetos, inclusive quando se tratava dos objetos da ciência, de tal sorte, que elaborou a Teoria dos Três Mundos (TTM), na qual propõe a existência de uma realidade

plural, formada por três mundos independentes e reais. O Mundo 1 é constituído por entidades do mundo físico ou coisas materiais, tais como cadeira e carro; o Mundo 2 é representado pelas entidades metais conscientes ou subconscientes como, por exemplo, desejos e sonhos, e o Mundo 3 é formado pelos objetos da construção humana como, por exemplo, ideias e teorias científicas. No próximo tópico, vamos explorar e aprofundar um pouco mais as ideias desse estudioso no que se refere à realidade das entidades.

1.2. OS TRÊS MUNDOS DE POPPER

Karl R. Popper foi um importante filósofo da ciência. Nasceu em 1902, na Áustria, porém, para fugir do nazismo, passou por outros países, tais como, Nova Zelândia e Inglaterra, residindo nesse último até sua morte em 1994. Suas obras caracterizam-se por uma crítica ao Positivismo Lógico, movimento nascido no Círculo de Viena no início do século XX. O Positivismo Lógico defende a tese de que o conhecimento se restringe à ciência e que teorias metafísicas não têm sentido (ROMANINI, 2012). De acordo com Pereira (2011), para o Positivismo Lógico existe uma diferença entre a ciência e a metafísica:

[...] a demarcação se daria a partir de um enfoque naturalista: ciência e metafísica tratam de objetos distintos, ou melhor, empregando a terminologia de Hume, a ciência trata de objetos, de questões de fato, enquanto que a metafísica de palavras vazias e sem sentido, de “sofismas e ilusões” (p. 12).

Segundo Silveira (1996), “a filosofia de Popper, o racionalismo crítico, ocupa-se primordialmente de questões relativas à teoria do conhecimento, à epistemologia” (p. 197). Em seus trabalhos, Popper defende uma posição realista em relação aos objetos materiais ou físicos² e objetos da mente humana, conscientes ou inconscientes. Nesse sentido, as teorias científicas e todos os objetos científicos são considerados, na visão filosófica de Popper, entidades, fundamentalmente, reais, assim como cadeiras, carros e pessoas. Isso porque, conforme sua teoria, seres considerados reais exercem um efeito causal sobre os objetos materiais, provocando mudanças no mundo, logo, entidades da ciência são objetos reais (POPPER e ECCLES,

² Nesse caso, o termo objetos físicos significa objetos do mundo material, como, por exemplo, casas, caderno, caneta, etc.

1995). Um livro, por exemplo, é uma forma de materializar a criação da mente humana, pois o seu conteúdo é produto da mente de um escritor. Por vezes, podemos nos deparar com leitores chorando de emoção em suas leituras. Desse ponto de vista, estamos visualizando o efeito causal das ideias do escritor no corpo humano, ou seja, o correr das lágrimas.

Portanto, para Popper, a realidade é formada por entidades do mundo material ou entidades físicas e entidades do mundo subjetivo ou entidades mentais (ROMANINI, 2012). Uma dor de cabeça interage com nosso corpo provocando nele alguma mudança, logo, esse sentimento de dor é algo real. Nesse sentido, existe uma divisão da realidade em dois tipos de entes: os físicos e os mentais. Esse dualismo divide, então, os objetos reais pertencentes ao mundo em objetos físicos e objetos mentais; no entanto, a visão de Popper não é uma visão dualista e sim pluralista da realidade, na medida em que Popper subdivide as entidades mentais em dois tipos, criando assim uma realidade plural. Para Popper, existem objetos dos estados mentais conscientes ou inconscientes, tais como, sentimento de dor, vontade e sonho, e objetos dos estados mentais que são produtos da mente humana e conteúdos do pensamento, tais como, as teorias científicas, as fábulas e as ideias (POPPER e ECCLES, 1995).

Dessa forma, Popper elabora a Teoria dos Três Mundos (TTM) para explicar sua preferência por uma realidade plural. De acordo com a TTM, a realidade é composta por três Mundos distintos: o Mundo 1 (M1) é o mundo das entidades físicas, corpos animados ou inanimados, como, por exemplo, da cadeira, do automóvel, da televisão, dos animais, e, também, estados e eventos especiais, como forças, movimentos e luz. O Mundo 2 (M2) refere-se ao mundo dos estados mentais conscientes ou inconscientes, por exemplo, do sonho, do sentimento de dor e da ambição. Já, o Mundo 3 (M3) é o mundo da produção da mente humana, ou seja, das teorias científicas, das obras de arte e dos artefatos (POPPER e ECCLES, 1995; POPPER, 2006).

Uma questão fundamental na TTM é o aspecto da interação entre esses mundos. Segundo Popper, os objetos mentais podem interagir com os objetos físicos ou vice-versa. Existe uma vontade ou um interesse que nos impulsiona, logo, isso faz com que escrevamos nossas ideias no papel. São as entidades mentais interagindo com nosso corpo, fazendo com que coloquemos em prática o ato de escrever. Nesse caso, está ocorrendo uma interação entre o Mundo 2, o Mundo 3 e o Mundo 1. Outro exemplo de interação pode ser o seguinte: o conteúdo de um livro, que representa um objeto do Mundo 3, interage com o leitor provocando nesse objetos do Mundo 2, como, por exemplo, emoções, vontades e

interesses. Por sua vez, os objetos do Mundo 2, criados pela interação com o Mundo 3, podem como resultado influenciar na criação de outros objetos dos Mundos 1 e 3, como, por exemplo, novos livros, novas teorias e novas obras de arte. De acordo com Popper e Eccles (1995), “como objetos do Mundo 3, eles podem induzir os homens a produzirem outros objetos do Mundo 3 e, assim, agirem no Mundo 1 [...]” (p. 62).

A TTM de Popper considera a existência de uma interação indireta entre o Mundo 1 e o Mundo 3, que ocorre por meio da mediação do Mundo 2; nesse caso, o Mundo 2 constitui o elo entre o Mundo 1 e o Mundo 3. Segundo Popper (2006), essa mediação ocorre, também, no processo de escolhas feitas pelos seres vivos no seu dia a dia, pois todos os organismos, em sua interação com o ambiente, são solucionadores de problemas e essa interação ocorre por meio da experimentação. No entanto, o Mundo 2, em seu estado consciente, pode intervir nas ações do indivíduo. Inicialmente, a consciência tinha como função mostrar aos organismos, e por que não aos homens, se eles estavam certos ou errados quanto à resolução de problemas. Ela utilizava a dor e o prazer como forma de chamar a atenção das pessoas para seus atos na resolução dos problemas e, assim, contribuir para o processo de aprendizagem.

O que suponho é que a função original da consciência era antecipar sucesso e fracasso na solução de problemas e sinalizar ao organismo, na forma de prazer e dor, se ele estava no caminho certo ou errado rumo à solução de problemas. [...] Pela experiência do prazer e da dor, a consciência auxilia o organismo em suas jornadas de descobertas, em seus processos de aprendizagem (POPPER, 2006, p. 33).

Nessa interação com o Mundo 1, a consciência (M2) utiliza processos inconscientes e conscientes. Inconscientes, na medida em que ativa a parcela inconsciente da memória, “sobretudo uma espécie de mapa inconsciente de nosso ambiente, de nosso nicho biológico local” (POPPER, 2006, p. 34) para que, estando enfrentando novos problemas, possamos reagir com novas antecipações; consciente quando avalia expectativas, elabora teorias e busca novos conhecimentos que, posteriormente, serão formulados pela linguagem.

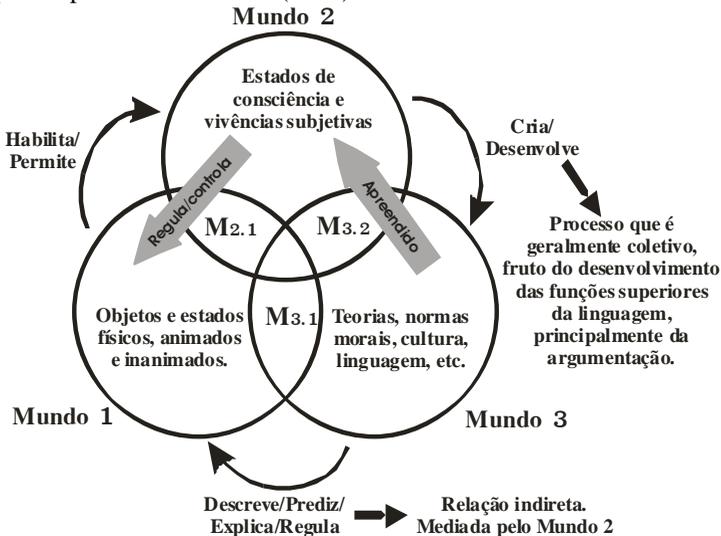
Admitindo a interação entre os três mundos de Popper, é possível propor pontos de intersecção entre eles, aceitando a existência de mundos que sejam amalgamados por dois dos Três Mundos e que possam admitir a existência de objetos que pertençam simultaneamente

a esses mundos. Nossa proposição considera, então, a existência do Mundo composto por objetos que pertencem a M1 e a M2, simultaneamente, tais como, a dor de cabeça e o frio. Esse Mundo denominaremos de M2.1. A admissão de um Mundo que ligue M1 e M3, também é proposta, a fim de localizarmos objetos que possam pertencer simultaneamente a esses Mundos, tais como, livro e escultura. Esse Mundo denominaremos de M3.1.

Conseqüentemente pode ser feita a suposição de dois novos Mundos, a saber, M3.2 que seria composto por objetos pertencentes a M3 e a M2, simultaneamente, havendo ainda a possibilidade de um mundo formado por objetos pertencentes aos M1, M2 e M3, concomitantemente, denominado de M3.2.1. No entanto, a proposição de objetos que comporiam esses mundos exigiria um maior aprofundamento filosófico e carga de trabalho, sendo assim, trabalharemos apenas com os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1.

Um esquema proposto por Romanini (2012), com adaptações, mostrado na Figura 1.1, ajuda a entender essa interação entre os três Mundos de Popper, bem como dos outros Mundos propostos, M2.1, M3.1 e M3.2, criados pela intersecção dos Mundos M1, M2 e M3.

Figura 1.1 - Representação esquemática das relações entre os três mundos de Popper adaptado de Romanini (2012)



Assim, os três Mundos de Popper podem interagir entre si e, por vezes, objetos podem pertencer a mais de um dos Mundos. Um bom

exemplo disso é o livro que por ser um objeto físico pertence ao Mundo 1, porém, seu conteúdo é um objeto que pertence ao Mundo 3 (POPPER e ECCLES, 1995).

De acordo com Popper e Eccles (1995), o primeiro a propor uma ideia análoga aos Mundos 1, 2 e 3 foi Platão. Segundo os autores:

Ele contrasta nitidamente o mundo dos “objetos visíveis” (o mundo das coisas materiais, correspondendo de perto, embora talvez não completamente, ao nosso Mundo 1) e um mundo de “objetos inteligíveis” (correspondendo vagamente ao nosso Mundo 3). Além disso, ele fala das “afeições da alma” ou “estados da alma”, correspondentes ao nosso Mundo 2 (p. 67).

Diferentemente de Popper, o Mundo das ideias de Platão, equivalente ao Mundo 3, era uma construção divina, não tinha imperfeições. No entanto, para Popper, o Mundo 3 é uma construção humana, onde as teorias são passíveis de refutação e, mesmo que sejam refutadas, não deixam de pertencer ao Mundo 3. Segundo Popper, o conhecimento do senso-comum se apresenta como ponto de partida para aquisição de conhecimentos. Porém, por vezes, ele é vago e impreciso, mesmo assim, buscamos coerência entre o saber do senso-comum e nossas expectativas. Nesse processo, a linguagem assume um papel central, visto que, por meio da crítica e experimentação, o conhecimento do senso-comum é colocado à prova e reformulado, podendo assim, fornecer alicerces mais confiáveis sobre a realidade do cotidiano. O conhecimento da realidade do mundo vai sendo transformado por meio da crítica e experimentação, e, assim, conhecimentos mais profundos e adequados sobre o mundo vão sendo elaborados. Dessa forma, a linguagem, por meio da crítica, criou e cria uma seleção consciente de teorias que, por sua vez, constroem e desenvolvem o que chamamos de conhecimento (POPPER, 2006).

Para Popper (2006), a invenção da linguagem humana representa “o maior passo emergente que a vida e a consciência deram até agora” (p.37). A linguagem revolucionou o modo de vida dos seres humanos em todos os aspectos por meio de suas funções, inclusive aspectos da interação entre M1, M2 e M3. Existem quatro funções fundamentais da linguagem, a saber, a expressão, a comunicação, a descrição/representação e a argumentação, sendo a última, segundo o autor, responsável por distinguir a linguagem humana da linguagem de outros animais e explicar por que só os seres humanos podem criar argumentos críticos sobre suas teorias.

Nessa linha de pensamento, Popper e Eccles (1992) assumem que o Mundo 3, assim como seus objetos, tem início com o advento da linguagem, pois o que existia apenas na mente das pessoas tornou-se material, impessoal e alvo de críticas por meio da linguagem. Existe uma distância entre pensar em algo e expressar esse pensamento em palavras, “enquanto o pensamento não for formulado é, mais ou menos, parte de nós mesmos. Somente quando formulado em linguagem, ele se torna um objeto que é diferente de nós mesmos e contra o qual poderemos adotar uma atitude crítica” (p. 43). Assim, um conhecimento preso na mente dos homens é subjetivo e não pode ser criticado; por outro lado, quando é escrito, impresso ou falado, passa a ser um conhecimento objetivo e susceptível à crítica. A crítica ao conhecimento faz com que ele seja reformulado e melhorado. A busca por repetições ou similaridades nos faz críticos frente a um conhecimento a ponto de tentar refutá-lo, procurando melhorá-lo, a fim de que possa atingir nossas expectativas (POPPER e ECCLES, 1992).

Ao que parece, enquanto o conhecimento do senso-comum, pertencente ao Mundo 3, não for submetido a críticas e experimentação, talvez por meio de uma formalização do conhecimento escolar, tal conhecimento sobreviverá, por conta de vínculos criados com o Mundo 2, tais como, sensações e sentimentos. Assim, um conhecimento do senso-comum, pode permanecer sendo a explicação mais adequada para um determinado fenômeno se não passar por experimentações e críticas. Um exemplo disso pode ser a ideia de que uma barra de ferro possui uma temperatura menor do que um pedaço de pano, mesmo que estejam no mesmo ambiente, por um longo período de tempo. Essa constatação é conseguida pela sensação do tato que, para o ferro, apresenta uma percepção de frio, enquanto para o pano, uma percepção de mais quente. Geralmente, na escola, o professor tenta mudar essa concepção, utilizando experimentos e situações que criam conflitos com a explicação do estudante, mostrando que a sensação do tato não é uma boa escolha para medir a temperatura.

Porém, a explicação mais adequada sobre um objeto ou fenômeno está relacionada ao objetivo que o conhecedor tem com relação ao conhecimento que deseja do objeto. Desse modo, o nível de explicação ou profundidade do conhecimento para com os objetos depende da relação que existe entre o observador e o objeto. Portanto, o conhecimento do senso-comum que permite entender a existência de cobras venenosas e que não é bom ser picado por elas é satisfatório no sentido de fazer com que as pessoas não cheguem perto dessas cobras. No entanto, não é suficiente para que um médico possa salvar uma

pessoa picada por cobra venenosa, para isso foi preciso criar antídotos para o veneno de cobras, e isso necessitou de um conhecimento mais profundo sobre elas, nesse caso, as toxinas do veneno.

Nesse sentido, Popper considera o realismo fundamental ao entendimento do senso-comum, pois distingue “aparência” e realidade. Popper também pressupõe que existam níveis de realidade distintos, pois assume o cotidiano como a realidade mais imediata e outros objetos que necessitam de uma reflexão para o seu entendimento sejam representantes de outro nível de realidade, como, por exemplo, uma dor no estômago ou as propriedades da matéria. Nas palavras de Popper:

Mas o senso-comum também verifica que as aparências (digamos, um reflexo no espelho) têm uma espécie de realidade; ou, em outras palavras, que pode haver uma realidade de superfície – isto é, uma aparência – e uma realidade de profundidade. Mais ainda, há muitos tipos de coisas reais. O tipo mais óbvio é o dos víveres (conjecturo que produzem a base do sentimento de realidade), ou objetos mais resistentes [...]. Mas há muitos tipos de realidade que são inteiramente diferentes [...] (POPPER, 1975, p. 46).

Sendo assim, Popper (2006) também concorda que exista um nível de *sentimento de realidade* percebido e experimentado pelas pessoas com relação aos objetos, porém confere um maior grau de realidade ao Mundo 1, quando afirma: “[...] o mundo físico 1 tem direito a ser considerado o mais real de meus três mundos” (p. 22). A defesa desse argumento está no fato de que o mundo físico ou M1, repleto de objetos do cotidiano, que podemos tocar e nos relacionar, é o primeiro, por meio do mundo cotidiano, que se apresenta em nossa existência, construindo assim uma realidade de referência. No entanto, os Mundos 2 e 3, também são considerados reais, pois provocam mudanças no Mundo 1. Popper considera reais todos os seus três Mundos, o primeiro (M1) por representar a realidade primária, o segundo (M2) e terceiro (M3) por terem uma relação causal sobre o primeiro.

Popper aceita a existência de outros níveis de realidade, além da realidade do cotidiano que pertence ao Mundo 1. Corroboramos com essa ideia e acreditamos que esses outros níveis de realidade possuam suas regras e objetos que não são conhecidos por todas as pessoas, pois seu conhecimento passa a estar vinculado ao desejo, objetivo, atividade e tantos outros elementos que constroem a relação do conhecedor com o conhecimento e que dependem de cada indivíduo. Por exemplo, um

pescador não buscará o conhecimento de aspectos químicos da água do mar para que possa pescar, pois esse conhecimento não é necessário para desempenhar sua atividade e alcançar seu objetivo. Porém, o conhecimento sobre as correntes marítimas, o ciclo de reprodução dos peixes e o ciclo de marés altas e baixas são realidades que não estão acessíveis de imediato em sua vida cotidiana ou realidade primária, mas importantes no seu trabalho. Obviamente, essa realidade é entendida como necessária e aceitável porque já foi experimentada e verificada por outros pescadores. Dessa forma, o nível de *sentimento de realidade* ou essa realidade mais profunda do mundo passa a ser aceito quando sua existência é corroborada por efeitos causais sobre outras entidades, vistas como reais. Segundo Popper (1991), essas entidades não devem, necessariamente, ser entendidas concretas, “deve-se admitir que entidades reais podem ser concretas ou abstratas em vários graus”(p.27).

Para Popper, parece que os conhecimentos produzidos pelo homem (objetos do Mundo 3) sobre objetos do Mundo 1, do Mundo 2 e do Mundo 3, que não são acessíveis ou não são acessíveis diretamente pelos sentidos humanos, passam a compor realidades diferentes e em níveis diferentes entre si, e com a realidade do cotidiano. Sobre isso Popper (1975) diz:

Mas há muitos tipos de realidade que são inteiramente diferentes, como nossa decifração subjetiva de nossas experiências como víveres, pedras, árvores e corpos humanos. O gosto e o peso de víveres e de pedras é ainda outra espécie de realidade, como o são as propriedades de árvores e corpos humanos. Exemplos de outros tipos neste multivariado universo são: uma dor de dentes, uma palavra, um idioma, um sinal rodoviário, um romance, uma decisão governamental; uma prova válida ou inválida; talvez forças, campos de forças, propensões, estruturas; e regularidades (p. 46).

Nesse contexto, é possível considerar as teorias científicas, que são entidades do Mundo 3, em outro nível de realidade, quando comparadas com os objetos físicos ou materiais e que, de acordo com a TTM, necessitam de objetos do Mundo 2 para que sejam apreendidos. Para Popper (1975), a mente humana pode ver os objetos do Mundo 1 através do sistema visual e apreender um conhecimento teórico ligado a esses objetos, teorias que são objetos do Mundo 3. Essa ligação ocorre por meio de um conhecimento subjetivo ou objeto do Mundo 2, assim, a apreensão de objetos do Mundo 3, tais como, teorias científicas, passam

pelo Mundo 2. Portanto, para que os objetos pertencentes à realidade da Ciência ou teorias científicas possam ser apreendidos, é necessária uma mediação, por meio de objetos do Mundo 2, que são as entidades que fazem ligação entre o Mundo 1 e 3.

Entretanto, mesmo que tomemos as entidades científicas como sendo reais, ficamos com algumas perguntas. Será que todos conseguem perceber essas entidades, mesmo por meio de instrumentos, consideram-nas reais? Ou isso só é possível para pessoas treinadas e que interajam com elas, como os cientistas? Popper as considera reais, e os indivíduos comuns?

CAPÍTULO 2

ENTRA A AFETIVIDADE: REALISMO OU SENTIMENTO DE REALIDADE?

O capítulo anterior nos trouxe algumas indagações sobre a percepção da realidade dos objetos científicos por parte das pessoas, e o que as leva a essa percepção. Com o objetivo de contribuir na busca de respostas para essas questões, vamos, neste capítulo, aprofundar o conceito de “*sentimento de realidade*”, consultando diferentes autores e suas concepções acerca desse conceito, visando identificar também quais elementos estão vinculados à percepção da realidade pelas pessoas, na visão desses autores. Por fim, vamos propor uma definição mais adequada para o conceito de *sentimento de realidade*.

2.1. ABANDONO EM PARTE DA EPISTEMOLOGIA

Embora as considerações no âmbito da filosofia sejam extremamente importantes para o debate da questão do realismo na educação científica, concordamos com Pinheiro (2003) que esta transposição “pressupõe uma adequação da discussão sobre a noção de realidade” (p. 42). Acreditamos que os indivíduos comuns, em particular estudantes do Ensino Médio, usam diversos critérios subjetivos para julgar a realidade de um objeto e que frequentemente não adotam os rígidos pressupostos objetivos que o contexto filosófico exige. Assim, convém nos apoiarmos na noção de *sentimento de realidade* como alternativa ao *realismo*. Hanna Arendt (2009), por exemplo, diz que “um sentimento de realidade [realness] ou irrealidade acompanha de fato todas as sensações de meus sentidos que, sem ele, não fariam sentido” (p.68). Arendt argumenta que a sensação de realidade [realness] equivale a uma das propriedades sensoriais, com a característica adicional de não poder ser percebida como as demais propriedades sensoriais (olfato, paladar, tato, visão, audição). A ênfase em aspectos subjetivos é consistente com a sugestão de Pinheiro (2003) que :

O sentimento de realidade abre a possibilidade para considerações de natureza socio-psicológicas sobre nossa relação com o mundo, pois estabelecemos a realidade dos objetos a partir de critérios internos (sensações e representações mentais) e externos (normas, crenças, convenções) (p. 46).

Isso nos leva a pensar que a questão do *sentimento de realidade* é primitiva em relação à questão do realismo, ou que o realismo filosófico é uma extensão da propriedade humana de julgar os objetos como reais. Não vamos nos estender nesse debate no momento, indicaremos apenas que os indivíduos experimentam constantemente o *sentimento de realidade* em relação aos objetos do mundo. Cabe, portanto, estabelecer nas próximas seções quais são as bases desse sentimento.

2.2. O INDIVIDUAL E O COLETIVO NA CONSTRUÇÃO DA REALIDADE

Em nossa busca pelo conhecimento de quais relações as pessoas estabelecem com o considerado “real”, chegamos a um dos aspectos que definem a realidade do mundo: o caráter social. De acordo com Berger e Luckmann (1999), as pessoas acreditam que o cotidiano representa o mundo real intersubjetivo e inevitável. Intersubjetivo porque todos os homens partilham do mesmo conjunto de significações acerca do que acontece no mundo; inevitável porque compomos a vida cotidiana e não podemos escapar dela. Dessa forma, cria-se o sentimento de que esta seja “a realidade”, única, imutável e permanente, ocorrendo um processo de naturalização, a ponto de ser suspensa qualquer dúvida sobre a realidade dos elementos pertencente a ela. Sendo assim, não questionaremos a realidade de um pão antes de comê-lo ou a realidade da margarina antes de passá-la no pão, pois os consideramos reais. O mesmo acontecerá com esposa e filhos. Ao pedirmos para que nos passem o pão, certamente, eles não vão questionar a realidade do pão antes de nos entregá-lo. Portanto, fatores sociais influenciam a interiorização da realidade do cotidiano que se apresenta repleta de sentido. Os membros de um grupo social partilham os mesmos padrões de significação.

Para os indivíduos da sociedade, a realidade da vida cotidiana é concebida como uma realidade ordenada e, assim, ocorrem os processos de objetivação e significação subjetiva. Na visão de Berger e Luckmann, os fenômenos da realidade cotidiana se acham previamente dispostos em padrões que parecem ser independentes da apreensão que temos deles, sobre os quais impomos a nossa apreensão (como um simples lápis ou a estrutura familiar). Assim, a realidade da vida cotidiana aparece como já objetivada, constituída por uma ordem de objetos e coordenações sociais consensuais. O mecanismo motor desse processo é a linguagem. A linguagem determina a ordem e a forma em que as objetivações ganham sentido. Podemos ter em conta como objetos reais: jogos de futebol,

cadeiras, motores de carros, salário, etc, pois são elementos designados precisamente dentro do vocabulário da nossa sociedade. A linguagem preenche a nossa vida de objetos dotados de significação. Tudo isso é reforçado pela consciência de que o mundo da vida cotidiana é tão real para os outros quanto para nós mesmos. Há o compartilhamento de significados entre nós e os que estão em contínua interação e comunicação conosco, permitindo a transmissão das objetivações a ponto de aceitarmos que vivemos em um mundo comum, intersubjetivo e inevitável.

Mesmo que a vida cotidiana seja a realidade por excelência, pois é a mais acessível diretamente pelos sentidos, sabemos que existem outras realidades que não podem ser alcançadas da mesma forma e, por não fazerem parte do nosso dia a dia, ficam em segundo plano. Sobre isso Berger e Luckmann (1999) afirmam que:

[...] a realidade da vida cotidiana contém zonas que não me são acessíveis desta maneira. Mas, ou não tenho interesse pragmático nessas zonas ou meu interesse nelas é indireto, na medida em que podem ser potencialmente zonas manipuláveis por mim (p. 39).

Dessa forma, a realidade imediata de um agricultor está totalmente voltada para sua lavoura, representando sua realidade da vida cotidiana. Provavelmente, ele poderá ter interesse na química de novos pesticidas que estão sendo desenvolvidos nas indústrias, pois poderão afetar sua vida cotidiana, porém esse interesse é em menor grau, pois o que conta é o resultado desses venenos na prática. Menor ainda será seu interesse em manipulação química, visto que não aplicará esse conhecimento em sua vida. Essas diferentes experiências e distintas estruturas de significação implicadas acabam determinando que “objetos diferentes se apresentam à consciência como constituintes de diferentes esferas de realidade” (p.37).

Na realidade da vida cotidiana, geralmente, convivemos com situações rotineiras e não-problemáticas, pois estão relacionadas com nossas atividades. Porém, em algum momento, podemos nos deparar com situações problemáticas, algo que, mesmo estando ligado às nossas atividades, nos seja novo. Nesse caso, pode ocorrer um enriquecimento da realidade da vida cotidiana com novas habilidades e conhecimentos de outras realidades envoltas pela realidade cotidiana.

Em resumo, a realidade social é vista não só como um processo de construção, apresentando-se como realidade objetiva para os sujeitos, porém construída e reconstruída subjetivamente e intersubjetivamente

no contexto de infinitas interações cotidianas; mas também como um de processo de institucionalização e socialização. Assim, o real, interpretado pelo homem comum, não decorre de juízos de ordem ontológica, de “realidade” ou “irrealidade” última, concerne apenas a “uma qualidade pertencente a fenômenos que reconhecemos terem um ser independente de nossa própria volição (não podemos “desejar que não existam”)” (BERGER & LUCKMANN, 1999, p. 11)

2.3. SEGURANÇA AFETIVA DA REALIDADE DO MUNDO

De acordo com Fourez (1995), consideramos o mundo cotidiano como real porque compartilhamos, desde a infância, seus objetos e várias de suas experiências com as outras pessoas que percebem o mesmo que nós. As crianças encontram nos familiares as referências necessárias para selecionar os objetos que pertencem a sua realidade, pois observam que os membros de sua família compartilham e convivem com os mesmo objetos. Essa percepção do mundo é o que Fourez chama de *sentimento de realidade* e faz com que tenhamos confiança que vemos um mundo real. Segundo Fourez (1995), “o *sentimento de realidade* é um sentimento subjetivo e afetivo que faz com que tenhamos confiança no mundo tal como vemos” (p. 54). Porém, o sentimento de irrealidade também pode ser ampliado, caso seja referendado, por exemplo, pelos pais, de tal modo que a criança imagine viver em um mundo não real (FOUREZ, 1995). Nesse sentido, se observarmos, por exemplo, um objeto não observado pelas outras pessoas, ficamos propensos a imaginar que o objeto não é real.

Em uma comunidade mais restrita, como, por exemplo, a comunidade de cientistas, esse sentimento também provoca a impressão do real, sendo assim, a comunidade científica vê suas teorias e os objetos científicos como reais por causa do *sentimento de realidade* que atribui aos mesmos. Para Fourez (1995), tratar algo como real exige considerá-lo sob uma interpretação privilegiada que se forma dentro de uma comunidade específica. Se alguém nessa comunidade negar essa interpretação, poderá ser rotulado de louco. Por outro lado, se um cientista acreditar que encontrou um novo elemento real, a sua realidade e seus pares não interpretarão dessa forma; esse elemento, por não ser aprovado pela comunidade científica, não será aceito como real e, provavelmente, o próprio cientista também passará a não considerar sua descoberta como real.

Fourez (1995) acredita que o real ou o nível do real percebido pelos indivíduos está relacionado ao *sentimento de realidade* atribuído

ao elemento em questão. Esse sentimento subjetivo e afetivo é, geralmente, construído socialmente pelos interesses e desejos de uma comunidade e edificam a objetividade necessária para criar a realidade. Por isso “quando se está habituado a ver o mundo de certo modo, torna-se quase impossível ver as coisas de maneira diferente. Questionar essa visão criaria uma profunda crise afetiva” (p. 55).

2.4. LIGAÇÕES AFETIVAS DO SENTIMENTO DE REALIDADE

Joseph Marechal foi um filósofo, de nacionalidade belga, que viveu no período de 1878 e 1944; desenvolveu quase toda sua obra nos meios acadêmicos da Alemanha e França. Em um de seus estudos, ele parte de um relato sobre pacientes que apresentavam distúrbios psiquiátricos, registrado por William James, e também do estudo sobre a experiência vivenciada pelos místicos, realizado por Henry Delacroix. Esses dois trabalhos concluíram que, para as pessoas observadas, a percepção da presença de um objeto está vinculada a razões sentimentais ou a crenças e não à natureza ontológica do objeto em si. Dessa forma a realidade dos objetos está ancorada em aspectos afetivos e não somente em ontológicos.

Para Marechal (1938), a realidade dos objetos não está baseada apenas em sua ontologia, mas também ligada a aspectos afetivos do observador para com o objeto. Destacou alguns elementos vinculados à dimensão afetiva e que provocam esse *sentimento de realidade*, a saber, *interesse e valor, relação com o “eu” empírico e tom afetivo*.

Segundo Marechal (1938), *interesse e valor* são elementos fundamentais para aceitarmos um objeto como real. Um objeto deve mostrar-se interessante e ter valor para as pessoas. Logo, para que um objeto seja considerado real deve suscitar certo interesse por parte do observador, deve mostrar-se importante e necessário para o uso prático. Dessa forma, tudo que estimula e excita nosso interesse e tem valor para nós é real, ou “quanto mais um objeto nos excita, quanto mais ele nos impressiona, tanto mais ele possui realidade” (p. 99). Sendo assim, o mundo das realidades vivas está amarrado no nosso eu ativo e emocional. Todos os objetos que têm uma conexão íntima e contínua com a nossa vida “são objetos cuja realidade não é colocada à prova” (p. 99).

A relação com o eu empírico, diz Marechal (1938), é outro elemento importante em nossa decisão de conceber um objeto como real. Para nos parecer real, um objeto deve se relacionar de alguma maneira com o nosso “eu” empírico, ou seja, o conjunto coordenado de

representações, de sentimentos e de tendências, o qual cria pra cada um de nós a fisionomia do objeto em si. À medida que um objeto se torna menos dependente de nosso sistema de consciência, menor é a sua realidade. Isso pode ocorrer em situações em que o eixo de nossa personalidade é deslocado, como, por exemplo, no caso de stress ou raiva.

O terceiro elemento importante que colabora em nossa definição do que é real denomina-se tom afetivo. A representação de um objeto não é um reflexo frio posto sobre as nossas faculdades cognitivas, “mas algo que abala ao mesmo tempo emoções e sentimentos” (p. 103). A intensidade do tom emocional de uma representação parece estar ligada ao *sentimento de realidade* desta. Marechal nos diz que toda sensação é marcada por um tom afetivo e que é possível que as diversas intensidades do tom afetivo correspondam a diferentes níveis de realidade, e ainda que a impressão de irrealidade provenha da baixa do tom afetivo.

2.5. DUAS CONDIÇÕES

O comportamento de um indivíduo pode estar vinculado à realidade ou irrealidade de objetos, às experiências e a todas as situações do mundo. Segundo Brickman (1980), o comportamento baseia-se em uma correspondência interna que está ligada aos sentimentos que refletem o estado interno de uma pessoa e em uma correspondência externa que está relacionada às consequências de um fato e, ambas, são necessárias para a atribuição da realidade. Quando existe uma interação social, em que as correspondências internas e externas estão presentes, essa situação é sentida como real. Quando ocorre uma interação, em que os indivíduos estão fingindo um comportamento, não ocorrem correspondências internas e externas, e a situação é dita irreal (BRICKMAN, 1980).

Na correspondência interna, o comportamento está relacionado com certos sentimentos adequados a certa situação que demonstra a realidade do objeto. Nesse sentido, a realidade de algo vem acompanhada de uma série de sentimentos que possui alta correspondência interna. Quando a situação não é real, não existem sentimentos vinculados a ela, agimos como robôs ou fingimos o sentimento.

A correspondência externa está vinculada à consequência de um ato e provoca um comportamento adequado para a situação. Quando a situação é real, as consequências não podem ser desfeitas e, nesse caso,

existe uma alta correspondência externa. Isso ocorre, por exemplo, quando da morte de uma pessoa da família; essa morte gera alta correspondência externa e nos faz vivenciar um fato real. No entanto, essa correspondência externa tornar-se-á baixa, caso a morte dessa pessoa seja decorrência apenas de um sonho, ou seja, de um fato não é real. Nesse sentido, a situação é considerada real se apresentar correspondência interna e externa vinculada ao comportamento realizado.

Conforme Brickman (1980), a existência de correspondência externa sem a existência de correspondência interna gera alienação. As pessoas podem se encontrar em situações em que precisem expressar comportamentos sem que existam sentimentos ligados a eles, como, por exemplo, fingir amar outra pessoa; nesse caso ocorre correspondência externa sem a ocorrência da interna. Porém, mesmo nesses casos, suas ações podem suscitar sentimentos em outras pessoas que acreditarão que a situação é real. Da mesma forma, uma situação que começa irreal pode tornar-se real se a correspondência externa envolver, posteriormente, os sentimentos das pessoas, produzindo alta correspondência interna.

A existência apenas de correspondência interna gera fantasia, diz Brickman (1980). Muitas vezes, as pessoas possuem, mas não expressam seus sentimentos ligados a comportamentos, com medo das consequências futuras. Assim, um jogo ou a atuação em um papel pode parecer mais verdadeiro, pois o comportamento dos atores está mais ligado aos sentimentos que possuem na vida real. Hoje, isso pode ser visto nos internautas. Estes preferem assumir um papel no mundo virtual que possa dar vazão a comportamentos ligados a sentimentos que não conseguem expressar na vida real.

2.6. INCURSÃO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

No decorrer de nossa vida, passamos pelos processos de nascimento, crescimento, envelhecimento e morte. Caso não ocorra nenhum incidente, é esse o caminho e as etapas que cada um de nós experimenta; porém, não estamos sozinhos nessa caminhada. Vivemos em sociedade, juntos com nossos semelhantes e, também, com outros seres que, por vezes, podem ser animados ou mesmo inanimados. Assim sendo, nossa vida é compartilhada com outros seres; é repleta de experiências e fenômenos que nos fazem conhecer e entender como as coisas do mundo funcionam ou deveriam funcionar, ou seja, vivemos o que comumente chamamos de realidade. No entanto, a realidade pode ser vista e vivenciada de forma diferente para cada indivíduo. Cada

objeto do Mundo pode representar um status de realidade com níveis de profundidade diferentes que dependem do grau de interação das pessoas com o objeto, que, por sua vez, depende do *sentimento de realidade* atribuído ao mesmo.

A utilização do conceito de *sentimento de realidade* foi incorporada à educação científica por Pietrocola (1999, 2001), Pinheiro (2003) e Custódio (2007, 2009). Para esses autores, quanto maior o grau de *sentimento de realidade* sobre um objeto, maior realidade é atribuída ao objeto. Sendo assim, buscaram entender como os níveis de realidade, atribuídos por indivíduos aos objetos do mundo, são relacionados também com aspectos afetivos.

A partir do conceito de *sentimento de realidade*, alguns autores (CUSTÓDIO, 2009; MARINELI, 2003; PIETROCOLA, 2001; PINHEIRO, 2003), argumentam que existem múltiplos níveis de realidade e que tais níveis possuem diferentes intensidades de realidade que são dependentes do observador, ou seja, do grau de *sentimento de realidade* que ele atribui ao objeto em questão.

De acordo com Pietrocola (2001), a maior parte das pessoas concebe a realidade como sendo o mundo habitado por objetos e seres com os quais tem interação imediata. Porém, essa é uma visão cotidiana do que é considerado realidade. Com o desenvolvimento tecnológico, o homem passou a entender e interagir melhor com o mundo. Novos conceitos e entidades, por vezes, inobserváveis, tais como, átomos, campos e elétrons, passaram a compor esse mundo, ao qual nos referimos como real. Nesse sentido, muitas pessoas poderiam indagar se tais objetos fazem parte da realidade, pois não os percebemos de forma imediata e direta.

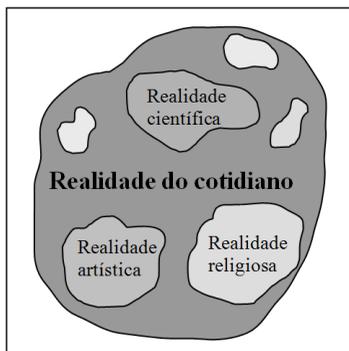
Essa questão, em nosso entendimento, deve ser explorada com maior cuidado porque os objetos do cotidiano são considerados reais à medida que pertencem à realidade imediata, contendo objetos entendidos por grande parte das pessoas como reais. Conforme Custódio (2009), esse caráter real do cotidiano é reforçado por aspectos sociais, pois é compartilhado com nossos semelhantes, provocando um sentimento do real.

As análises anteriores mostram que existem inúmeras realidades ou formas diferentes de nos relacionarmos com o mundo. O cotidiano seria a forma mais imediata e direta dessa relação e, como é compartilhada por todos, considerada realidade primária. Outros níveis de realidade estariam abaixo do nível do cotidiano, pois não estão presentes no dia a dia das pessoas. Essas outras realidades, consideradas realidades secundárias, limitam-se a um grupo restrito de indivíduos,

exigem um conhecimento mais profundo sobre suas entidades, como, por exemplo, a realidade dos objetos da Física e a realidade dos objetos da Química. O nível de compreensão das entidades pertencentes ao mundo depende do relacionamento que temos com essas entidades. Assim, para a maior parte das pessoas, a realidade dos conhecimentos e objetos científicos, tais como, a realidade dos objetos da Física e Química, está em um nível inferior se comparado com o nível de realidade atribuído por esse mesmo grupo de indivíduos ao cotidiano. A realidade do cotidiano seria mais ampla e englobaria as outras formas de ver o mundo, consideradas realidades secundárias.

No entanto, mesmo que as entidades da ciência, muitas vezes, não sejam percebidas diretamente no mundo cotidiano, elas são apresentadas para as pessoas diariamente por meio da TV, jornais, revistas e, principalmente, da escola. “Entretanto, esses outros níveis de realidade são considerados campos finitos de significação, incrustados na realidade dominante da vida cotidiana e com significados e modos de experiência delimitados” (CUSTÓDIO, 2009, p. 9). A figura 2.1 apresenta uma representação de como se apresentam os vários níveis de realidade em relação à realidade do cotidiano.

Figura 2.1 - Diferentes níveis de realidade extraído de Custódio (2009)



Nessa linha de raciocínio, Pietrocola (2001) argumenta que o *sentimento de realidade* dos objetos pertencentes ao mundo pode variar de indivíduo para indivíduo, pois, depende do interesse, da necessidade e do meio social existentes. Assim, por exemplo, o mar é para o pescador fonte de alimento e trabalho, de lazer para o turista e de estudo/pesquisa para o biólogo. Podemos, então, hipotetizar que o grau de *sentimento de realidade* conferido ao conhecimento científico, nesse caso, é maior para o biólogo, pois seu trabalho está diretamente relacionado com o mar.

Outro exemplo pode ser o de um pedreiro para o qual, talvez, a Física não tem ou não exerce o mesmo grau de *sentimento de realidade* que tem ou exerce para um engenheiro civil. O primeiro não conhece as leis da Física, no entanto sua experiência adquirida no dia a dia o satisfaz, ajuda-no na construção de uma casa, fazendo com que saiba que os tijolos não podem ser colocados de qualquer forma, que precisa construir sapatas fortes para suportar o peso da edificação, etc.

O segundo já concebe as leis da Física com maior status de *sentimento de realidade*, já que precisa trabalhar com diversas tensões, compressões, forças, etc., garantindo, assim, uma maior segurança e economia em sua empreitada. Sendo assim, o conhecimento científico está na lista das realidades secundárias para indivíduos que não necessitam dele ou não se interessam por ele, ou seja, que outorgam para o conhecimento científico um baixo *sentimento de realidade*.

O conceito de *sentimento de realidade* está associado a aspectos subjetivos/afetivos de uma pessoa (CUSTÓDIO, 2009) e, por termos entidades inobserváveis na realidade científica, devemos construir um *sentimento de realidade* para apreender seus significados (PIETROCOLA, 2001). De acordo com os autores, parece significativo criar um vínculo afetivo com o conhecimento em termos de *sentimento de realidade*. Essa questão nos leva a pensar na interação entre realidade, sentimento e teoria científica, interação esta que é corroborada por elementos abordados na teoria de Karl Raimund Popper.

2.7. RETORNO À POPPER: O SENTIMENTO DE REALIDADE COMO OBJETO DO MUNDO 2

Na primeira seção do capítulo, propomos a necessidade de substituir na educação científica o enfoque no *realismo*, oriundo da filosofia, pelo enfoque no *sentimento de realidade*. Isso porque a ideia de *sentimento de realidade* é um conceito mais amplo, capaz de incorporar aspectos subjetivos presentes no julgamento de realidade dos objetos do mundo realizados por indivíduos comuns. Agora, estabelecidas as propriedades gerais que explicam o que é o *sentimento de realidade*, podemos retornar à epistemologia, especificamente para localizar dentro do quadro teórico popperiano o espaço de direito e a função do *sentimento de realidade*.

Embora, Popper considere e defenda a realidade do Mundo 1, do Mundo 2 e do Mundo 3 em sua TTM, dedica pouca atenção em sua obra à descrição dos mecanismos de apreensão da realidade dos mundos que

explora e conceitua. Acreditamos que a análise de Popper pode ser completada se incluirmos o papel do *sentimento de realidade* como elemento subjetivo de captura da realidade dos Três Mundos. Nesse sentido, consideramos que o *sentimento de realidade* constitui-se em um objeto do Mundo 2 e, como tal, assume um papel de mediador da apreensão dos objetos, de qualquer um dos três Mundos, como reais. Nesse caso, um objeto pertencente ao mundo da ciência tem seu grau de realidade associado ao grau de *sentimento de realidade* que um indivíduo lhe atribui.

Já que o Mundo 2 é o mundo dos estados mentais, isso reforça a proposição que temos defendido, ou seja, de que o *sentimento de realidade* está ligado a fatores afetivos e que deles também depende sua intensidade. Assim, exploraremos na próxima seção a *emoção interesse* como candidata à descritora do *sentimento de realidade*.

2.8. UM POSSÍVEL DESCRITOR PARA O SENTIMENTO DE REALIDADE: INTERESSE

Conforme a discussão precedente, a atribuição de realidade a um objeto incorpora diversas dimensões, dentre elas, a afetiva. Isso, por si só, poderia parecer adequado aos objetivos deste trabalho, entretanto, essa conclusão acaba trazendo outros complicadores, uma vez que, sob o adjetivo afetivo, encontra-se uma profusão de conceitos, muitas vezes, incomensuráveis. Sem nos aprofundarmos na diversidade de categorias provenientes do estudo da dimensão afetiva, vamos tratar de estabelecer as possíveis relações entre a *emoção interesse* e a noção de *sentimento de realidade*, definindo primeiramente o que vem a ser interesse.

Interesse é a emoção positiva experimentada mais frequentemente pelos seres humanos, fornecendo grande parte da motivação para o aprendizado, o desenvolvimento de habilidades e competências e realizações criativas (FREDRICKSON, 1998; KASHDAN et al., 2004; KRAPP, 2005; SILVIA, 2005, 2006). O interesse resulta de um aumento na estimulação neural, geralmente trazido por alguma mudança, conflito cognitivo ou novidade, mas também determina como as pessoas selecionam e persistem em processar preferencialmente certas informações do ambiente. Silvia (2001) argumenta que interesse leva as pessoas a participarem de novos, incertos ou complexos aspectos do mundo e, ao longo do tempo, cultivar conhecimento e habilidades. Só isso nos leva às seguintes questões:

* É possível cultivar conhecimento sobre objetos com baixo *sentimento de realidade*?

* Os objetos cujo conhecimento é cultivado, por serem de interesse, também são aqueles com alto nível de *sentimento de realidade*?

Outro aspecto importante sobre a *emoção interesse* está vinculado a sua relação com as demais emoções positivas. Embora, a *emoção interesse* e as demais *emoções positivas* sejam conceitualmente distintas pelas suas funções (SILVIA, 2006), cada emoção pode gerar a outra, criando ciclos de interesse e satisfação. Silvia e Kashdan (2009) explicam que o interesse motiva as pessoas a tentarem compreender coisas novas, conflitivas ou complexas. Se elas alcançam seu objetivo em relação ao ato de compreender, sentimentos de alegria ou contentamento devem ser gerados. Da mesma forma, os sentimentos positivos tornam as pessoas mais dispostas a experimentar coisas novas e mais confiantes sobre sua capacidade de compreendê-las. As pessoas em estados de ânimo positivos são, portanto, segundo esses autores, provavelmente, mais susceptíveis à avaliação de eventos, criando, dessa forma, interesse. Tais considerações, aliadas às conclusões das seções anteriores sobre a relação entre as variáveis afetivas e o *sentimento de realidade*, nos permitem pensar nas seguintes questões:

* Qual a relação entre o *sentimento de realidade* e os objetos novos, complexos e conflitivos?

* Se os objetos novos, complexos e conflitivos geram interesse também não gerariam altos níveis de *sentimento de realidade*?

* A realimentação entre a *emoção interesse* e as demais emoções positivas favoreceria o aumento do nível de *sentimento de realidade* por um objeto?

Infelizmente esta seção trouxe mais questões do que a nossa capacidade poderia permitir respondê-las neste trabalho. Por hora, trataremos de realizar uma formulação geral desses questionamentos, considerando que interesse é uma emoção direcionada para objetos do Mundo 1, do Mundo 2 e do Mundo 3 (que são reais): qual a relação entre interesse por ciências e o nível de *sentimento de realidade* atribuída por estudantes do ensino médio aos objetos científicos (mundo 3)?

2.9. COMPARAÇÕES ENTRE AS COMPONENTES DO SENTIMENTO DE REALIDADE

Podemos constatar que não existe uma teoria pronta que defina o *sentimento de realidade*, porém, os autores (BERGER E LUCKMAN, 1999; FOUREZ, 1995; MARECHAL, 1938; BRICKMAN, 1980;

PIETROCOLA, 2001; PINHEIRO, 2003; CUSTÓDIO, 2009; MARINELI, 2003; POPPER, 1995) abordam e enfatizam alguns aspectos sobre o *sentimento de realidade* que lhes parecem fundamentais para apreensão da realidade por qualquer indivíduo. No entanto, independentemente das diferentes visões sobre a realidade e, conseqüentemente, sobre o *sentimento de realidade* que cada autor privilegia, é possível verificar aspectos e condições, em todas as interpretações, que compõem e influenciam o *sentimento de realidade* de uma pessoa para com os objetos do mundo. Consideramos que essas condições influenciam o *sentimento de realidade* que um indivíduo experimentará quanto à realidade de objetos pertencentes ao M1, ao M2 ou ao M3 ou até mesmo suas intersecções.

Tais aspectos e componentes dizem respeito às condições afetivas, sensoriais, sociais e cognitivas. Perceber que o *sentimento de realidade* apresenta e sofre influência dessas condições, principalmente no que tange ao caráter afetivo, pode ajudar a entender melhor os problemas existentes na apreensão da realidade das ciências por parte dos estudantes, e mostrar novos caminhos no processo de obtenção de conhecimentos. No quadro 2.1 mostramos um resumo das ideias dos estudiosos sobre os aspectos que compõem o *sentimento de realidade*.

Quadro 2.1- Resumos dos aspectos componentes do *sentimento de realidade* na visão dos pesquisadores abordados.

Continua

AUTOR	CARÁTER			
	Afetiva	Sensorial	Social	Cognitiva
Berger e Luckmann (1999)		A vida cotidiana é a realidade por excelência, pois é a mais acessível diretamente pelos sentidos	A realidade é intersubjetiva, pois partilhamos o mesmo conjunto de significações com outros homens. Ela é construída no contexto de infinitas interações cotidianas, mas também de processos de socialização	Para os indivíduos da sociedade a realidade da vida cotidiana é concebida como uma realidade ordenada e, assim, ocorrem os processos de objetivação e significação subjetiva

AUTOR	CARÁTER			
	Afetiva	Sensorial	Social	Cognitiva
Fourez (1995)	O <i>sentimento de realidade</i> é um sentimento subjetivo e afetivo que faz com que tenhamos confiança no mundo tal como vemos		Os objetos nos parecem reais porque os compartilhamos, desde a infância, com as outras pessoas, que percebem o mesmo que nós.	Tratar algo como real exige considerá-lo sob uma interpretação privilegiada que se forma dentro de uma comunidade específica.
Marechal (1938)	O <i>sentimento de realidade</i> possui a dimensão afetiva, a saber, <i>interesse e valor, relação com o “eu” empírico e tom afetivo.</i>			As representações sobre um determinado objeto são fundamentais para sua aceitação como objeto real.
Brickman (1980)	A realidade de algo está vinculada a uma correspondência interna ou acompanhada de uma série de sentimentos adequados ao comportamento.		A realidade está vinculada a uma correspondência externa, isto é, com a consequência de um ato que não pode ser mudado, provocando um comportamento adequado para a situação.	

Continuação

AUTOR	CARÁTER			
	Afetiva	Sensorial	Social	Cognitiva
Pietrocola (2001) Pinheiro (2003) Custódio (2009) Marineli (2003)	A realidade de um determinado objeto está vinculada com aspectos afetivos que temos com ele, tais como interesse e emoções.	A maior parte das pessoas concebe a realidade como sendo o mundo habitado por objetos e seres com os quais tem interação imediata.	Nossa vida é compartilhada com outros seres; é repleta de experiências e fenômenos que nos fazem conhecer e entender como as coisas do mundo funcionam ou deveriam funcionar.	Algumas realidades exigem um conhecimento mais profundo para que possam ser compreendidas, como é o caso da realidade da Física, da Química e da Biologia.
Popper (1995)		Real é aquilo que caracteriza coisas materiais de tamanho comum – coisas que o bebê pode segurar e, de preferência, colocar na boca.		Um tipo de realidade é nossa decifração subjetiva de nossas experiências como viveres.

Acreditamos que o entendimento das dimensões que compõem o *sentimento de realidade* pode colaborar para uma apreensão, com maior eficácia, dos conhecimentos científicos, tendo em vista que estratégias didáticas específicas, visando ao aumento do nível de *sentimento de realidade*, com base nessas dimensões, podem ser elaboradas. Por meio do aumento do nível de *sentimento de realidade*, deve ocorrer o aumento do interesse, pois pensamos ser esse um possível descritor do *sentimento de realidade*. Sendo assim, tentaremos definir o sentimento de realidade com base nas ideias desses autores.

2.10. AFINAL, O QUE É O SENTIMENTO DE REALIDADE?

As discussões precedentes mostram que objetos do mundo, construídos ou brutos, são submetidos pelos indivíduos, no decurso de suas relações com o mundo, ao julgamento, consciente ou inconsciente, sobre seus níveis (intensidade, graus, coeficientes) de realidade. O resultado desse julgamento proporciona um sentimento frente aos objetos que temos chamado de *sentimento de realidade*. Podemos sintetizar a ideia de *sentimento de realidade* da seguinte forma:

O sentimento de realidade é um sentimento e uma convicção que os indivíduos experimentam, derivado de uma avaliação baseada em elementos sensoriais, cognitivos, sociais e afetivos, que os objetos do mundo são reais e o nível de sentimento de realidade irá variar de um objeto do mundo para outro em estreita ligação com tais elementos.

Alternativamente:

O sentimento de realidade é um objeto do Mundo 2 capaz de permitir aos indivíduos a apreensão da realidade dos objetos do Mundo 1, do Mundo 2 e do Mundo 3.

Essas definições nos permitem colocar de forma mais clara algumas questões:

* Como os níveis de *sentimento de realidade* variam de intensidade para objetos de diferentes mundos?

* Como os níveis de *sentimento de realidade* variam de intensidade para estudantes, leigos e cientistas?

* Como os elementos sensoriais, cognitivos, sociais e afetivos influenciam os níveis de *sentimento de realidade* para objetos de diferentes mundos?

* Qual a relação entre interesse por ciências e o *sentimento de realidade* atribuído aos objetos científicos (mundo 3) por estudantes?

Essas são algumas questões que pretendemos responder nos próximos capítulos.

CAPÍTULO 3

CAMINHOS DA PESQUISA

Este capítulo é dedicado a uma descrição das características fundamentais de nossa pesquisa. Começamos classificando a pesquisa dentro das visões qualitativa e quantitativa para, logo após, descrevermos nossos instrumentos de coleta de dados, a saber, o questionário de interesse e o questionário de intensidade de realidade. Em seguida, denominamos os participantes da pesquisa de estudantes, leigos e cientistas com suas caracterizações e, finalmente, descrevemos a técnica multivariada de análise de clusters utilizada para formar os grupos dos objetos do questionário de intensidade de realidade.

3.1. DELINEAMENTO GERAL DA PESQUISA

No âmbito da pesquisa científica, existem dois tipos de metodologia, a qualitativa e a quantitativa, e essas estão disponíveis aos pesquisadores na condução de sua investigação. Alguns fatores como, por exemplo, os recursos materiais disponíveis, o tempo e o envolvimento pessoal na pesquisa podem influenciar o pesquisador na escolha do tipo de metodologia.

Outro fator primordial é o objetivo da pesquisa, o qual levará o pesquisador à escolha de uma metodologia adequada para a obtenção de resultados significativos ou que proporcionem alguma observação interessante. Nesse sentido, uma abordagem das características dessas metodologias faz-se necessária, a fim de termos maior entendimento das mesmas.

A abordagem quantitativa das pesquisas científicas é oriunda da tradição das ciências naturais e, como tal, considera as variáveis objetivas de uma pesquisa, ou seja, seus resultados não mudam com a mudança dos observadores, não existe desacordo para o que é melhor ou pior para os valores dessas variáveis e, finalmente, considera as medições numéricas mais ricas que as descrições verbais (WAINER, 2007). Na pesquisa quantitativa, as variáveis de interesse do pesquisador podem ser medidas e representam a essência dos resultados. Sendo assim, Wainer (2007) classifica as medidas em: medidas categóricas ou nominais, medidas ordinais, medidas intervalares e medidas de razão. As primeiras indicam a classe do dado, como, por exemplo, masculino e feminino; nesse caso, é possível verificar se o dado tem um ou outro

valor. As segundas também atribuem classes aos dados, mas é possível ordená-las de maior para menor. As terceiras atribuem ao dado um número real, mas o zero da escala é arbitrário, garantindo que a diferença entre duas medidas pode ser comparada, como, por exemplo, a escala de temperatura em Celsius. As quartas também atribuem um número real ao dado, porém o zero é absoluto, isso pode ser exemplificado pela escala de temperatura em Kelvin.

De acordo com André (1995), a pesquisa qualitativa teve sua origem no final do século XIX, com os cientistas sociais que questionavam o método de pesquisa quantitativa das ciências naturais. Uma das características mais fortemente enfatizada pela abordagem qualitativa é a de não buscar enumerar ou medir eventos, mas levar em conta os aspectos subjetivos que influenciam os dados. Para Godoy (1995), existem quatro características fundamentais de uma pesquisa qualitativa, a saber:

- (1) a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
- (2) a pesquisa qualitativa tem o caráter descritivo;
- (3) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador;
- (4) pesquisadores utilizam o enfoque indutivo na análise de seus dados (p. 62, 63).

No entanto, para André (1995), uma pesquisa científica pode utilizar as duas abordagens combinadas, pois, mesmo que a pesquisa utilize dados quantitativos, a análise desses dados estará baseada no quadro de referências do pesquisador, seus valores e crenças, ou seja, dados qualitativos. O inverso também acontece; uma pesquisa que utiliza abordagem qualitativa, como, por exemplo, entrevistas ou observações, por vezes, expressa os resultados em números.

Günther (2006) lembra que:

Em suma, a questão não é colocar a pesquisa qualitativa versus a pesquisa quantitativa, não é decidir-se pela pesquisa qualitativa ou pela pesquisa quantitativa. A questão tem implicações de natureza prática, empírica e técnica. Considerando os recursos materiais, temporais e pessoais disponíveis para lidar com uma determinada pergunta científica, coloca-se para o pesquisador e para a sua equipe a tarefa de encontrar e usar a abordagem teórico-metodológica que permita, num mínimo de tempo,

chegar a um resultado que melhor contribua para a compreensão do fenômeno e para o avanço do bem-estar social (p. 207).

Nesse sentido, quando as pesquisas qualitativas e quantitativas são empregadas em conjunto, é possível identificar alguns benefícios, a saber: controlar os vieses dos dados com a compreensão dos envolvidos no fenômeno; analisar aspectos das variáveis específicas e ter uma visão geral do fenômeno; contemplar um conjunto de fatos e causas oferecidos pela abordagem quantitativa e uma visão da realidade; analisar e melhorar constatações sob condições controladas com dados obtidos no contexto natural e tornar mais confiáveis e válidas as descobertas por utilizar diferentes técnicas (DUFFY, 1987, apud NEVES, 1996).

Acreditamos que, em grande parte dos trabalhos de pesquisa, é utilizada, em maior ou menor grau, a união das metodologias quantitativa e qualitativa, pois as mesmas se valem de técnicas estatísticas para quantificar os dados coletados e analisam os resultados à luz dos referenciais teóricos explorados na pesquisa.

Sendo assim, caracterizamos nossa pesquisa como quantitativa na medida em que aplicamos questionários e realizamos uma análise estatística e descritiva dos dados coletados, e qualitativa, na medida em que analisamos os resultados com base nos referenciais teóricos apresentados no capítulo anterior.

Em nosso trabalho, buscamos identificar qual o grau de realidade e, conseqüentemente, o *sentimento de realidade* que cientistas, estudantes e leigos atribuem a objetos que pertencem ao M1, M2, M3, M2.1 e M3.1. Queremos, também, verificar se o *sentimento de realidade* atribuído pelos estudantes aos objetos científicos (M3) possui relação com o interesse por ciências. Nas próximas seções, vamos caracterizar nossa amostra, descrever os instrumentos utilizados para coleta de dados e a análise feita para o tratamento desses dados.

3.2. PARTICIPANTES DA PESQUISA

Nosso trabalho consiste em, primeiramente, investigar o que é real para a população de estudantes, leigos e cientistas, fazendo uma comparação de suas respostas quanto à realidade dos objetos. Para a primeira população de indivíduos, consideramos estudantes da 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio de escolas públicas. Para a segunda população, consideramos os cientistas inseridos em ramos de pesquisas básicas das Ciências Naturais (Biologia, Física ou Química) ou áreas afins (Engenharias, área da saúde, etc.) de universidades públicas do Brasil.

Para a terceira população, consideramos leigos - indivíduos não cursando o Ensino Médio, não formados ou cursando Ensino Superior nos cursos de Biologia, Física, Química ou cursos afins e que não utilizem os conhecimentos das ciências (Biologia, Física e Química) em suas atividades cotidianas.

Nesse sentido, não utilizamos um único espaço para a realização da pesquisa, pois dificilmente encontraríamos um local que reunisse essas classes de pessoas em um número suficiente ou dispostas em participar da pesquisa. Decidimos, então, buscar nossos investigados em escolas públicas de Ensino Médio, universidades públicas e em residências comuns de vários bairros da grande Florianópolis.

3.2.1. Estudantes

Tendo em vista que nossa pesquisa objetiva contribuir para questões relacionadas ao *sentimento de realidade* e interesse dos estudantes por ciências, escolhemos alunos do Ensino Médio como participantes, pois esses estudantes já tiveram algum contato com a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental e, atualmente, continuam a estudar essas ciências nas disciplinas de Biologia, Física e Química. Nossa amostra de estudantes conta com a participação de 458 alunos das três séries do Ensino Médio.

Procurando facilitar a coleta de dados junto aos estudantes do Ensino Médio, escolhemos duas escolas públicas como cenário. Uma escola federal que denominaremos de “escola A” e uma estadual que denominaremos de “escola B”. As escolas estão localizadas na área central de Florianópolis e atendem a estudantes de todas as camadas sociais.

A escola A possui cerca de 1000 estudantes, aproximadamente; 700 estudantes no Ensino Fundamental e 300 no Ensino Médio. Aplicamos os questionários na totalidade dos estudantes do Ensino Médio, obtendo o retorno de, aproximadamente, 85% ou 255 questionários.

A escola B possui cerca de 5000 estudantes, contando com, aproximadamente, 2000 estudantes do Ensino Fundamental e 3000 estudantes do Ensino Médio. Aplicamos o questionário em um grupo de mais ou menos 1000 estudantes do Ensino Médio, obtendo um retorno de, aproximadamente, 20% ou 203 questionários.

Considerando o retorno dos questionários das duas escolas, temos um percentual total de, aproximadamente, 35% dos questionários, totalizando uma amostra de 458 estudantes.

As duas escolas possibilitam a permanência dos estudantes na formação de toda a Educação Básica, oferecendo disciplinas que abordam conteúdos científicos desde o início dos estudos: no Ensino Fundamental, com a disciplina de Ciências e no Ensino Médio, com as disciplinas de Biologia, Física e Química.

3.2.2. Cientistas

Sabendo que a universidade é um espaço destinado não apenas ao ensino, mas também a atividades de extensão e pesquisa, e, dessa forma, um local que concentra muitos pesquisadores nas diversas áreas do conhecimento, optamos por buscar nessas instituições nossos participantes na categoria de cientistas, especificamente, os pesquisadores que mantêm pesquisas em áreas de conhecimentos das ciências naturais, a saber, Biologia, Física e Química. Buscando facilitar a coleta de dados escolhemos algumas universidades federais, tais como, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Universidade do Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Goiás (UFG) e outras; e universidades estaduais, como, por exemplo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Universidade de São Paulo (USP) e outras, como campos de pesquisa, visto que possuem um grande número de docentes que trabalham com pesquisas científicas nas áreas pretendidas.

Aproximadamente 2000 cientistas foram selecionados para responder ao questionário, que foi produzido *online*. O retorno, via TCLE eletrônico, desse questionário respondido, (Apêndice B), foi de, aproximadamente, 10%, totalizando 189 cientistas.

Os pesquisadores, de modo geral, investigam questões sobre as quais possuem interesse e, possivelmente, em que acreditam ou consideram reais. Nesse sentido, a coleta de dados sobre a realidade dos objetos, inclusive sobre objetos científicos, atribuída pelos cientistas que investigam fenômenos que envolvam esses objetos, como é o caso de pesquisadores das áreas de Biologia, Física e Química, se justifica, pois, em geral, eles acreditam e se interessam por objetos científicos.

3.2.3. Leigos

Por fim, buscamos obter informações acerca do *sentimento de realidade* dos leigos, indivíduos que apresentam as seguintes características: (a) não estão cursando o Ensino Médio; (b) não são formados ou estão cursando Ensino Superior nos cursos de Biologia, Física, Química ou cursos afins, (c) que não utilizam os conhecimentos das ciências (Biologia, Física e Química) em suas atividades cotidianas e (d) não são crianças.

A coleta dos dados junto aos leigos ocorreu de duas formas: a primeira de maneira indireta, com o envio do questionário de intensidade de realidade e TCLE para os pais dos estudantes de algumas turmas. A segunda, de maneira direta, ocorreu com a abordagem dos leigos nas comunidades. Foram entregues cerca de 650 questionários, houve um retorno de, aproximadamente, 24%, totalizando 155 leigos.

3.3. QUESTIONÁRIOS

Como o objetivo de nosso trabalho visa investigar sobre o nível de realidade atribuído aos objetos por cientistas, estudantes e leigos, não exploraremos nessa dissertação, mesmo sabendo da importância e sendo de nosso interesse, as razões que levaram os participantes a fazerem a escolha por esta ou aquela resposta, o que faz, assim, o questionário se mostrar um instrumento adequado a nosso propósito.

Um questionário é um instrumento de coleta de dados muito utilizado nas pesquisas científicas, sejam ela qualitativas ou quantitativas, porque permite obter informação de um grande número de pessoas em um intervalo curto de tempo. De acordo com Barbosa (1998), o questionário “é uma técnica de custo razoável, apresenta as mesmas questões para todas as pessoas, garante o anonimato e pode conter questões para atender a finalidades específicas de uma pesquisa. Aplicada criteriosamente, essa técnica apresenta elevada confiabilidade” (p. 2).

Na pesquisa foram utilizados dois questionários: o questionário de intensidade de realidade dos objetos que permitiu verificar quais são os objetos considerados mais ou menos reais, na visão dos cientistas, estudantes e leigos; e o questionário de interesse por ciências, respondido apenas por estudantes, o que permitiu a formação de grupos de estudantes com maior ou menor grau de interesse por ciências.

3.3.1. Questionário de intensidade de realidade

A fim de obter informações acerca do nível de *sentimento de realidade* que estudantes, leigos e cientistas atribuem aos objetos do M1, M2, M3, M2.1 e M3.1, em particular objetos científicos, elaboramos um questionário de intensidade ou nível de realidade com 48 objetos - (Apêndice A). Muitos dos objetos foram inspirados no trabalho de Pinheiro (2003), a saber, “algodão doce”, “cadeira”, “caneta”, “óculos”, “ar”, “aroma”, “chuva”, “nuvem”, “estrela”, “ímã”, “relâmpago”, “amizade”, “sonho”, “pensamento”, “átomo”, “campo magnético”, “campo gravitacional”, “corrente elétrica”, “cromossomos”, “célula”, “força de atrito”, “força gravitacional”, “genes”, “massa” e “spim”, pois se mostram adequados a objetos dos mundos de Popper. Outros objetos foram retirados dos próprios apontamentos de Popper, tais como, “livro” e “dor de dente” e incorporados aos anteriores para completarem/comporem o questionário.

Como nosso objetivo era saber qual o grau de *sentimento de realidade* que esses indivíduos conferem aos objetos dos Mundos, resolvemos, também, utilizar uma escala *Likert* de quatro pontos; o ponto 1 está relacionado a objetos não reais, os pontos 2 e 3 são intermediários e o ponto 4 relacionado a objetos reais. A opção de elaborarmos o questionário de intensidade de realidade com respostas baseadas em uma escala *Likert* de quatro pontos tem duas justificativas.

A primeira refere-se à possibilidade de excluir a opção de neutralidade das respostas. Muitos estudantes de Ensino Médio não querem se comprometer em opinar sobre certas questões, então, em uma escala com cinco pontos, muitos deles marcam o ponto central (três) que representa a posição neutra. Buscando “forçar” um posicionamento dos estudantes, uma tendência, optamos por uma escala de quatro pontos.

A segunda refere-se à padronização dos questionários. Como o questionário ROSE-Brasil apresenta uma escala *Likert* de quatro pontos, resolvemos manter o mesmo padrão para o questionário de intensidade de realidade.

Antes da aplicação desse questionário, também foi realizada uma validação semântica que contou com a participação de 12 estudantes do Ensino Médio e dois pesquisadores em educação científica e tecnológica que não participaram da elaboração do questionário. Esses indivíduos responderam às questões e fizeram as devidas críticas e comentários, possibilitando verificar possíveis dúvidas de entendimento ou escrita e fazer as devidas correções. A lista de objetos de cada grupo contou com a avaliação e aprovação de um pesquisador especialista na teoria dos

três Mundos de Popper, resultando no Quadro 3.1 que mostra a classificação dos objetos, os quais compõem o questionário de nível de realidade (Apêndice A) com seus respectivos Mundos.

Nesse questionário de intensidade de realidade, o participante atribuiu graus de realidade a objetos dos três Mundos. Esses grupos de objetos (Quadro 3.1) possibilitam a comparação dos graus de *sentimento de realidade* atribuídos aos objetos científicos com os graus de *sentimento de realidade* conferidos a outros objetos como, por exemplo, os do cotidiano. Por pertencerem à realidade primária, os objetos do cotidiano podem ser tomados como referência, pois acreditamos que apresentarão maiores níveis de *sentimento de realidade*, quando comparados com o *sentimento de realidade* sobre os demais grupos.

Quadro 3.1 - Classificação dos objetos que compõem o questionário de intensidade de realidade com base na TTM de Popper

Mundo 1 (M1)	Mundo 2 (M2)	Mundo 3 (M3)	Mundo 2 e 1 (M2.1)	Mundo 3 e 1 (M3.1)
Estrela	Sonho	Números	Aroma	Algodão doce
Relâmpago	Pensamento	Spin	Dor de dente	Cadeira
Nuvem	Sentimento	Genes	Ruído	Caneta
Chuva	Saudade	Cromossomos	Sabor	Óculos
Ar	Amor	Elétron	Cores	Partitura musical
Árvore	Ambição	Célula	Frio	Escultura
Cachorro	Amizade	Átomo	Cansaço	Livro
Imã	Recordações	Campo gravitacional	Sono	Projeto de um edifício
		Campo magnético		
		Força de atrito		
		Força gravitacional		
		Massa		
		Ponto material		
		Probabilidade		
		Fóton		
		Corrente elétrica		

Os objetos apresentados no questionário foram criteriosamente escolhidos com base na teoria dos Três Mundos de Popper, em que, no Mundo 1 (M1), estão os objetos materiais ou físicos, e no Mundo 3 (M3) os objetos da ciência, ou pertencentes às teorias científicas.

Buscando ampliar nosso entendimento sobre a percepção da realidade dos objetos atribuídos aos participantes da pesquisa, resolvemos eleger objetos que pertencem a cada um dos Mundos 1, 2 e 3, como também objetos que pertencem, concomitantemente, a dois dos três Mundos, a saber, Mundo 3 e 1 (M3.1), Mundo 2 e 1 (M2.1) e Mundo 3 e 2 (M3.2).

3.3.2. Questionário de Interesse em Ciências

Com o objetivo de coletar dados sobre o interesse dos estudantes do Ensino Médio acerca da Ciência, decidimos utilizar um questionário de interesse, adaptado do ROSE. O questionário ROSE (*The Relevance of Science Education*) é muito difundido no mundo e, de acordo com Neto (2008), “é um projeto de pesquisa comparativa internacional que busca iluminar os fatores vistos pelos estudantes como importantes no aprendizado de C&T”(p. 31).

Uma versão brasileira do ROSE foi elaborada, entre os anos de 2004 e 2008, por Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto e denominada projeto ROSE-Brasil (NETO, 2008). Esse questionário foi dividido em seções que visam “reunir e analisar informações vindas dos alunos sobre diversos fatores que têm influenciado sua motivação para aprender conteúdos relacionados à C&T” (p. 39). Suas respostas são expressas por uma escala *Likert* de quatro pontos. As seções do ROSE-Brasil estão, assim, intituladas:

Seções A, C e E – O que eu quero aprender. (108 afirmações)

Seção B – O meu futuro emprego. (26 afirmações)

Seção D – Eu e os desafios ambientais. (18 afirmações)

Seção F – As minhas aulas de Ciências. (16 afirmações)

Seção G – As minhas opiniões sobre a Ciência e a Tecnologia. (16 afirmações)

Seção H – Minhas experiências fora da escola. (61 afirmações)

Temos consciência de que a aplicação de todo questionário ROSE-Brasil daria mais confiabilidade aos resultados acerca do interesse dos estudantes; no entanto, por questões práticas, que detalharemos mais a frente, utilizamos o questionário que se encontra na seção F da versão brasileira.

A seção F do questionário ROSE-Brasil intitula-se “As minhas aulas de Ciências” e solicita que os estudantes apontem seu grau de concordância com afirmações sobre a ciência que ele já aprendeu na

escola. O questionário³ apresenta uma escala *Likert* de quatro pontos, como mostrado no Quadro 3.2. A escala *Likert* é um tipo de escala que registra o grau de concordância dos participantes da pesquisa com as afirmações apresentadas no questionário. A cada ponto, representado por um número de 1 a 4, é associado um grau de concordância com relação à frase que o antecede, desde “não concordo” (1) a “concordo” (4).

Quadro 3.2 - Recorte da seção F do questionário ROSE-Brasil extraído de Neto (2008)

		Não concordo		Concordo	
1	A disciplina de Ciências aborda conteúdos difíceis	1	2	3	4
2	A disciplina de Ciências é interessante	1	2	3	4
3	As Ciências, para mim, são bastante fáceis de entender	1	2	3	4
4	As Ciências abriram-me os olhos para empregos novos e emocionantes	1	2	3	4
5	Gosto mais de Ciências do que das outras disciplinas	1	2	3	4
6	Penso que todos deverão aprender Ciências	1	2	3	4
7	Os conhecimentos que adquire em Ciências serão úteis na minha vida cotidiana	1	2	3	4
8	Penso que a Ciência que eu aprendo na escola melhorará as minhas oportunidades de carreira	1	2	3	4
9	As Ciências tornaram-me mais críticos e céticos	1	2	3	4
10	As Ciências estimularam a minha curiosidade acerca das coisas que ainda não conseguimos explicar	1	2	3	4
11	As Ciências aumentaram o meu gosto pela natureza	1	2	3	4
12	As Ciências mostraram-me a importância da ciência para a forma como vivemos	1	2	3	4
13	A Ciência que aprendo na escola ensina-me a cuidar melhor da minha saúde	1	2	3	4
14	Gostaria de ser cientista	1	2	3	4
15	Gostaria de aprender tanta ciência quanto possível na escola	1	2	3	4
16	Gostaria de ter um emprego que lide com tecnologia avançada	1	2	3	4

Como o programa ROSE é aplicado em vários países, seus questionários são bastante confiáveis. Com a finalidade de testarmos o questionário, para avaliar sua adequação ao público e, ainda, evidenciar

³ O questionário de interesse como o apresentado aos alunos pode ser encontrado no anexo A desta dissertação.

possíveis interpretações equivocadas das afirmações, antes da apresentação e, conseqüentemente, aplicação do mesmo junto aos participantes da pesquisa, fizemos a validação semântica desse questionário.

Para tal, solicitamos que 12 estudantes do Ensino Médio respondessem ao questionário fazendo as devidas críticas e comentários, assim teríamos como verificar possíveis dúvidas de entendimento ou escrita e fazer as devidas correções. Essa validação também foi realizada por dois pesquisadores que não participaram da elaboração do questionário.

A validação mostrou a necessidade de explicação do termo ciências, já que os participantes da validação confundiram-no com a disciplina de Ciências do Ensino Fundamental. Foi realizada, então, uma alteração no cabeçalho do questionário, inserindo entre parênteses a elucidação do termo ciência que se fazia necessária. Após essa alteração, chegou-se à versão final desse instrumento de pesquisa que se encontra no Anexo A desta dissertação.

3.4. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

O questionário de interesse por ciências foi aplicado junto ao grupo de estudantes somente, isso porque nossa intenção era verificar se existia relação entre o interesse dos estudantes por ciências e o *sentimento de realidade* atribuído pelos mesmos aos objetos científicos. Com os questionários aplicados e os dados coletados foi possível, por meio de uma estatística multivariada chamada análise de Cluster, obter grupos dos objetos para cada seguimento de participantes e fazer comparações entre esses grupos.

A opção por uma análise multivariada de Cluster justifica-se na medida em que temos como objetivo agrupar os objetos de acordo com a similaridade dos dados. Assumindo que cada participante da pesquisa tornou-se uma variável e que classificou cada objeto, temos inúmeras variáveis para um mesmo objeto e devemos analisar todos esses dados em conjunto, a fim de obter um agrupamento coerente.

Todos os dados dessa investigação foram obtidos por meio de indivíduos que receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), informações sobre a pesquisa e, assim, aceitaram participar desse trabalho.

Os estudantes e responsáveis aceitaram participar da pesquisa, via assinatura e entrega do TCLE (Apêndice C), e os questionários foram respondidos por esses estudantes durante uma aula de Física, cedida

pelo professor responsável que permaneceu presente em sala por todo o tempo utilizado pelo investigador. Os estudantes responderam os questionários em sala e os entregaram em seguida ao investigador.

No caso dos cientistas o contato ocorreu via e-mail disponível nos *sites* das universidades. O corpo da mensagem encaminhada via email aos pesquisadores continha TCLE (Apêndice B), solicitando o aceite em participar ou não da pesquisa e o *link* para o questionário de intensidade de realidade (Apêndice B), disponível online.

Com os leigos, a forma de garantir um bom número de participações na pesquisa foi enviar o questionário de intensidade de realidade e o TCLE (Apêndice D) diretamente aos pais dos estudantes. Nesse sentido, cada estudante levou para casa dois questionários e TCLEs que foram entregues e respondidos pelos pais e devolvidos pelos alunos em aulas posteriores. Isso nos proporcionou uma maior probabilidade de participação dos leigos, visto que os pais já haviam lido e assinado o TCLE para a participação de seus filhos e conheciam os objetivos da pesquisa. No entanto, o trabalho de campo também foi realizado, buscamos uma coleta de dados junto a outras pessoas das comunidades e, assim, um conjunto de participantes leigos foi conseguido aleatoriamente.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS

A pesquisa quantitativa, geralmente, utiliza algum método estatístico para obtenção de conhecimentos através de dados. Para Vicini (2005), antes do advento dos computadores, os métodos eram utilizados para analisar as variáveis de forma isolada, o que hoje se chama de estatística univariada. No entanto, o desenvolvimento da ciência colocou o pesquisador frente a inúmeras variáveis que, por vezes, devem ser analisadas em conjunto. Então, novos métodos estatísticos foram criados para analisar as variáveis de uma única vez; essa nova estatística é chamada de estatística multivariada e vem ganhando espaço no trabalho de pesquisa.

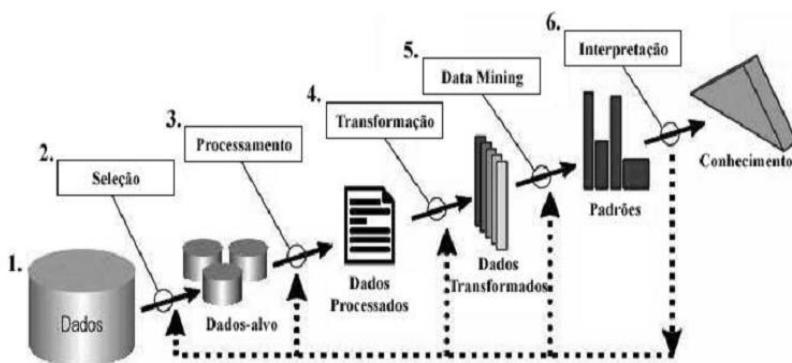
3.5.1. Análise multivariada

A análise multivariada apresenta técnicas capazes de tratar um número grande de variáveis, a fim de extrair conhecimentos dos dados coletados. Nas palavras de Albuquerque (2005): “As técnicas de análise multivariada possibilitam avaliar um conjunto de características, levando em consideração as correlações existentes, que permitem que

inferências sobre o conjunto de variáveis sejam feitas em um nível de significância conhecido". (p. 1).

O objetivo de uma análise estatística é a extração de conhecimentos a partir de uma base de dados, sendo ela univariada ou multivariada. De acordo com Doni (2004), a extração de conhecimento em base de dados (ECBD) compõe-se do conjunto das etapas de seleção, processamento, transformação, mineração de dados e interpretação dos dados. A figura 3.1 ilustra essas etapas:

Figura 3.1 - Etapas que constituem a extração de conhecimentos em base de dados extraído de Doni (2004)



Cada etapa da mineração tem seu objetivo no processo de obtenção de conhecimentos em base de dados. Doni (2004) faz alguns comentários sobre essas etapas, a saber:

- Na etapa de seleção, é realizada a triagem da amostra. São escolhidos quais tipos de dados devem fazer parte da amostra final, sempre tendo como pano de fundo os objetivos da pesquisa. A otimização do tempo de mineração é um dos objetivos da seleção.
- O objetivo da etapa de processamento é assegurar a qualidade dos dados escolhidos, pois a extração de conhecimento em base de dados objetiva o auxílio na tomada de decisão. Dentre os problemas tratados nessa etapa, estão a eliminação de dados duplicados, tratamento de dados fora do esperado (outliers) e valores faltantes.
- Na etapa de transformação, os dados são reduzidos em números de exemplos, em números de atributos e em números de valores de atributos, isso diminui o tempo para a mineração, porém devem ser preservadas, ao máximo, as informações dos dados brutos.
- Na etapa de mineração, acontece, efetivamente, a extração de conhecimentos de banco de dados através da utilização de técnicas

computacionais. “É a etapa mais importante do processo de ECBD e caracteriza-se pela existência de uma técnica de mineração capaz de extrair conhecimento implícito de um banco de dados em função de um objetivo proposto” (DONI, 2004, p. 16). Dentre as técnicas de mineração, podemos citar a estatística, a indução, os algoritmos genéticos, a classificação, a análise de clusters e redes neurais artificiais.

➤ É na etapa de interpretação que o pesquisador procura por padrões relevantes para os objetivos da pesquisa a fim de dar significado ao conhecimento encontrado.

Em nossa pesquisa, utilizamos a técnica multivariada de análise de Clusters a fim de agrupar objetos dos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1, procurando estabelecer relações entre os objetos do questionário de intensidade de realidade quanto às suas similaridades com base nos dados coletados no questionário. Nesse sentido, a análise de cluster apresenta-se com uma abordagem exploratória. Foram realizadas análises de Clusters dos dados dos cientistas, estudantes e leigos. A análise de Clusters é obtida com a utilização do programa estatístico SPSS.

3.5.1.1. Análise de Clusters

A análise de clusters é uma técnica de mineração de dados e constitui-se de um conjunto de técnicas multivariadas com o objetivo de encontrar semelhanças ou diferenças entre objetos e separá-los em grupos (HAIR et al., 2009; VICINI, 2005; ALBUQUERQUE, 2005, DONI, 2004). Essa técnica multivariada é utilizada em várias áreas do conhecimento, tais como, Biologia, Ciências Sociais, Psicologia, Educação, Ciências da Terra, Medicina e Informática. Devido a isso, são encontradas denominações diferentes para a análise de Cluster, e podemos citar, como exemplos: análise de agrupamento, “análise Q, construção de tipologia, análise de classificação e taxonomia numérica.” (HAIR et al., 2009, p. 430)

De acordo com Zaiane (2003) apud Doni (2004), uma análise de clusters criteriosa deve conter as seguintes características:

- Ser capaz de lidar com dados com alta dimensionalidade;
- Ser “escalável” com o número de dimensões e com a quantidade de elementos a serem agrupados;
- Habilidade para lidar com diferentes tipos de dados;
- Capacidade de definir agrupamentos de diferentes tamanhos e formas;
- Exigir o mínimo de conhecimento para determinação dos parâmetros de entrada;

- Ser robusto à presença de ruído;
- Apresentar resultado consistente independente da ordem em que os dados são apresentados (p. 26-27).

Atualmente, a análise de clusters é utilizada para abordar três questões básicas de pesquisa, a saber: **descrição taxonômica** - serve para classificar objetos com base empírica. Geralmente é empregada como uma técnica exploratória, no entanto, pode ter um aspecto confirmatório à medida que é utilizada para confirmar uma classificação proposta por uma base teórica. **Simplificação de dados** - isto é, ao invés de ver todas as observações como únicas, elas podem estar dentro de um grupo que pode ser analisado de forma conjunta a partir de características gerais. **Identificação de relação** - por meio de grupos definidos é possível encontrar relações que antes, com observações individuais, não são visíveis. (HAIR et al., 2009).

Conforme Hair et al. (2009), os grupos formados na análise de clusters, devem ter uma grande homogeneidade interna, ou seja, os objetos pertencentes a um mesmo grupo devem ser semelhantes com base em um conjunto de características. Esses mesmos grupos devem possuir, porém, uma grande heterogeneidade externa. Nesse caso, os objetos de um grupo devem ser diferentes dos objetos de outro grupo de acordo com o conjunto de características escolhidas para o agrupamento.

A análise de agrupamentos está sujeita a algumas críticas, tais como: (1) é uma análise descritiva, não-teórica e não-inferencial, (2) vai sempre criar grupos, independentemente da existência real de alguma estrutura nos dados e (3) solução não generalizável, pois depende totalmente das variáveis utilizadas para medida de similaridade. (HAIR et al., 2009).

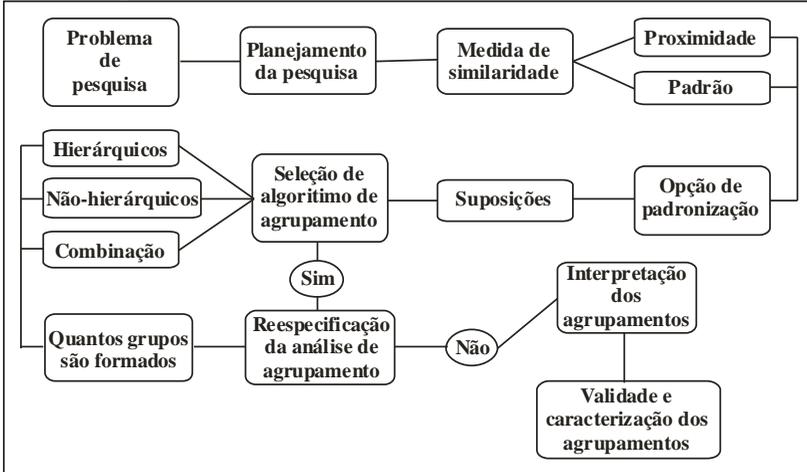
Essas críticas podem ser retrucadas com uma boa fundamentação teórica, nesse caso “o pesquisador deve ter especial cuidado para garantir que forte suporte conceitual anteceda à aplicação da técnica. Com esse suporte em mãos, o pesquisador deve então tratar cada uma das decisões específicas envolvidas na execução da análise de agrupamentos. (HAIR et al., 2009, p. 431).

3.5.1.1.1. Estágios de uma análise de cluster

A partir dos objetivos da pesquisa até a caracterização de relações significativas dos agrupamentos, a análise de clusters, assim como qualquer outra técnica multivariada, passa por seis estágios em sua construção. O diagrama representado na figura 3.2 mostra de maneira simples esses estágios. Vamos apontar de maneira simplificada aspectos

importantes de cada um desses estágios para a construção de uma análise de clusters.

Figura 3.2 - Diagrama representativo dos estágios de construção de análises de clusters adaptado de Hair et al. (2009)



Estágio 01 – nessa etapa, com base no problema de pesquisa, escolhe-se qual objetivo se quer alcançar com a análise de clusters, se é descrição taxonômica, simplificação de dados ou revelação de relações. Acontece, também, a escolha das variáveis que caracterizarão os objetos a serem agrupados. Essa escolha deve estar baseada em argumentos teóricos e conceituais que podem ser fundamentados em uma teoria específica, pesquisada anteriormente, ou na suposição do pesquisador, ou em argumentos práticos, (HAIR et al., 2009).

Estágio 02 – nessa etapa, o pesquisador deve concentrar-se em analisar questões referentes ao tamanho da amostra, a observações atípicas e se as mesmas podem ser descartadas, à medida de similaridade utilizada e se os dados devem ou não ser padronizados. Abaixo vamos abordar essas questões com mais detalhes.

- O tamanho da amostra – de acordo com Hair et al.,(2009), “a amostra deve ser grande o bastante para fornecer suficiente representação de pequenos grupos dentro da população e representar a estrutura inerente”. (p. 439).
- Detecção de observações atípicas – as observações atípicas representam objetos diferentes de todos os outros e são observações verdadeiramente aberrantes que não são representativas da população geral, representação de segmentos pequenos ou insignificantes da

população, ou subamostragem de grupos reais na população. (HAIR et al., 2009).

- Medidas de similaridade – para que os objetos sejam agrupados, é necessária uma medida que “representa o grau de correspondência entre objetos ao longo de todas as características usadas na análise”. (HAIR et al., 2009, p. 433). A medida de similaridade mais empregada é a de distância, porém existem medidas correlacionais e medidas de associação. As medidas de distância mais comuns são: distância euclidiana, distância euclidiana quadrática, distância City-Block (Manhattan), distância de Chebychev, distância de Mahalanobis (D^2), entre outras. Como existem diversas medidas de distância “é importante testar mais de uma medida de distância, para que possa ser utilizada a mais adequada para a análise” (VICINI, 2005, p. 20). Mais a frente, algumas medidas de distância serão abordadas com maior ênfase.
- Padronização dos dados – a grosso modo, o processo de padronização é utilizado quando temos variáveis medidas em diferentes escalas. Essa técnica se faz necessária por que “a maioria das análises de agrupamento, usando medidas de distância, é bastante sensível a diferentes escalas ou magnitudes entre as variáveis” (HAIR et al., 2009, p. 443).

Estágio 03 – nesta etapa o pesquisador deve observar a representatividade da amostra e a multicolinearidade entre variáveis. Nesse sentido, a amostra deve ser analisada de forma que observações atípicas sejam detectadas; se existir multicolinearidade entre as variáveis que seja possível reluzi-las a números iguais, evitando que uma possa afetar mais a medida de similaridade do que as outras. “Portanto, todos os esforços devem ser feitos para garantir que a amostra seja representativa e que os resultados sejam generalizáveis para a população de interesse” (HAIR et al., 2009, p. 447).

Estágio 04 – nessa etapa, o pesquisador deve escolher um algoritmo de agrupamento. Dentre os algoritmos mais utilizados estão os pertencentes aos métodos hierárquicos, não-hierárquicos ou à combinação dos dois. Após a aplicação do algoritmo e a criação dos clusters, o pesquisador deve observar se as observações atípicas são passíveis de eliminação e reiniciar a análise de agrupamentos a fim de obter grupos mais representativos. Comentaremos sobre alguns algoritmos de agrupamentos em outro tópico.

Estágio 05 – nesta etapa, a interpretação dos dados é necessária para que o pesquisador possa nomear ou designar um rótulo que defina a

natureza dos agrupamentos (HAIR et al., 2009). É possível utilizar os perfis médios para verificar se os elementos estão de acordo com os agrupamentos criados e uma tipologia pré-concebida.

Estágio 06 – nessa etapa, o pesquisador pode utilizar alguns métodos para a validação de uma solução de agrupamento a fim de garantir sua representatividade, a saber, validação cruzada, nesse caso a amostra é separada para comparação de soluções, validade de critérios, ou seja, utilizar variáveis que não pertencem ao agrupamento, mas que possuem “variação ao longo dos grupos” (HAIR et al., 2009, p. 458).

3.5.1.1.2. Medidas de distância de similaridade

Geralmente os pesquisadores preferem as medidas de distância como medidas de similaridade. As medidas de distância mais utilizadas são:

- **Distância euclidiana** – é a medida de distância mais empregada nas análises de clusters e representa a distância em linha reta entre dois indivíduos, cuja posições são determinadas em relação a suas coordenadas no plano cartesiano (CLIFFORD & STEPHENSON, 1975 apud MEYER, 2002). Matematicamente é a raiz quadrada do somatório dos quadrados das diferenças entre valores de i e j para todas as variáveis.

- **Distância euclidiana quadrática** – é uma medida de distância que acelera o tempo de computação, pois se assemelha à distância euclidiana, mas não é preciso tirar a raiz quadrada. De acordo com Hair et. al. (2009), é recomendada para os algoritmos centróides e Ward que veremos mais adiante.

- **Distância City-Block (Manhattan)** – não é baseada na distância euclidiana, mas sim nas diferenças absolutas entre as variáveis, ou seja, não utiliza a hipotenusa como distância e sim a soma dos catetos. Pode obter agrupamentos inválidos se as variáveis estiverem bem correlacionadas (HAIR et al., 2009).

- **Distância de Chebychev** – leva em conta a maior diferença ao longo de todas as variáveis de agrupamento e é muito sensível a medidas não padronizadas, ou seja, em escalas diferentes (HAIR et al., 2009).

- **Distância de Mahalanobis (D^2)** – é muito utilizada quando as variáveis são correlacionadas, e a distância entre quaisquer pares deve considerar as dependências que existem entre elas. (VICINI, 2005).

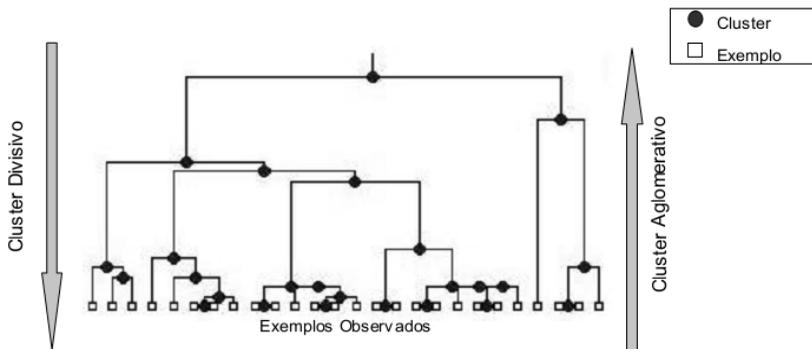
3.5.1.1.3. Algoritmos de agrupamentos

Existem vários métodos de agrupamentos e cada qual com seus algoritmos de agrupamentos. Dois métodos são mais comumente utilizados: os hierárquicos e os não-hierárquicos. Vamos nos limitar a comentar esses métodos por sua popularidade.

3.5.1.1.3.1. Métodos hierárquicos

Podemos classificar os métodos hierárquicos em aglomerativos e divisivos. No primeiro, cada objeto representa um grupo e, no decorrer da utilização do algoritmo de agrupamento, os objetos vão sendo agrupados sucessivamente até que no final exista um único grupo. No segundo, ocorre o processo inverso, ou seja, existe um único grupo formado por todos os objetos que deverão ser separados em um número de grupos previamente estipulado, logo, a partir da utilização do algoritmo de agrupamento os clusters são formados. Para facilitar a análise dos clusters, os métodos hierárquicos podem ser apresentados por um diagrama chamado de dendrograma ou diagrama de árvore. A figura 3.3 representa um dendrograma, em que cada nó representa um agrupamento.

Figura 3.3 - Modelo de um dendrograma e seus componentes extraído de Freitas (2006)

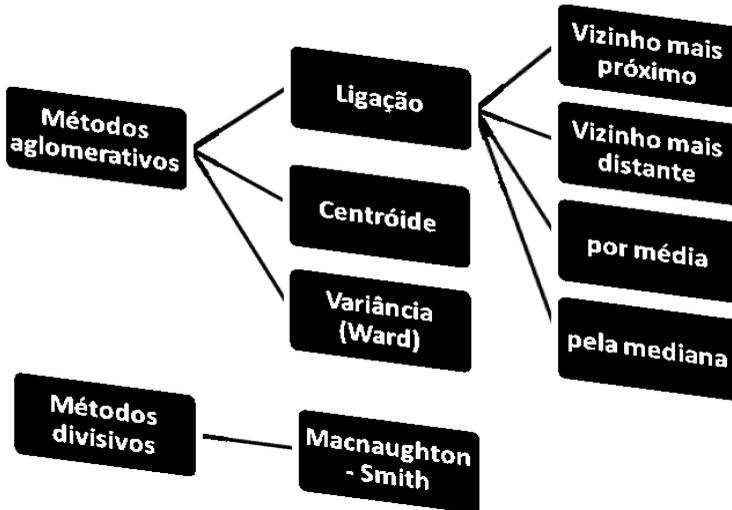


Métodos hierárquicos aglomerativos

Esse método é composto por vários algoritmos de agrupamento dos quais iremos abordar: ligação simples ou vizinho mais próximo, ligação completa ou vizinho mais distante, ligação por média, ligação

por mediana, por centróide e Ward. Em seguida, temos na figura 3.4 um esquema dos métodos hierárquicos e seus algoritmos de agrupamento. Vamos abordar as características de alguns desses algoritmos a seguir.

Figura 3.4 - Esquema dos métodos hierárquicos



- *Método da ligação simples ou do vizinho mais próximo*

Neste método a forma de agrupamento leva em conta a menor distância entre dois objetos, objetos e grupos ou grupos e grupos. Para Anderberg (1973) apud Doni (2004), esse método apresenta as seguintes características:

- Em geral, grupos muito próximos podem não ser identificados;
- Permite detectar grupos de formas não-elípticas;
- Apresenta pouca tolerância a ruído, pois tem tendência a incorporar os ruídos em um grupo já existente;
- Apresenta bons resultados tanto para distância Mahalanobis quanto para outras distâncias;
- Tendência a formar longas cadeias (encadeamento). (p. 14).

- *Método da ligação completa ou do vizinho mais distante*

Neste método a forma de agrupamento leva em conta a maior distância entre dois objetos, objetos e grupos ou grupos e grupos. Para Kaufmann & Rosseuw (1990) apud Albuquerque (2005), esse método apresenta as seguintes características:

- Apresenta bons resultados tanto para a distâncias Mahalanobis quanto para outras distancias;
- Tendência a formar grupos compactos;
- Os ruídos demoram para serem incorporados ao grupo. (p. 15)

- *Método da ligação por média*

Neste método a forma de agrupamento leva em conta “a média das distâncias entre todos os pares dos objetos, sendo um em cada grupo” (ALBUQUERQUE, 2005, p. 17). Para Kaufmann & Rosseuw (1990) apud Albuquerque (2005), esse método apresenta as seguintes características:

- Menor sensibilidade a ruídos que os métodos de ligação simples e completa;
- Apresenta bons resultados tanto para a distância Mahalanobis quanto para outras distâncias;
- Tendência a formar grupos com número de elementos similares.

- *Método por centróide e ligação por mediana*

De acordo com Albuquerque (2005), esse método é semelhante ao método da ligação por mediana. Neste “a distância entre dois grupos é definida como a distância entre os seus centróides, pontos definidos pelas médias das variáveis caracterizadoras dos indivíduos de cada grupo [...]” (p. 15); naquele, segundo leva em conta a diferença entre o número de objetos dos grupos, coisa que o centróide não faz.

Para Kaufmann & Rosseuw (1990) apud Albuquerque (2005), os dois métodos possuem “robustez à presença de ruídos e o fenômeno da reversão”, porém o método da mediana “apresenta resultado satisfatório quando os grupos possuem tamanhos diferentes e pode apresentar resultado diferente quando permutados os elementos na matriz de dissimilaridade” (p. 16-17).

- *Método de Ward*

Conforme Hair et al. (2009), esse método seleciona o par de agrupamentos com combinação de agregados que minimiza a soma interna dos quadrados, assim combina agrupamentos com um pequeno número de observações, pois a soma dos quadrados está relacionada com o número de observações.

Método hierárquico divisivo

De acordo com Doni (2004), esse método utiliza algoritmos que necessitam de maior poder computacional, talvez, por esse fato, não seja muito comentado na literatura. Isso se dá porque no método divisivo o número de grupo inicialmente é 1 e a cada novo agrupamento ocorre um crescimento exponencial do número de possibilidades de agrupamentos para análise. O método Macnaughton-Smith foi criado para contornar o problema do crescimento exponencial, pelo fato de não considerar todas as interações.

3.5.1.1.3.2. Métodos não-hierárquicos

Nesse tipo de método, o pesquisador deve fornecer previamente o número de clusters que deseja obter como resultado final. Para tanto, devem-se especificar sementes de agrupamento que se constituem em pontos de partida para cada agrupamento e designar cada observação a uma das sementes (DONI, 2004). Os pontos sementes podem ser especificados pelo pesquisador, a partir de pesquisas anteriores ou dados de outras análises e, ainda, gerados pela amostra de maneira sistemática ou seleção ao acaso. Abaixo, figura 3.5, apresentamos um esquema com os algoritmos dos métodos não-hierárquicos.

Basicamente todos os algoritmos apresentados, a saber, referência sequencial, referência paralela e otimização, representam agrupamentos de K-médias, no entanto, diferem no grau em que cada observação vai ser designada após a primeira designação (HAIR et al., 2009).

Figura 3.5 - Esquema dos métodos não-hierárquicos



Referencia seqüencial

Nesse algoritmo, a designação de um objeto para um agrupamento não permite que ele seja designado para outro agrupamento, mesmo que a semente seja mais parecida (HAIR et al., 2009).

Referência paralela

Esse algoritmo de partição analisa todas as sementes de agrupamento simultaneamente e designa observações até a semente mais próxima. Nesse sentido, Hair et al. (2009), comenta que “à medida que o processo evolui, as distâncias de referência podem ser ajustadas para incluir menos ou mais observações nos agrupamentos”. (p. 453).

Otimização

A diferença entre esse algoritmo e os outros dois reside na possibilidade de se ter a resignação de observações, ou seja, se uma observação torna-se mais próxima de um grupo que não o seu de início ela pode mudar de agrupamento.

Após essa abordagem sobre os processos e métodos que estão envolvidos em uma análise de clusters, ficam algumas perguntas:

- Qual a melhor medida de similaridade?
- Quantos grupos devemos formar?
- Qual o melhor algoritmo a utilizar?

Não existem respostas definitivas para essas perguntas. O pesquisador deve usar critérios que podem ser desde fundamentação teórica até método das tentativas, observando qual dos métodos fornece o melhor resultado para sua pesquisa.

CAPÍTULO 4

MUNDOS REAIS: NÍVEIS DE SENTIMENTO DE REALIDADES DE ESTUDANTES, LEIGOS E CIENTISTAS

Neste capítulo, apresentamos os grupos formados com a utilização da análise de clusters dos objetos do questionário de intensidade de realidade dirigido aos cientistas, estudantes e leigos, além da análise qualitativa dos resultados. Em seguida, uma análise descritiva dos dados dos objetos científicos para os três grupos de participantes, mostrando as diferenças existentes nas respostas acerca do *sentimento da realidade* desses objetos. Por fim, um teste estatístico de hipótese, em que verificamos se as diferenças observadas são estatisticamente significativas, ampliando a confiabilidade das nossas inferências e análises.

4.1. ANÁLISE DOS CLUSTERS

Buscamos agrupar os 48 objetos do questionário de intensidade de realidade, com base nas similaridades dos *sentimentos de realidade*, atribuídos pelos participantes da pesquisa aos objetos por meio da escala *Likert*. Para tal, utilizamos um software de estatística multivariada e escolhemos a técnica de análise de cluster como forma de apresentação dos resultados de cada grupo. Adotamos o método hierárquico aglomerativo, como método de agrupamento, com a finalidade de obtermos uma representação por meio do dendrograma, que nos permitisse observar os grupos formados com maior “facilidade” e, ainda, porque esse método não necessita que o pesquisador forneça previamente o número de clusters que deseja obter, como ocorre no método não-hierárquico.

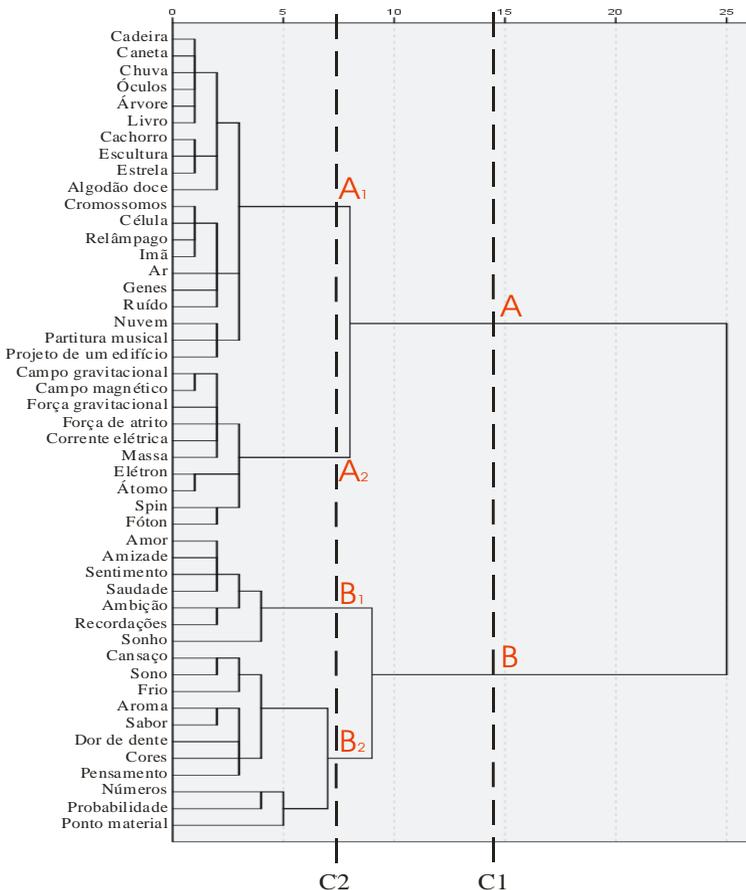
O método de Ward foi escolhido, como algoritmo de agrupamento, e a distância euclidiana, como medida de similaridade. Essa medida de similaridade é utilizada por diversos pesquisadores, tais como, Alves et al (2007); Silva et al (2010); Souza et al (2003); Ferreira et al (2002), e mostrou-se apropriada para nosso trabalho, uma vez que os dados são obtidos por meio de uma escala *Likert* de quatro pontos. O algoritmo utilizado teve bons resultados para a distância euclidiana e criou grupos mais compactos que os demais algoritmos testados, como observado pela literatura.

Utilizamos o programa estatístico IBM SPSS Statistics 20 para realizar e visualizar os agrupamentos referentes aos dados dos cientistas, estudantes e leigos. Faremos inicialmente a análise dos agrupamentos de forma a verificar quantos agrupamentos existem e quais os objetos que pertencem a esses grupos.

4.1.1. Clusters dos cientistas

Primeiramente vamos analisar o dendrograma obtido a partir dos dados dos cientistas, apresentado na figura 4.1 abaixo.

Figura 4.1 - Dendrograma representando os clusters do grupo de cientistas pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana



Os grupos formados pela técnica de análise de cluster serão analisados por meio de dois cortes: o corte C1 e o corte C2. Assim, será possível verificar as características de grupos mais amplos (corte C1) e agrupamentos menores (corte C2), refinando nossa análise. Adotaremos esse mesmo procedimento em todos os dendrogramas, isto é, nos clusters dos cientistas, estudantes e leigos.

Observando a análise de cluster, elaborada a partir dos dados dos cientistas, é possível, fazendo o primeiro corte C1, perceber dois grandes grupos os quais chamaremos de A e B. O grupo A é formado por 30 dos objetos apresentados no questionário de intensidade de realidade, possuindo 62,5% dos objetos. Por sua vez, o grupo B apresenta os 18 objetos restantes, representando 37,5% do total de objetos. O quadro 4.1 abaixo apresenta a classificação dos objetos dentro de cada grupo, de acordo com o corte C1.

Quadro 4.1 - Classificação dos objetos com os dados dos cientistas de acordo com o corte C1

Grupos	Objetos
A	Árvore, Livro, Cadeira, Caneta, Óculos, Cachorro, Chuva, Relâmpago, Célula, Imã, Escultura, Estrela, Cromossomos, Ar, Nuvem, Algodão doce, Genes, Ruído, Partitura musical, Projeto de um edifício, Corrente Elétrica, Massa, Elétron, Campo magnético, Força gravitacional, Átomo, Força de atrito, Campo gravitacional, Fóton, Spin
B	Sentimento, Saudade, Amizade, Amor, Recordações, Ambição, Sonho, Dor de dente, Aroma, Cores, Sabor, Sono, Frio, Pensamento, Cansaço, Números, Probabilidade, Ponto material

Uma primeira observação dos grupos formados pelo corte C1 mostra que todos os objetos do grupo A, com exceção do objeto “ruído”, que pertence ao M2.1 e representa 12,5% desse mundo, pertencem, de acordo com a TTM de Popper, ao M1, M3 ou M3.1 (ver quadro 3.1, p. 68). Todos apresentam valores percentuais desses mundos que representam, respectivamente, 100%, 81,25% e 100% dos objetos do questionário de intensidade de realidade. Da mesma forma, a maioria dos objetos do grupo B pertencem aos M2 ou M2.1, representando valores percentuais desses mundos iguais a 100% e 87,5%, respectivamente, com exceção dos objetos “números”, “probabilidade” e “ponto material” que pertencem ao M3 e representam 18,75% dos objetos desse mundo contidos no questionário de intensidade de realidade.

Para que possamos melhorar nossa análise, vamos utilizar a média de cada objeto a fim de criarmos uma medida de tendência para avaliação do grau de *sentimento de realidade* que cada grupo de participantes atribui aos objetos. Apresentamos na tabela 4.1 os objetos e seus agrupamentos, a partir dos dados dos cientistas, com suas referidas médias.

Por meio do cálculo das médias de todos os objetos, podemos perceber que o grupo A é formado por objetos que possuem, em sua maioria, as maiores médias e próximas do valor 4, que representa objetos reais. No entanto, é possível verificar que os objetos “dor de dente”, “aroma” e “cores”, com médias, respectivamente, 3,69, 3,67 e 3,58, pertencem ao grupo B, mesmo possuindo médias superiores ou iguais a objetos pertencentes ao grupo A, como por exemplo, “força de atrito”, “campo gravitacional”, “fóton” e “spin”.

Observamos que os objetos “dor de dente”, “aroma” e “cores”, mesmo tendo médias elevadas, não estão no grupo A. Isso se justifica, talvez, por serem esses objetos entendidos como sensações, e, assim, na visão dos cientistas, não estarem no mesmo nível de realidade dos objetos do grupo A. Outra observação, analisando as médias, está relacionada à não atribuição de médias altas a todos os objetos científico. Três objetos, a saber, “números”, “probabilidade” e “ponto material”, que são objetos científicos possuem médias baixas a ponto de estarem no grupo B.

Com o objetivo de obtermos uma maior precisão na análise, fizemos um novo corte C2 entre as distâncias 5 e 10, pois verificamos uma maior distância de separação entre os dois grupos A e B, identificada pelo tamanho da linha vertical que une esses grupos. Essa separação evidencia maior heterogeneidade entre os elementos de um grupo, quando comparados com os elementos dos demais grupos. Observando o corte C2, foi possível obter uma classificação mais apurada dos grupos, de tal forma que notamos a presença de quatro grupos distintos, os quais denominamos: A_1 , A_2 , B_1 e B_2 .

Tabela 4.1 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos cientistas e corte C1 com suas respectivas médias

Grupo	Objeto	Média	Objeto	Média	Objeto	Média
A	Árvore	3,95	Escultura	3,88	Massa	3,76
	Livro	3,95	Estrela	3,87	Elétron	3,75
	Cadeira	3,94	Cromossomos	3,87	Campo magnético	3,72
	Caneta	3,94	Ar	3,87	Força gravitacional	3,72
	Óculos	3,94	Nuvem	3,84	Átomo	3,72
	Cachorro	3,92	Corrente Elétrica	3,84	Projeto de um edifício	3,71
	Chuva	3,90	Algodão doce	3,83	Força de atrito	3,68
	Relâmpago	3,90	Genes	3,79	Campo gravitacional	3,67
	Célula	3,89	Ruído	3,78	Fóton	3,59
	Imã	3,89	Partitura musical	3,76	Spin	3,58
B	Dor de dente	3,69	Pensamento	3,38	Probabilidade	3,01
	Aroma	3,67	Cansaço	3,32	Amor	3,01
	Cores	3,58	Números	3,27	Recordações	3,01
	Sabor	3,55	Sentimento	3,10	Ambição	2,85
	Sono	3,50	Saudade	3,05	Ponto material	2,78
	Frio	3,40	Amizade	3,03	Sonho	2,74

Na tabela 4.2 apresentamos a disposição de cada objeto nos seus agrupamentos, juntamente com suas médias. Os números dentro dos parênteses representam os Mundos aos quais os objetos pertencem, de acordo com a TTM de Popper.

Tabela 4.2 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos cientistas e corte C2 com suas respectivas médias

Grupo Corte C1	Grupo Corte C2	Objetos do grupo (Mundos)	Média	Objetos do grupo (Mundos)	Média	
A	A ₁	Árvore (M1)	3,95	Escultura (M3.1)	3,88	
		Livro (M3.1)	3,95	Estrela (M1)	3,87	
		Cadeira (M3.1)	3,94	Cromossomos (M3)	3,87	
		Caneta (M3.1)	3,94	Ar (M1)	3,87	
		Óculos (M3.1)	3,94	Nuvem (M1)	3,84	
		Cachorro (M1)	3,92	Algodão doce (M3.1)	3,83	
		Chuva (M1)	3,90	Genes (M3)	3,79	
		Relâmpago (M1)	3,90	Ruído (M2.1)	3,78	
		Célula (M3)	3,89	Partitura musical	3,76	
		Imã (M1)	3,89	Projeto de um	3,71	
A	A ₂	Corrente Elétrica	3,84	Átomo (M3)	3,72	
		Massa (M3)	3,76	Força de atrito (M3)	3,68	
		Elétron (M3)	3,75	Campo gravitacional	3,67	
		Campo magnético	3,72	Fóton (M3)	3,59	
		Força gravitacional	3,72	Spin (M3)	3,58	
B	B ₁	Sentimento (M2)	3,10	Recordações (M2)	3,01	
		Saudade (M2)	3,05	Ambição (M2)	2,85	
		Amizade (M2)	3,03	Sonho (M2)	2,74	
		Amor (M2)	3,01			
	B	B ₂	Dor de dente	3,69	Pensamento (M2)	3,38
			Aroma (M2.1)	3,67	Cansaço (M2.1)	3,32
			Cores (M2.1)	3,58	Números (M3)	3,27
			Sabor (M2.1)	3,55	Probabilidade (M3)	3,01
			Sono (M2.1)	3,50	Ponto material (M3)	2,78
			Frio (M2.1)	3,40		

Com essa nova classificação, é possível perceber que o grupo A_1 apresenta 41,7% dos elementos agrupados, ou seja, 20 objetos, e é formado por objetos que pertencem aos M1 (8 objetos), M3.1 (8 objetos), M2.1(1 objeto) e M3 (3 objetos) e detentores das maiores médias. Como é possível perceber, o grupo A_1 representa o mundo físico (M1) e a materialização de objetos do M3 no mundo físico (M3.1), embora três objetos desse grupo (Célula, Cromossomos e Genes) pertençam ao M3, e um objeto, ruído, pertença ao M2.1. Isso mostra que objetos do mundo físico apresentam alto nível de *sentimento de realidade* na percepção dos cientistas.

Para a amostra de cientistas, consideramos razoável que tais objetos do M3, que já passaram por um processo de objetivação, possuam alto nível de *sentimento de realidade*. Com relação ao objeto do M2.1, podemos conjecturar que “ruído” é percebido mais como um produto do M1 do que uma sensação produzida no M2. Portanto, o grupo A_1 inclui objetos fortemente percebidos como pertencentes ao M1, mesmo que alguns sejam produtos da interação com o M3 e M2, ou exclusivos do M3.

Por sua vez, o grupo A_2 é composto por 20,8% dos elementos que formam o questionário de intensidade de realidade, apresentando 10 dos objetos indicados. O grupo é composto exclusivamente por objetos do M3, apresentando médias altas, todas acima de 3,57. Com isso, podemos inferir que os cientistas atribuem um alto nível de *sentimento de realidade* aos objetos científicos.

O grupo B_1 contém 14,6% dos elementos componentes do questionário de intensidade de realidade, ou seja, (7 objetos). O grupo B_1 inclui apenas objetos pertencentes ao M2 e, em sua maioria, com médias mais baixas do que as dos grupos A_1 e A_2 , indicando menores níveis de *sentimento de realidade*.

O grupo B_2 aparece com 22,9% dos elementos do questionário de intensidade de realidade, ou seja, (11 objetos). É formado por objetos pertencentes aos mundos M2 (1 objeto), M3 (3 objetos) e M2.1 (7 objetos). As médias dos objetos do grupo B_2 são, na sua maioria, mais altas que as dos objetos do grupo B_1 , no entanto, mais baixas que as dos objetos dos grupos A_1 e A_2 , indicando maior nível de *sentimento de realidade* em relação a B_1 , mas menores níveis de *sentimento de realidade* em relação a A_1 e A_2 .

Nesse sentido, é possível verificar que, para os cientistas, os objetos científicos (M3) possuem um nível de *sentimento de realidade* próximo ao dos objetos do M1. Também, observa-se que objetos do M2, não relacionados diretamente com os cinco sentidos, a saber,

“sentimento”, “saudade”, “amizade”, “amor”, “recordações”, “ambição” e “sonho”, têm, em sua maioria, os menores níveis de *sentimento de realidade*.

A análise do cluster dos cientistas aponta para uma possível ordenação decrescente dos grupos em termos dos níveis de *sentimento de realidade*: grupo A₁ (objetos do M1 e do M3.1 + objetos do M3 altamente objetivados e M2.1 percebidos com ênfase em M1), grupo A₂ (objetos do M3), grupo B₂ (objetos do M2.1 + objetos abstratos do M3) e grupo B₁ (objetos do M2).

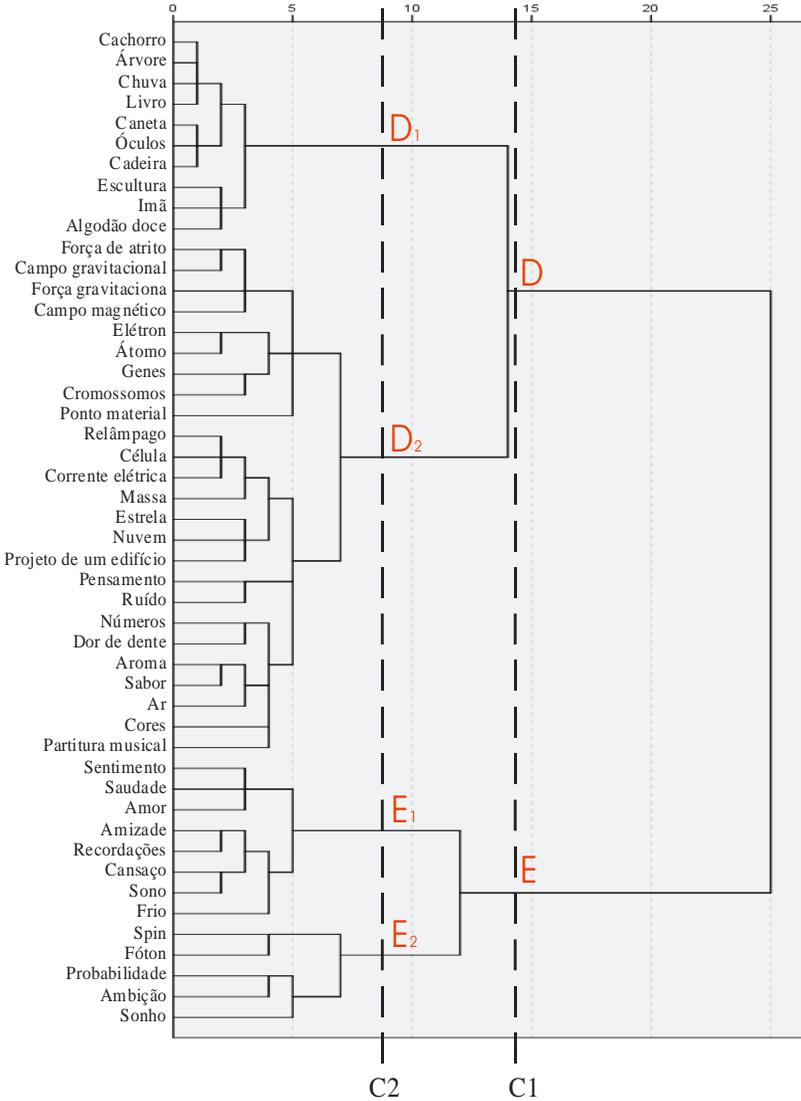
4.1.2. Clusters dos estudantes

A análise de cluster para os dados dos estudantes gerou o dendrograma mostrado na Figura 4.2. O método utilizado foi o hierárquico, com distância euclidiana e algoritmo de Ward. Esse algoritmo foi escolhido, porque também apresentou grupos mais compactos que os demais métodos.

Da mesma forma que fizemos anteriormente com os dados obtidos dos cientistas, realizamos dois cortes no dendrograma dos dados dos estudantes. Um corte C1 entre as distâncias 10 e 15 que formou dois grandes grupo e um corte C2 entre as distâncias 5 e 10 para que pudéssemos fazer uma análise mais apurada dos grupos formados. Os cortes foram realizados nestas distâncias por que a linha vertical que separa os agrupamentos indica a heterogeneidade entre os grupos, logo, mais distância menor a similaridade entre os objetos de cada grupo formado.

O corte C1 mostra que podemos classificar os objetos, de acordo com os dados dos estudantes, em dois grupos compactos que chamaremos D e E. O grupo D é formado por 35 dos objetos do questionário o que representa, aproximadamente, 73% do total de objetos e o grupo E é composto por 13 dos objetos que totaliza, aproximadamente, 27% dos objetos do questionário de intensidade de realidade.

Figura 4.2 - Dendrograma representando os clusters do grupo de estudantes pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana



No quadro 4.2 apresentamos a classificação dos objetos, nos seus respectivos grupos, de acordo com o corte C1.

Quadro 4.2 - Classificação dos objetos com os dados dos estudantes de acordo com o corte C1

Grupos	Objetos
D	Árvore, Livro, Cadeira, Caneta, Óculos, Cachorro, Chuva, Relâmpago, Célula, Imã, Escultura, Estrela, Cromossomos, Ar, Nuvem, Algodão doce, Genes, Partitura musical, Projeto de um edifício, Corrente Elétrica, Massa, Elétron, Campo magnético, Força gravitacional, Átomo, Força de atrito, Campo gravitacional, Dor de dente, Aroma, Cores, Sabor, Números, Pensamento, Ponto material, Ruído.
E	Sentimento, Saudade, Amizade, Amor, Recordações, Ambição, Sonho, Sono, Frio, Cansaço, Probabilidade, Fóton, Spin.

Fazendo uma análise, com base na TTM de Popper, dos grupos formados, a partir do corte C1, podemos verificar que o grupo D é formado por 100% dos objetos pertencentes ao M1 e M3.1; 81,25% dos objetos do M3; 12,5% dos objetos do M2 e 62,5% dos objetos do M2.1. Da mesma forma, o grupo E está composto por 37,5% dos objetos do M2.1, 87,5% dos objetos do M2 e 18,75% dos objetos do M3.

Buscando melhorar nossa análise, utilizaremos a média de cada objeto a fim de obtermos maiores informações a respeito de cada grupo. Abaixo mostramos na tabela 4.3 a classificação dos objetos em seus respectivos grupos e médias.

Tabela 4.3 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos estudantes e corte C1 com suas respectivas médias

Grupo	Objeto	Média	Objeto	Média	Objeto	Média
D	Árvore	3,92	Célula	3,64	Força gravitacional	3,41
	Cachorro	3,91	Estrela	3,64	Átomo	3,40
	Livro	3,86	Dor de dente	3,59	Força de atrito	3,36
	Cadeira	3,85	Projeto de um edifício	3,55	Genes	3,34
	Chuva	3,85	Ar	3,53	Elétron	3,33
	Caneta	3,84	Corrente Elétrica	3,52	Partitura musical	3,32
	Óculos	3,83	Sabor	3,51	Ruído	3,29
	Escultura	3,72	Números	3,49	Campo magnético	3,28
	Imã	3,72	Nuvem	3,48	Campo gravitacional	3,27
	Algodão doce	3,69	Aroma	3,45	Pensamento	3,21
	Massa	3,67	Cromossomos	3,42	Ponto material	3,16
	Relâmpago	3,67	Cores	3,41		
E	Sono	3,40	Frio	3,15	Probabilidade	2,78
	Sentimento	3,21	Recordações	3,14	Sonho	2,61
	Cansaço	3,20	Amor	3,04	Fóton	2,55
	Saudade	3,19				
	Amizade	3,19	Ambição	2,80	Spin	2,21

Analisando as médias dos objetos de cada grupo, podemos perceber que os objetos do grupo D possuem, em sua maioria, médias superiores aos objetos do grupo E. No entanto, podemos verificar que os objetos “sentimento”, “cansaço”, “saúde” e “amizade”, que pertencem ao grupo E, possuem médias superiores à média do objeto “ponto material” que pertence ao grupo D. Observamos, também, que o objeto “sono” possui média superior a nove objetos do grupo D, a saber, “força de atrito”, “genes”, “elétron”, “partitura musical”, “ruído”, “campo magnético”, “campo gravitacional”, “pensamento” e “ponto material”.

Objetivando apresentar uma classificação mais detalhada e apurada do agrupamento, realizamos, como já fizemos no cluster dos cientistas, um novo corte, denominado C2, o qual deu origem a quatro novos grupos distintos, subgrupos dos grupos D e E, denominados: D₁, D₂, E₁ e E₂, como mostra a tabela 4.4.

Essa nova classificação mostra que o grupo D₁ é formado por 20,8% dos elementos agrupados, totalizando 10 objetos, 04 pertencentes ao M1, 06 pertencentes ao M3.1. Esses objetos apresentam as maiores médias, indicando um alto grau de *sentimento de realidade*, por parte dos estudantes, similarmente ao cluster dos cientistas.

O grupo D₂ é composto por 52,1% dos elementos agrupados, totalizando 25 objetos, a saber, 04 objetos do M1, 13 objetos do M3, 01 objeto do M2, 02 objetos do M3.1 e, finalmente, 05 objetos do M2.1. Esses objetos apresentam médias inferiores as do grupo D₁, porém, em sua maioria, possuem médias mais altas do que as dos objetos dos grupos E₁ e E₂, indicando um grau de *sentimento de realidade* mais elevado do que para os objetos dos dois últimos grupos citados.

Podemos justificar alguma coerência no grupo D₂, a partir da análise dos mundos a que pertencem alguns de seus objetos. Os objetos “relâmpago”, “estrela”, “ar” e “nuvem” pertencem ao M1, mas diferentemente dos demais objetos do M1 que foram agrupados em D₁, possivelmente foram considerados menos concretos pelos estudantes, já que dois deles, a saber, “estrela” e “nuvem”, estão distantes e os outros dois, isto é, “relâmpago” e “ar”, são pouco tangíveis. Para “projeto de um edifício” e “partitura musical”, ambos do M3.1, aplica-mos raciocínio similar, pois poderiam ser agregados ao grupo D₁. Porém, trata-se de incorporações mais abstratas do M3 ao M1 do que “caneta”, por exemplo. Com relação aos objetos “sabor”, “aroma”, “cores” e “ruído”, pertencentes ao M2.1, constatamos um agrupamento bastante consistente, com cada objeto correspondendo a uma interação do mundo físico com o mundo subjetivo dos sentidos. Finalmente, podemos dizer que o posicionamento de grande parte dos objetos do M3 no grupo D₂

revela uma boa percepção de realidade desses objetos pelos estudantes. O fato desses objetos estarem muito próximos, no cluster, de objetos do mundo físico (com índice 1) atesta isso.

Tabela 4.4 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos estudantes e corte C2 com suas respectivas médias

Grupo Corte C1	Grupo Corte C2	Objetos do grupo (Mundos)	Média	Objetos do grupo (Mundos)	Média
D	D ₁	Árvore (M1)	3,92	Caneta (M3.1)	3,84
		Cachorro (M1)	3,91	Óculos (M3.1)	3,83
		Livro (M3.1)	3,86	Escultura (M3.1)	3,72
		Cadeira (M3.1)	3,85	Imã (M1)	3,72
		Chuva (M1)	3,85	Algodão doce (M3.1)	3,69
	D ₂	Massa (M3)	3,67	Força gravitacional (M3)	3,41
		Relâmpago (M1)	3,67	Cores (M2.1)	3,41
		Célula (M3)	3,64	Átomo (M3)	3,40
		Estrela (M1)	3,64	Força de atrito (M3)	3,36
		Dor de dente (M2.1)	3,59	Genes (M3)	3,34
		Projeto de um edifício (M3.1)	3,55	Elétron (M3)	3,33
		Ar (M1)	3,53	Partitura musical (M3.1)	3,32
		Corrente Elétrica (M3)	3,52	Ruído (M2.1)	3,29
		Sabor (M2.1)	3,51	Campo magnético (M3)	3,28
		Números (M3)	3,49	Campo gravitacional (M3)	3,27
	E ₁	Nuvem (M1)	3,48	Pensamento (M2)	3,21
		Aroma (M2.1)	3,45	Ponto material (M3)	3,16
		Cromossomos (M3)	3,42		
		Sono (M2.1)	3,40	Saudade (M2)	3,19
		Sentimento (M2)	3,21	Frio (M2.1)	3,15
E ₂	Cansaço (M2.1)	3,20	Recordações (M2)	3,14	
	Amizade (M2)	3,19	Amor (M2)	3,04	
	Ambição (M2)	2,80	Fóton (M3)	2,55	
	Probabilidade (M3)	2,78	Spin (M3)	2,21	
		Sonho (M2)	2,61		

É possível verificar ainda que os objetos do M2 ou M2.1 não possuem níveis de realidade maiores que os objetos do M1, com exceção do objeto “dor de dente” que tem uma média superior ao objeto

“nuvem”. Embora, a maioria dos objetos do M3 apresentem níveis de *sentimento de realidade* que se aproximam dos níveis dos objetos do M1, os objetos científicos, “probabilidade”, “spin” e “fóton”, possuem médias baixas, o que indica menor grau de *sentimento de realidade*

No grupo E_1 temos 05 objetos pertencentes ao M2 e 03 objetos pertencentes ao M2.1; totalizando 16,7% dos elementos agrupados. Esse grupo é formado por objetos com médias inferiores às médias dos grupos D_1 e D_2 , indicando menor grau de *sentimento de realidade*. Porém, percebemos que os objetos “sono”, “sentimento”, “cansaço”, “amizade” e “saudades”, possuem médias superiores à do objeto “ponto material” que pertence ao grupo D_2 .

Finalmente, o grupo E_2 é constituído por 10,4% dos objetos agrupados, dos quais, 02 objetos do M2 e 03 objetos do M3. Esse grupo apresenta os objetos com as menores médias, dentre todos os grupos, o que indica o menor nível de *sentimento de realidade* dos estudantes.

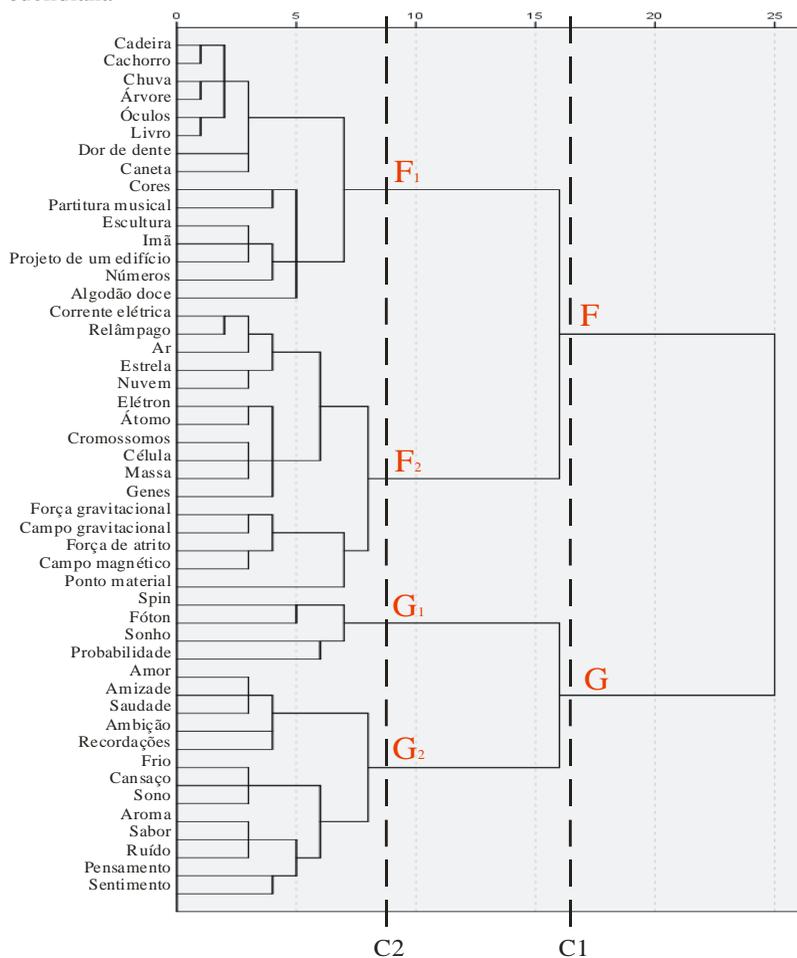
4.1.3. Clusters dos leigos

A análise de clusters do grupo dos leigos, da mesma forma que para os cientistas e estudantes, foi realizada com o método hierárquico com distância euclidiana e algoritmo de Ward. Na figura 4.3 temos a análise de clusters apresentada na forma de dendrograma.

Assim como nos clusters dos cientistas e estudantes, foram feitos dois cortes no cluster dos leigos. O corte C1 dividiu os objetos, no dendrograma, em dois grandes grupos, F e G, com o objetivo de obtermos uma visão mais geral dos objetos em cada grupo.

O corte C2 dividiu os objetos em quatro grupos menores, F_1 , F_2 , G_1 e G_2 , servindo para uma análise mais precisa da condição dos objetos no agrupamento. Podemos observar, tomando como referencia o corte C1, o grupo F formado por 30 dos objetos do questionário de intensidade de realidade, significando 62,5% dos objetos existentes e o grupo G formado por 18 dos objetos do mesmo questionário, contendo 37,5% dos objetos.

Figura 4.3 - Dendrograma representando os clusters do grupo de Leigos pelo algoritmo de Ward utilizando como método de similaridade a distância euclidiana



O quadro 4.3 apresenta os objetos pertencentes aos grupos F e G, de acordo com o corte C1. Quando fazemos uma primeira análise dos grupos formados, a partir do corte C1, tomando como base a TTM de Popper, observamos que o grupo F está formado por 100% dos objetos pertencentes ao M1, 100% dos objetos que pertencem ao M3.1, 81,25% dos objetos que formam o M3 e 25% dos objetos pertencentes ao M2.1. Fazendo a mesma análise para o grupo G, verificamos que ele está

formado por 100% dos objetos que pertencem ao M2, 75% dos objetos pertencentes ao M2.1 e 18,75% dos objetos que formam o M3.

Quadro 4.3 - Classificação dos objetos com os dados dos Leigos de acordo com o corte C1

Grupos	Objetos
F	Árvore, Livro, Cadeira, Caneta, Óculos, Cachorro, Chuva, Relâmpago, Célula, Imã, Escultura, Estrela, Cromossomos, Ar, Nuvem, Algodão doce, Genes, Partitura musical, Projeto de um edifício, Corrente Elétrica, Massa, Elétron, Campo magnético, Força gravitacional, Átomo, Força de atrito, Campo gravitacional, Dor de dente, Cores, Números, Ponto material.
G	Sentimento, Saudade, Amizade, Amor, Recordações, Ambição, Sonho, Sono, Frio, Cansaço, Probabilidade, Fóton, Aroma, Sabor, Pensamento, Ruído, Spin.

Para melhorar nossa análise referente a cada grupo, faremos agora uso das médias aritméticas, como medidas de tendências, a partir dos quatro pontos da escala *Likert* (1 a 4); dessa forma, obtêm-se mais informações acerca dos objetos de cada grupo. A tabela 4.5 apresenta a classificação dos objetos em cada grupo, com suas respectivas médias.

Observando a tabela 4.5, podemos verificar que os objetos do grupo F possuem, em sua maioria, médias superiores às médias dos objetos do grupo G. Porém, percebemos que alguns objetos, tais como “sabor”, “aroma”, “ruído”, “sono”, “sentimento”, “cansaço”, “frio”, “pensamento”, “amor”, “amizade” e “saudade”, pertencem ao grupo G, mesmo possuindo médias iguais ou superiores às dos objetos do grupo F, como por exemplo, “nuvem”, “partitura musical”, “cromossomos”, “algodão doce” e “ponto material”.

Verificamos, também, que o grupo G está formado, em sua maioria, por objetos que representam sensações externas, vinculadas aos sentidos ou sensações internas individuais, com exceção de “fóton”, “probabilidade” e “spin” que são objetos científicos.

Tabela 4.5 - Classificação dos objetos em cada grupo conforme dados dos Leigos e corte C1 com suas respectivas médias

Grupo	Objeto	Média	Objeto	Média	Objeto	Média
F	Árvore	3,97	Números	3,65	Cromossomos	3,47
	Cadeira	3,94	Corrente Elétrica	3,65	Algodão doce	3,46
	Chuva	3,94	Célula	3,65	Genes	3,37
	Cachorro	3,93	Imã	3,65	Átomo	3,34
	Óculos	3,89	Ar	3,64	Força gravitacional	3,31
	Caneta	3,85	Massa	3,61	Elétron	3,30
	Livro	3,85	Projeto de um edifício	3,61	Força de atrito	3,29
	Dor de dente	3,79	Cores	3,60	Campo magnético	3,28
	Relâmpago	3,77	Nuvem	3,54	Campo gravitacional	3,12
	Escultura	3,75	Partitura musical	3,52	Ponto material	3,08
Estrela	3,70					
G	Sabor	3,60	Frio	3,34	Ambição	2,69
	Aroma	3,54	Pensamento	3,25	Fóton	2,59
	Ruído	3,52	Amor	3,19	Probabilidade	2,56
	Sono	3,46	Amizade	3,14	Sonho	2,34
	Sentimento	3,42	Saudade	3,13	Spin	2,18
	Cansaço	3,37	Recordações	3,06		

Procurando melhorar nossa análise, realizamos, tal como nos clusters dos estudantes e cientistas, um novo corte, denominado C2. Observando o corte C2, foi possível obter uma classificação mais apurada dos grupos, de tal forma que notamos a presença de quatro novos grupos distintos e subgrupos de F e G, os quais denominamos F_1 , F_2 , G_1 e G_2 . A tabela 4.6 apresenta a disposição de cada objeto nos seus agrupamentos, juntamente com suas médias. Os números dentro dos parênteses representam os Mundos aos quais os objetos pertencem, de acordo com a TTM de Popper.

A nova classificação mostra que o grupo F_1 está formado por 31,25% dos elementos agrupados, totalizando 15 objetos, dos quais, 04 são objetos do M1, 01 pertencente ao M3; 02, ao M2.1 e 08 pertencentes ao M3.1. Esses objetos apresentam, em sua maioria, médias superiores às médias dos objetos dos demais grupos, indicando um alto grau de *sentimento de realidade*.

No grupo F_2 encontramos 16 dos elementos agrupados, resultando em 33,33% do total, sendo que 04 objetos pertencem ao M1 e 12 pertencem ao M3. Esses objetos possuem médias altas, indicando um alto grau de *sentimento de realidade*. É possível perceber que alguns objetos desse grupo, a saber, “relâmpago”, “estrela”, “corrente elétrica”, “célula”, “ar”, “massa”, “nuvem” e “cromossomos” possuem médias superiores às do objeto “algodão doce” que pertence ao grupo F_1 .

O grupo G_1 está formado por 04 dos elementos agrupados, representando um percentual de 8,33% do total, tais objetos são o “fóton”, a “probabilidade”, o “sonho” e o “spin”. Esses objetos apresentam as médias mais baixas dentre todos os elementos, indicando baixo nível de *sentimentos de realidade* atribuído pelos leigos a esses objetos..

Finalmente, o grupo G_2 que possui 13 dos elementos agrupados, a saber, 06 objetos que pertencem ao M2.1 e 07 objetos pertencentes ao M2, o que representa 27,09% do total. Esses elementos possuem médias consideradas altas, próximas às dos objetos do grupo F_2 , indicando um *sentimento de realidade* razoavelmente alto.

Podemos verificar também que, para os leigos, os objetos científicos (M3) possuem médias próximas das médias dos objetos do M1, o que indica um alto grau de *sentimento de realidade*. Porém, três objetos científicos, a saber, “fóton”, “probabilidade” e “spin”, fazem parte do grupo G_1 e possuem médias de 2,59, 2,56 e 2,18, respectivamente, indicando um menor grau de *sentimento de realidade*.

Tabela 4.6 - Classificação dos objetos de acordo com os dados dos leigos e corte C2 com suas respectivas médias

Grupo Corte C1	Grupo Corte C2	Objetos do grupo (Mundos)	Média	Objetos do grupo (Mundos)	Média	
F	F ₁	Árvore (M1)	3,97	Escultura (M3.1)	3,75	
		Cadeira (M3.1)	3,94	Imã (M1)	3,65	
		Chuva (M1)	3,94	Números (M3)	3,65	
		Cachorro (M1)	3,93	Projeto de um edifício (M3.1)	3,61	
		Óculos (M3.1)	3,89	Cores (M2.1)	3,60	
		Caneta (M3.1)	3,85	Partitura musical (M3.1)	3,52	
		Livro (M3.1)	3,85	Algodão doce (M3.1)	3,46	
		Dor de dente (M2.1)	3,79			
	F ₂	Relâmpago (M1)	3,77	Genes (M3)	3,37	
		Estrela (M1)	3,70	Átomo (M3)	3,34	
		Corrente Elétrica (M3)	3,65	Força gravitacional (M3)	3,31	
		Célula (M3)	3,65	Elétron (M3)	3,30	
		Ar (M1)	3,64	Força de atrito (M3)	3,29	
		Massa (M3)	3,61	Campo magnético (M3)	3,28	
		Nuvem (M1)	3,54	Campo gravitacional (M3)	3,12	
		Cromossomos (M3)	3,47	Ponto material (M3)	3,08	
	G	G ₁	Fóton (M3)	2,59	Sonho (M2)	2,34
			Probabilidade (M3)	2,56	Spin (M3)	2,18
G ₂		Sabor (M2.1)	3,60	Pensamento (M2)	3,25	
		Aroma (M2.1)	3,54	Amor (M2)	3,19	
		Ruído (M2.1)	3,52	Amizade (M2)	3,14	
		Sono (M2.1)	3,46	Saudade (M2)	3,13	
		Sentimento (M2)	3,42	Recordações (M2)	3,06	
		Cansaço (M2.1)	3,37	Ambição (M2)	2,69	
Frio (M2.1)	3,34					

Outra constatação, para os leigos a maioria dos objetos do M2 e M2.1 pertencem ao grupo G₂ e, alguns, apresentam médias superiores às médias de objetos dos grupos F₁ e F₂, indicando assim um alto grau de *sentimento de realidade*. Talvez isso ocorra pelo fato do grupo G₂ ser

formado por objetos que representam sensações externas vinculadas aos sentidos, tais como “sabor” e “aroma” ou sensações internas individuais interiores, como, por exemplo, “amizade” e “saúde”.

Após a análise dos grupos formados pelos dados dos cientistas (Grupo A_1 , A_2 , B_1 e B_2), dos estudantes (Grupos D_1 , D_2 , E_1 e E_2) e dos leigos (Grupo F_1 , F_2 , G_1 e G_2) é possível compará-los a fim de procurar objetos comuns, a partir da intersecção desses grupos e, assim, verificar informações relevantes a nossa pesquisa.

4.2. OBJETOS COMUNS NOS AGRUPAMENTOS FORMADOS POR ESTUDANTES, LEIGOS E CIENTISTAS

Comparamos grupos de objetos formados pelos dados de cada grupo de indivíduos, analisando três grupos, ao mesmo tempo, buscando verificar, por meio do cruzamento desses grupos, objetos que pertençam simultaneamente aos três.

Nem todos os grupos foram comparados, pois não achamos conveniente comparar objetos que apresentam médias altas com objetos que apresentam médias baixas, ou seja, maiores níveis de *sentimento de realidade* com menores níveis de *sentimento de realidade*.

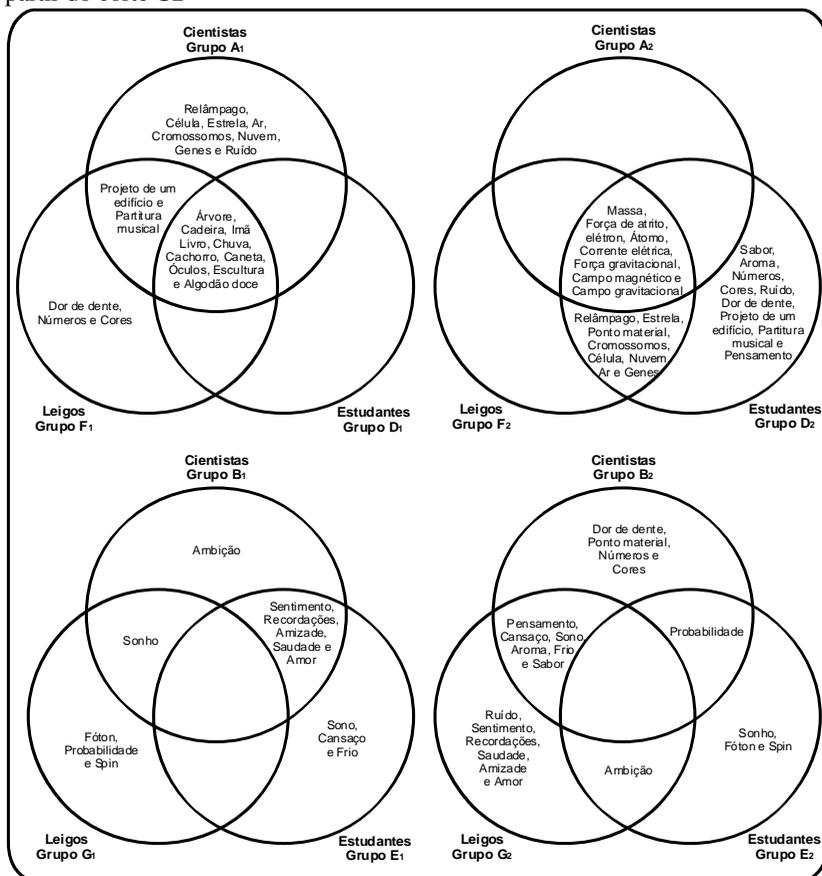
Nesse sentido, realizamos a comparação baseada no nível das médias, isto é, de um lado grupos com as maiores médias comparados entre si ; de outro, também comparados entre si, os grupos com as menores médias. Para facilitar nossa divisão, utilizamos como referência o corte C2; com isso, separamos os objetos em dois grupos quanto a suas médias, os que possuem as maiores médias e os que possuem as menores médias. Com essa referência, foi possível, olhando para o corte C2, decidir quais grupos iríamos comparar e quais não iríamos fazer a comparação. Assim, comparamos entre si os grupos A_1 , D_1 , F_1 , A_2 , D_2 , F_2 e também entre si os grupos B_1 , E_1 , G_1 , B_2 , E_2 e G_2 , em todas as suas possíveis interações.

Na figura 4.4 temos os esquemas de comparação entre os grupos A_1 , D_1 com F_1 ; A_2 , D_2 com F_2 ; B_1 , E_1 com G_1 e, finalmente, B_2 , E_2 com G_2 . Utilizamos esses grupos, pois nos parece ser a comparação mais óbvia e direta por estarem em posições semelhantes em cada cluster.

Podemos observar que a intersecção entre os grupos A_1 , D_1 e F_1 , mostrou dez objetos que pertencem aos três grupos, ao mesmo tempo: “arvore”, “cadeira”, “imã”, “livro”, “chuva”, “cachorro”, “caneta”, “óculos”, “escultura” e “algodão doce”. Verificamos que quatro desses objetos pertencem ao M1 e seis, ao M3.1, indicando com isso que eles,

do ponto de vista dos grupos de indivíduos e vistos por meio das médias, possuem graus de *sentimento de realidade* próximos e altos.

Figura 4.4 - Intersecção entre os grupos (A₁, D₁ e F₁); (A₂, D₂ e F₂); (B₁, E₁ e G₁) e (B₂, E₂ e G₂) formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2



Averiguamos, também, que o cruzamento entre os grupos A₂, D₂ e F₂ apontou oito objetos em comum, a saber: “massa”, “força de atrito”, “elétron”, “átomo”, “corrente elétrica”, “força gravitacional”, “campo magnético” e “campo gravitacional”.

É possível também constatar que todos esses objetos pertencem ao M3 e detêm médias superiores a 3,11, indicando que, para os grupos de indivíduos, metade dos objetos científicos possui níveis de

sentimento de realidade altos. A união dos grupos B_1, E_1 com G_1 , e B_2, E_2 com G_2 , não apresentou objetos que estivessem, simultaneamente, nos três grupos. Observando as médias, parece-nos ser uma situação aceitável, pois, para os estudantes, o grupo E_1 possui objetos com médias maiores que o grupo E_2 , enquanto que para os cientistas e leigos os grupos B_1 e G_1 , respectivamente, apresentam objetos com médias menores do que os objetos dos grupos B_2 e G_2 .

No quadro 4.4 mostramos um resumo das intersecções entre os grupos A_1, D_1 com F_1 ; A_2, D_2 com F_2 ; B_1, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_2 . Em todas as intersecções ocorre a presença de objetos comuns para os cientistas, leigos e estudantes.

Quadro 4.4 - Objetos comuns a intersecção dos grupos A_1, D_1 com F_1 ; A_2, D_2 com F_2 ; B_1, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_2

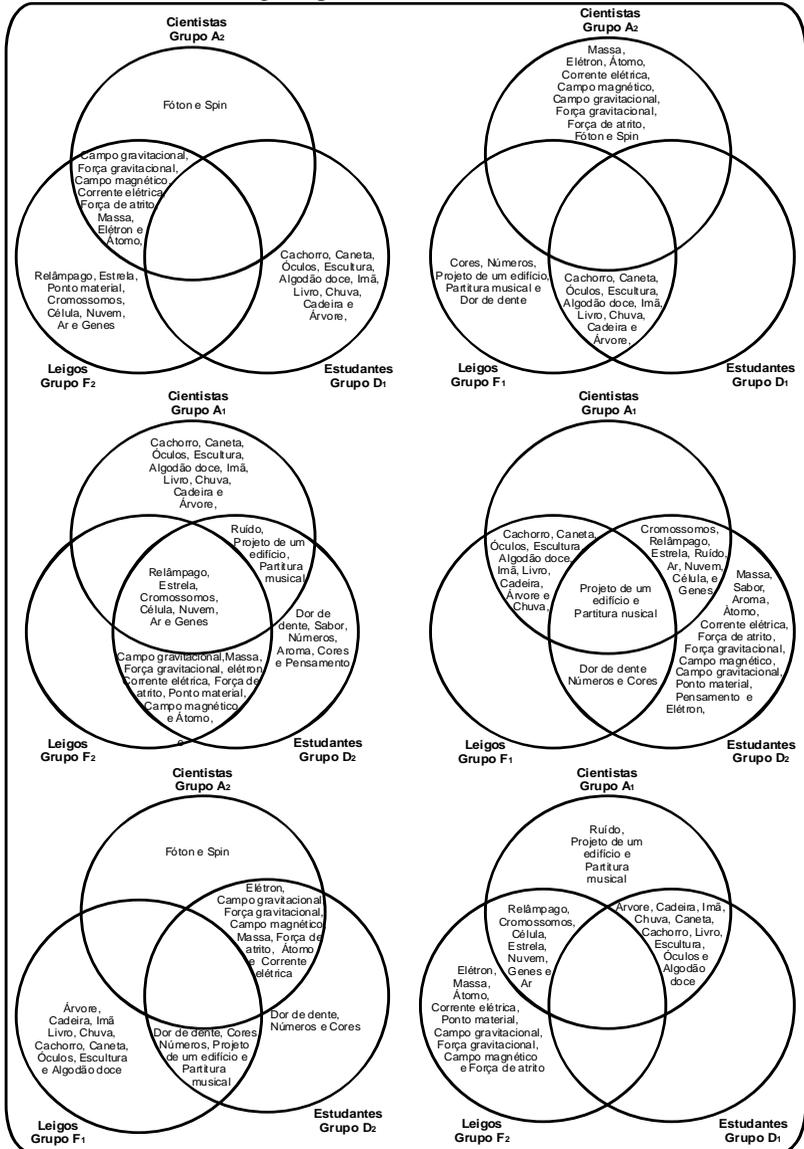
Intersecção entre grupos	Objetos
A_1, D_1 e F_1	árvore, cadeira, imã, livro, chuva, cachorro, caneta, óculos, escultura e algodão doce
A_2, D_2 e F_2	massa, força de atrito, elétron, átomo, corrente elétrica, força gravitacional, campo magnético e campo gravitacional

Buscando mais informações a respeito dos grupos, resolvemos verificar todas as outras possíveis uniões dos grupos de objetos que possuem as maiores médias. Apresentamos na figura 4.5, tais uniões comparadas da seguinte forma: A_2, D_1 com F_2 ; A_2, D_1 com F_1 ; A_1, D_2 com F_2 ; A_1, D_2 com F_1 ; A_2, D_2 com F_1 e A_1, D_1 com F_2 .

Analisando a união dos grupos A_2, D_1 com F_2 ; A_2, D_1 com F_1 ; A_2, D_2 com F_1 ; e A_1, D_1 com F_2 , verificamos que não aparecem objetos que, simultaneamente, pertençam aos três grupos comparados, isto é, os mesmos não aparecem na intersecção desses grupos.

No entanto, na união dos grupos A_1, D_2 e F_2 , constatamos a existência de sete objetos que pertencem simultaneamente aos três grupos: “relâmpago”, “estrela”, “cromossomos”, “célula”, “nuvem” “ar” e “genes”. Observamos que três desses objetos pertencem ao M3 e os outros quatro objetos, ao M1; o que indica novamente que os dados dos cientistas, estudantes e leigos apresentam alguma concordância, quanto à possível aproximação do *sentimento de realidade* de alguns objetos científicos, comuns na classificação dos grupos de indivíduos, com o *sentimento de realidade* de objetos do M1 que também são compartilhados pelos indivíduos.

Figura 4.5 - Intersecção entre os grupos (A_2, D_1 e F_2); (A_2, D_1 e F_1); (A_1, D_2 e F_2); (A_1, D_2 e F_1); (A_2, D_2 e F_1) e (A_1, D_1 e F_2) formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2



Verificamos a existência de concordância na união dos grupos A_1 , D_2 e F_1 quanto à classificação dos objetos “projeto de um edifício” e “artitura musical”, ambos do M3.1, por parte dos leigos, estudantes e cientistas.

No quadro 4.5 mostramos um resumo das intersecções entre os grupos A_2 , D_1 com F_2 ; A_2 , D_1 com F_1 ; A_1 , D_2 com F_2 ; A_1 , D_2 com F_1 ; A_2 , D_2 com F_1 e A_1 , D_1 com F_2 os quais apresentam objetos em comum para os cientistas, leigos e estudantes.

Quadro 4.5 - Objetos comuns a intersecção dos grupos A_2 , D_1 com F_2 ; A_2 , D_1 com F_1 ; A_1 , D_2 com F_2 ; A_1 , D_2 com F_1 ; A_2 , D_2 com F_1 e A_1 , D_1 com F_2

Intersecção entre grupos	Objetos
A_1 , D_2 e F_2	relâmpago, estrela, cromossomos, célula, nuvem ar e genes
A_1 , D_2 e F_1	projeto de um edifício e partitura musical

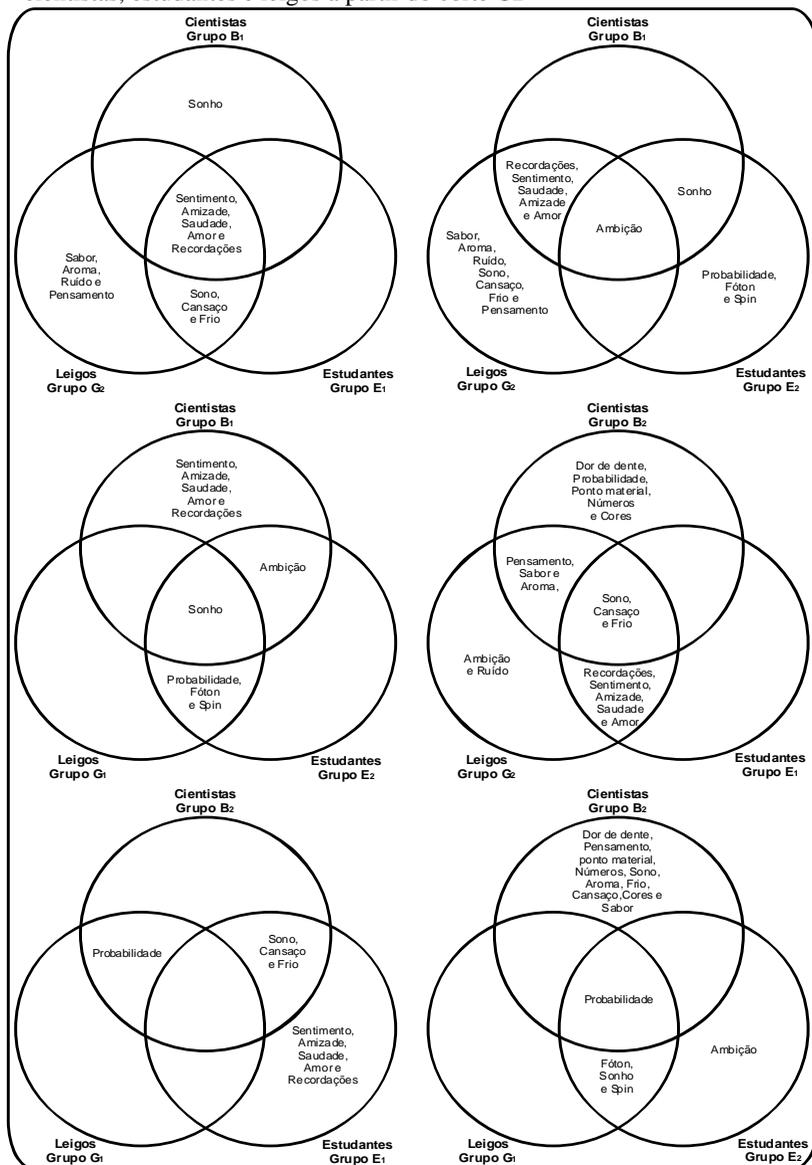
Apresentamos, a seguir, na figura 4.6, a comparação entre os grupos formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos, que apresentam as menores médias. Os grupos foram unidos da seguinte forma: B_1 , E_1 com G_2 ; B_1 , E_2 com G_2 ; B_1 , E_2 com G_1 ; B_2 , E_1 com G_2 ; B_2 , E_1 com G_1 e B_2 , E_2 com G_1 .

Verificamos que apenas a união de B_2 , E_1 com G_1 não apresenta objetos comuns aos grupos; nas demais uniões aquela que apresenta maior número de objetos na intersecção dos grupos foi a junção de B_1 , E_1 com G_2 , tendo cinco objetos que pertencem simultaneamente aos três grupos, a saber, “sentimento”, “amizade”, “saudades”, “amor” e “recordações”. Todos esses objetos fazem parte do M2 e totalizam 62,5% do total de objetos desse mundo que compõem o questionário de intensidade de realidade.

Outras intersecções, entre os grupos que apresentam as menores médias, mostram também objetos comuns. São elas: B_1 , E_2 com G_2 , apresentando o objeto “ambição” (M2), B_1 , E_2 com G_1 que apresenta o objeto “sonho” (M2), B_2 , E_1 com G_2 , apresentando os objetos “sono” (M2.1), “cansaço” (M2.1) e “frio” (M2.1) e, finalmente, B_2 , E_2 com G_1 que apresenta o objeto “probabilidade” (M3).

Dessa forma, parece-nos razoável considerar que os cientistas, estudantes e leigos, possuem uma tendência comum, quando se trata de classificação dos objetos do M2. Entretanto, o grupo de cientistas atribui médias menores para os objetos desse mundo do que para os objetos dos demais mundos, enquanto que, entre estudantes e leigos, os objetos desse mundo não apresentam as menores médias.

Figura 4.6 - Intersecção entre os grupos (B_1, E_1 e G_2); (B_1, E_2 e G_2); (B_1, E_2 e G_1) (B_2, E_1 e G_2); (B_2, E_1 e G_1) e (B_2, E_2 e G_1) formados pelos dados dos cientistas, estudantes e leigos a partir do corte C2



No quadro 4.6 mostramos um resumo das intersecções entre os grupos B_1, E_1 com G_2 ; B_1, E_2 com G_2 ; B_1, E_2 com G_1 ; B_2, E_1 com G_2 ; B_2, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_1 , os quais apresentam objetos em comum para os cientistas, leigos e estudantes.

Quadro 4.6 - Objetos comuns a intersecção dos grupos B_1, E_1 com G_2 ; B_1, E_2 com G_2 ; B_1, E_2 com G_1 ; B_2, E_1 com G_2 ; B_2, E_1 com G_1 e B_2, E_2 com G_1

Intersecção entre grupos	Objetos
B_1, E_1 e G_2	sentimento, amizade, saudade, amor e recordações
B_1, E_2 e G_2	ambição
B_1, E_2 e G_1	sonho
B_2, E_2 e G_1	probabilidade
B_2, E_1 e G_2	sono, cansaço e frio

Considerando a análise feita sobre os dados dos cientistas(C), estudantes (E) e leigos (L), é possível verificar que as médias dadas pelos dois últimos são, em sua maioria, menores que as médias dadas pelos cientistas aos mesmos objetos. Porém, o que vamos comparar agora é a diferença entre as médias dos cientistas, estudantes e leigos frente aos objetos científicos ou do M3, visto que nossa intenção está em averiguar se o *sentimento de realidade* possui relação com o interesse dos estudantes. Na tabela 4.7 temos a comparação das médias dos objetos científicos entre os grupos dos cientistas (C), estudantes (E) e leigos (L)

Tabela 4.7 - Tabela de comparação entre as médias dadas aos objetos científicos pelo grupo dos cientistas, estudantes e leigos

Objetos	Médias			Objetos	Médias		
	C	E	L		C	E	L
Célula	3,89	3,64	3,65	Força gravitacional	3,72	3,41	3,31
Cromossomos	3,87	3,42	3,47	Força de atrito	3,68	3,36	3,29
Corrente Elétrica	3,84	3,52	3,65	Campo gravitacional	3,67	3,27	3,12
Genes	3,79	3,34	3,37	Fóton	3,59	2,55	2,59
Massa	3,76	3,67	3,61	Spin	3,58	2,21	2,18
Elétron	3,75	3,33	3,30	Números ^a	3,27	3,49	3,65
Átomo	3,72	3,40	3,34	Probabilidade	3,01	2,78	2,56
Campo magnético	3,72	3,28	3,28	Ponto material ^a	2,78	3,16	3,08

NOTA: ^a Objetos que apresentam maiores médias para os dados dos estudantes e leigos comparadas as dos cientistas

Podemos ver na tabela 4.7 que apenas dois objetos científicos, a saber, “números” e “ponto material”, ficaram com as médias dos estudantes e leigos maiores que as médias dos cientistas. Dessa forma, é possível inferir que os cientistas atribuem um maior nível de *sentimento de realidade* aos objetos científicos do que os estudantes e leigos. Esse é um resultado razoável, tendo em vista que o cotidiano dos cientistas e suas pesquisas estão repletos desses objetos da ciência. Comprovamos também que as médias dadas pelos leigos à maioria dos objetos científicos são muito próximas das médias dadas pelos estudantes a esses mesmos objetos. Com o objetivo de verificar os dados, com maior profundidade, faremos uma análise descritiva mais detalhada e adequada dos grupos.

4.3. ANÁLISE DESCRITIVA

A análise de Cluster permitiu agrupar os objetos quanto aos seus graus de realidade, fazendo com que os mais semelhantes, quanto à intensidade de realidade, permanecessem no mesmo grupo, mantendo a heterogeneidade com os demais grupos. Observamos que os grupos formados pelos cientistas, estudantes e leigos diferem, tanto no que diz respeito ao número de objetos quanto no que se refere aos objetos que pertencem aos determinados grupos.

Analizando as médias atribuídas pelos três grupos de indivíduos, como forma de medir a tendência da distribuição dos dados, quanto ao nível de *sentimento de realidade* dos objetos científicos, podemos perceber uma diferença considerável, principalmente, entre o grupo dos cientistas e os outros dois grupos. Mas, as médias relacionadas aos objetos científicos e, conseqüentemente, os dados coletados no questionário de intensidade de realidade, que resultaram nessas médias, refletem diferenças estatisticamente significativas? As diferenças encontradas nos dados dos cientistas e estudantes têm como uma das causas o interesse por ciências?

No sentido de verificar se o interesse dos estudantes por ciências influencia o *sentimento de realidade*, fizemos, por meio dos dados obtidos no questionário da seção F do projeto ROSE-Brasil, uma separação entre os estudantes que mostraram maior e menor grau de interesse por ciências. Lembramos que o projeto ROSE é utilizado em diversos países para analisar o que os estudantes percebem como importante no aprendizado de C&T (NETO, 2008) e o ROSE-Brasil é a versão brasileira desse projeto.

Os estudantes com maior e menor interesse por ciências serão denominados, respectivamente, de estudantes com elevado interesse por ciências e estudantes com baixo interesse por ciências. A classificação das amostras de estudantes com elevado e baixo interesse foi realizada, levando em conta duas das dezesseis questões do questionário da seção F do projeto ROSE-Brasil, seção essa intitulada “As minhas aulas de Ciências”. As duas questões escolhidas apresentam afirmações ligadas diretamente ao interesse por ciências, sendo elas: “A disciplina de Ciências é interessante?” e “Gosto mais de Ciências do que das outras disciplinas.”

A escolha dessas duas questões da seção F do questionário foi baseada no fato de que outros trabalhos, tais como, ASSUNÇÃO (2013), GONÇALVES (2012), ARAÚJO (2013), WAISELFISZ (2009), MARINHO (2008), COELHO (1999), CARDOSO e COLINVAUX (2000), utilizam escalas que medem o interesse por ciências ou apenas o interesse por alguma das ciências naturais, usando essas mesmas questões ou questões similares a essas.. Outra justificativa sobre essa escolha está no fato de que, em nossa visão, essas duas questões estão explorando diretamente interesse por ciências, enquanto os demais abordam outras faces da motivação dos estudantes para aprender ciências.

Escolhidas as questões para serem analisadas, separamos, então, os estudantes em dois grupos distintos: os com elevado interesse por ciências e os com baixo interesse por ciências. Para tanto, utilizamos alguns critérios, objetivando coletar amostras mais refinadas. Os critérios são:

Amostras de estudantes com elevado interesse:

1) Estudantes com elevado interesse que apresentaram médias maiores ou iguais a 3 nas questões citadas do questionário de interesse da seção F do programa ROSE-Brasil. Essa amostra é composta por 250 estudantes e vamos denominá-la EEI1.

2) Estudantes com elevado interesse que assinalaram 3 ou 4 nas questões citadas do questionário de interesse da seção F do programa ROSE-Brasil. Essa amostra é composta por 166 estudantes e vamos denominá-la EEI2.

Amostras de estudantes com baixo interesse:

1) Estudantes com baixo interesse que apresentaram médias menores ou iguais a 2 nas questões citadas do questionário de interesse da seção F do programa ROSE-Brasil. Essa amostra é composta por 112 estudantes e vamos denominá-la EB11.

2) Estudantes com baixo interesse que assinalaram 1 ou 2 nas questões citadas do questionário de interesse da seção F do programa ROSE-Brasil. Essa amostra é composta por 56 estudantes e vamos denominá-la EBI2.

A partir de agora, faremos uma comparação entre os dados dos cientistas, dos leigos e dos estudantes com elevado e baixo interesse por ciências. Inicialmente faremos uma análise descritiva dos dados dos estudantes mais interessados em ciências, aqueles da amostra EEI1; dos estudantes pouco interessados em ciências, aqueles da amostra EBI1; e dos cientistas. Na tabela 4.8 mostramos a comparação entre as análises descritivas dos três grupos de indivíduos citados anteriormente com relação aos objetos científicos.

Tabela 4.8 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI1, EBI1 e cientistas

Objetos	Cientistas				EEI1				EBI1			
	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP
Célula	3,89	4,00	4	0,40	3,69	4,00	4	0,68	3,62	4,00	4	0,66
Cromossomos	3,87	4,00	4	0,38	3,50	4,00	4	0,84	3,36	4,00	4	0,87
Corrente elétrica	3,84	4,00	4	0,52	3,56	4,00	4	0,76	3,43	4,00	4	0,78
Genes	3,79	4,00	4	0,57	3,42	4,00	4	0,86	3,28	4,00	4	0,97
Massa	3,76	4,00	4	0,63	3,71	4,00	4	0,68	3,62	4,00	4	0,74
Elétron	3,75	4,00	4	0,60	3,36	4,00	4	0,94	3,31	4,00	4	0,85
Átomo	3,72	4,00	4	0,64	3,46	4,00	4	0,87	3,34	4,00	4	0,82
Campo magnético	3,72	4,00	4	0,64	3,38	4,00	4	0,87	3,19	3,00	4	0,94
Força gravitacional	3,72	4,00	4	0,68	3,38	4,00	4	0,88	3,39	4,00	4	0,91
Força de atrito	3,68	4,00	4	0,72	3,41	4,00	4	0,87	3,26	4,00	4	0,98
Campo gravitacional	3,67	4,00	4	0,71	3,33	4,00	4	0,88	3,20	4,00	4	0,98
Fóton	3,59	4,00	4	0,79	2,68	3,00	4	1,07	2,39	2,00	3	1,07
Spin	3,58	4,00	4	0,77	2,38	2,00	2	1,07	2,03	2,00	1	1,05
Números ^a	3,27	4,00	4	1,14	3,42	4,00	4	0,98	3,60	4,00	4	0,85
Probabilidade	3,01	3,00	4	1,15	2,80	3,00	3	1,01	2,77	3,00	3	1,07
Ponto material ^b	2,78	3,00	4	1,33	3,26	4,00	4	0,94	3,00	3,00	4	1,07

NOTA: ^a Objeto que possui $M_{(Cientista)} < M_{(EEI1)} < M_{(EBI1)}$. ^b Objeto que possui $M_{(Cientista)} < M_{(EBI1)} < M_{(EEI1)}$

Podemos observar na tabela 4.8 que quatorze dos dezesseis objetos científicos do questionário de nível de realidade possuem maiores médias para os cientistas do que para os dois grupos de estudantes.

É possível, também, verificar que os estudantes com elevado interesse por ciências, aqueles da amostra EEI1, possuem maiores médias do que os estudantes com baixo interesse, da amostra EBI1, indicando um maior nível de *sentimento de realidade* para com os objetos científicos do que os estudantes com baixo interesse, (EBI1). Os dois objetos que apresentaram menores médias para os cientistas foram “números” e “ponto material”.

Constatamos também que os estudantes com elevado interesse atribuíram médias maiores em quatorze objetos científicos, quando comparados aos estudantes com baixo interesse; excetuando-se apenas os objetos “números” e “força gravitacional”.

Procurando melhorar ainda mais a análise, vamos comparar as amostras mais refinadas dos estudantes com elevado interesse que marcaram 3 ou 4, amostra EEI2 com as dos estudantes com baixo interesse que marcaram 1 ou 2, amostra EBI2. Esse procedimento fez com que a amostra de estudantes com elevado interesse fosse reduzida para 166 indivíduos, o que ocorreu também com a amostra dos estudantes com baixo interesse que foi reduzida para 56 indivíduos.

Na tabela 4.9 apresentamos as médias dos objetos científicos dadas pelos cientistas, pelos estudantes com elevado interesse, (EEI2), e pelos estudantes com baixo interesse, (EBI2).

Analisando a tabela 4.9, verificamos que o refinamento das amostras, quando selecionamos os estudantes pelo novo critério, fez com que as médias atribuídas pelos estudantes com elevado interesse, da amostra EEI2, para maioria dos objetos científicos aumentassem em relação às médias dadas pelos estudantes com elevado interesse da tabela 4.8, amostra EEI1.

O efeito inverso ocorreu com os estudantes com baixo interesse, pois a nova amostra EBI2 apresentou, para a maioria dos objetos científicos, médias menores, quando comparadas com os estudantes com baixo interesse da tabela 4.8 ou amostra EBI1. Nesse sentido, é possível constatar que o objeto “números” manteve-se com a média inalterada para os estudantes com elevado interesse, nas tabelas 4.8 e 4.9, alcançando o valor de 3,42. Já, para os estudantes com baixo interesse, foi notado um aumento nas médias dos objetos “números” (de 3,60 para 3,66), “ponto material” (de 3,00 para 3,05) e “célula” (de 3,62 para 3,63).

Tabela 4.9 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados das amostras EEI2, EBI2 e cientistas

Objetos	Cientistas				EEI2				EBI2			
	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP
Célula	3,89	4,00	4	0,40	3,75	4,0	4	0,62	3,63	4,0	4	0,68
Cromossomos	3,87	4,00	4	0,38	3,52	4,0	4	0,80	3,20	4,0	4	0,96
Corrente elétrica	3,84	4,00	4	0,52	3,57	4,0	4	0,74	3,34	4,0	4	0,82
Genes	3,79	4,00	4	0,57	3,47	4,0	4	0,82	3,05	3,5	4	1,10
Massa	3,76	4,00	4	0,63	3,74	4,0	4	0,63	3,57	4,0	4	0,71
Elétron	3,75	4,00	4	0,60	3,42	4,0	4	0,92	3,23	4,0	4	0,91
Átomo	3,72	4,00	4	0,64	3,54	4,0	4	0,84	3,21	4,0	4	0,91
Campo magnético	3,72	4,00	4	0,64	3,43	4,0	4	0,86	3,11	3,0	4	0,95
Força gravitacional	3,72	4,00	4	0,68	3,50	4,0	4	0,81	3,38	4,0	4	0,91
Força de atrito	3,68	4,00	4	0,72	3,49	4,0	4	0,79	3,20	4,0	4	1,07
Campo gravitacional	3,67	4,00	4	0,71	3,40	4,0	4	0,84	3,16	3,5	4	0,99
Fóton	3,59	4,00	4	0,79	2,75	3,0	4	1,11	2,34	2,0	1	1,12
Spin	3,58	4,00	4	0,77	2,48	2,0	1	1,13	1,91	2,0	1	1,03
Números	3,27	4,00	4	1,14	3,42	4,0	4	0,99	3,66	4,0	4	0,82
Probabilidade	3,01	3,00	4	1,15	2,85	3,0	3	0,99	2,61	3,0	3	1,11
Ponto material	2,78	3,00	4	1,33	3,31	4,0	4	0,89	3,05	3,0	4	1,10

Verificamos que o refinamento das amostras fez com que as médias dos estudantes da amostra EEI2 se aproximassem mais das amostras dos cientistas, e as médias dos estudantes da amostra EBI2, para os objetos científicos, se afastassem mais das médias dos cientistas.

Aparentemente, a comparação entre as médias parece nos levar a acreditar que existe uma relação entre o interesse por ciências e o *sentimento de realidade*, visto que refinando a amostra dos estudantes com elevado interesse e com baixo interesse, houve uma mudança nas médias da tabela 4.8 em relação à tabela 4.9. De modo geral, ocorreu um aumento das médias dos estudantes com elevado interesse e diminuição das médias dos estudantes com baixo interesse.

No quadro 4.7 mostramos, esquematicamente, a relação entre as médias dos cientistas e as médias dos estudantes com elevado e baixo interesse por ciências.

Quadro 4.7 - Relação entre as médias dos objetos

RELAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DOS CIENTISTAS E ESTUDANTES PARA A MAIORIA DOS OBJETOS CIENTÍFICOS

Cientistas > Estudantes com elevado interesse > Estudantes com baixo interesse
--

Comparamos, na tabela 4.7, a existência de diferenças entre as médias dos cientistas, estudantes e leigos; no entanto, as médias atribuídas pelos leigos aos objetos científicos estão mais próximas das médias dadas pelos estudantes a esses objetos. Isso indica um grau de *sentimento de realidade*, por parte dos leigos, frente aos objetos científicos, comparável com o *sentimento de realidade* dos estudantes em relação a esses objetos.

Entretanto, será que o *sentimento de realidade* percebido pelos leigos está mais próximo do experimentado por estudantes com elevado interesse ou por estudantes com baixo interesse por ciências? Buscando elucidar um pouco mais essa questão, vamos utilizar as análises descritivas dos grupos dos estudantes e do grupo dos leigos.

A tabela 4.10 mostra a análise descritiva dos estudantes com elevado interesse por ciências, amostra EEI1; dos estudantes com baixo interesse por ciências, amostra EB11, e dos leigos.

Analisando a tabela 4.10, por meio das médias, é possível verificar que o grupo dos leigos atribui a dois objetos científicos, a saber, “números” e “corrente elétrica”, médias de valores superiores àquelas dadas pelos dois grupos de estudantes; indicando, para esses dois objetos, um maior grau de *sentimento de realidade* do que aquele dado pelos estudantes. No entanto, apresenta, para todos os outros objetos da tabela, médias menores que a amostra dos estudantes com interesse, (EEI1), indicando a percepção de um menor grau de *sentimento de realidade*.

Buscando fazer uma análise para verificar a proximidade dos dados dos leigos com os dados das duas amostras dos estudantes, resolvemos observar e utilizar a distância ou diferença numérica entre os valores das médias desses grupos. Vamos exemplificar, utilizando os dados do objeto “elêtron”. As médias obtidas por EEI1, EB11 e leigos para esse objeto, de acordo com a tabela 4.10, são 3,36, 3,31 e 3,30, respectivamente. Com isso, podemos observar que a diferença entre a média dos leigos (3,30) e a média de EEI1 (3,36) corresponde a 0,06. Já, a diferença entre a média dos leigos (3,30) e a média de EB11 (3,31) corresponde a 0,01. Consideramos, então, que a média dos leigos para o

objeto “elétron” está mais próxima da média da amostra dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1).

Tabela 4.10 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI1, EBI1 e leigos

Objetos	EEI1				EBI1				Leigos			
	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP
Massa	3,71	4,00	4	0,68	3,62	4,00	4	0,74	3,61	4,00	4	0,74
Célula	3,69	4,00	4	0,68	3,62	4,00	4	0,66	3,65	4,00	4	0,73
Corrente elétrica	3,56	4,00	4	0,76	3,43	4,00	4	0,78	3,65	4,00	4	0,73
Cromossomos	3,50	4,00	4	0,84	3,36	4,00	4	0,87	3,47	4,00	4	0,81
Átomo	3,46	4,00	4	0,87	3,34	4,00	4	0,82	3,34	4,00	4	0,91
Números	3,42	4,00	4	0,98	3,60	4,00	4	0,85	3,65	4,00	4	0,81
Genes	3,42	4,00	4	0,86	3,28	4,00	4	0,97	3,37	4,00	4	0,99
Força de atrito	3,41	4,00	4	0,87	3,26	4,00	4	0,98	3,29	4,00	4	0,97
Campo magnético	3,38	4,00	4	0,87	3,19	3,00	4	0,94	3,28	4,00	4	0,94
Força gravitacional	3,38	4,00	4	0,88	3,39	4,00	4	0,91	3,31	4,00	4	0,97
Elétron	3,36	4,00	4	0,94	3,31	4,00	4	0,85	3,30	4,00	4	0,91
Campo gravitacional	3,33	4,00	4	0,88	3,20	4,00	4	0,98	3,12	3,00	4	1,03
Ponto material	3,26	4,00	4	0,94	3,00	3,00	4	1,07	3,08	4,00	4	1,12
Probabilidade	2,80	3,00	3	1,01	2,77	3,00	3	1,07	2,56	3,00	4	1,12
Fóton	2,68	3,00	4	1,07	2,39	2,00	3	1,07	2,59	3,00	4	1,18
Spin	2,38	2,00	2	1,07	2,03	2,00	1	1,05	2,18	2,00	1	1,16

Procedendo dessa maneira para todos os dezesseis objetos científicos, constatamos que, para onze (11) objetos científicos, as médias dos leigos estão mais próximas das médias dos estudantes com baixo interesse, amostra EBI1. Apenas os objetos científicos “fóton”, “corrente elétrica”, “genes”, “cromossomos” e “força gravitacional” mostram as médias dos leigos mais próximas das médias dos estudantes com elevado interesse, (EEI1). A tabela 4.11 mostra as proximidades dos grupos na forma de diferenças entre as médias.

Tabela 4.11 - Tabela de comparação entre o módulo das diferenças das médias dos leigos com as médias das amostras de estudantes EEI1 e EBI1

Objetos científicos	$ M_{\text{Leigos}} - M_{\text{EEI1}} ^a$	$ M_{\text{Leigos}} - M_{\text{EBI1}} ^b$
Probabilidade	0,24	0,21
Números	0,23	0,05
Campo gravitacional	0,21	0,08
Spin	0,20	0,15
Ponto material	0,18	0,08
Átomo	0,12	0,00
Força de atrito	0,12	0,03
Massa	0,10	0,01
Campo magnético	0,10	0,09
Corrente elétrica	0,09	0,22
Fóton	0,09	0,20
Força gravitacional	0,07	0,08
Elétron	0,06	0,01
Genes	0,05	0,09
Célula	0,04	0,03
Cromossomos	0,03	0,11

NOTA: ^a Módulo da diferença das médias entre leigos e amostra de estudantes com elevado interesse (EEI1). ^b Módulo da diferença das médias entre leigos e amostra de estudantes com baixo interesse (EBI1).

Dessa forma, parece ser razoável considerar que o *sentimento de realidade* atribuído pelos leigos aos objetos científicos está mais próximo do *sentimento de realidade* atribuído pelos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1), do que do *sentimento de realidade* percebido pelos estudantes com elevado interesse, (EEI1).

Faremos, agora, a observação das análises descritivas dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2), dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2), e dos leigos. Veremos se, com as amostras de estudantes mais refinadas, a hipótese de que as médias dos leigos estão mais próximas das médias dos estudantes com baixo interesse será confirmada e corroborada. A tabela 4.12 apresenta as análises descritivas dos dados da amostra EEI2, da amostra EBI2 e dos leigos, referentes aos objetos científicos.

De acordo com a tabela 4.12, podemos verificar que o grupo dos leigos continua atribuindo médias superiores aos objetos “números” e “corrente elétrica” em relação às médias do grupo dos estudantes com elevado interesse, (EEI2), (ver tabela 4.10). Porém, apenas “corrente elétrica” manteve-se com média superior para os dados dos leigos em relação à média dada pelo grupo dos estudantes com baixo interesse,

(EBI2); assim, como ocorreu na tabela 4.10 com relação à amostra EBI1. Para o objeto “números”, ocorreu uma inversão das posições com relação às médias da tabela 4.10, pois o grupo dos estudantes com baixo interesse, (EBI2), apresentou maior média para esse objeto que o grupo dos leigos.

Tabela 4.12 - Tabela de comparação entre as médias (M), medianas (MN), modas (MD) e desvios-padrão (DP) dos objetos científicos de acordo com os dados da amostra EEI2, EBI2 e leigos

Objetos	EEI2				EBI2				Leigos			
	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP	M	MN	MD	DP
Célula	3,75	4,0	4	0,62	3,63	4,0	4	0,68	3,65	4,00	4	0,73
Massa	3,74	4,0	4	0,63	3,57	4,0	4	0,71	3,61	4,00	4	0,74
Corrente elétrica	3,57	4,0	4	0,74	3,34	4,0	4	0,82	3,65	4,00	4	0,73
Átomo	3,54	4,0	4	0,84	3,21	4,0	4	0,91	3,34	4,00	4	0,91
Cromossomos	3,52	4,0	4	0,80	3,20	4,0	4	0,96	3,47	4,00	4	0,81
Força gravitacional	3,50	4,0	4	0,81	3,38	4,0	4	0,91	3,31	4,00	4	0,97
Força de atrito	3,49	4,0	4	0,79	3,20	4,0	4	1,07	3,29	4,00	4	0,97
Genes	3,47	4,0	4	0,82	3,05	3,5	4	1,10	3,37	4,00	4	0,99
Campo magnético	3,43	4,0	4	0,86	3,11	3,0	4	0,95	3,28	4,00	4	0,94
Números	3,42	4,0	4	0,99	3,66	4,0	4	0,82	3,65	4,00	4	0,81
Elétron	3,42	4,0	4	0,92	3,23	4,0	4	0,91	3,30	4,00	4	0,91
Campo gravitacional	3,40	4,0	4	0,84	3,16	3,5	4	0,99	3,12	3,00	4	1,03
Ponto material	3,31	4,0	4	0,89	3,05	3,0	4	1,10	3,08	4,00	4	1,12
Probabilidade	2,85	3,0	3	0,99	2,61	3,0	3	1,11	2,56	3,00	4	1,12
Fóton	2,75	3,0	4	1,11	2,34	2,0	1	1,12	2,59	3,00	4	1,18
Spin	2,48	2,0	1	1,13	1,91	2,0	1	1,03	2,18	2,00	1	1,16

De acordo com a tabela 4.12, podemos verificar que o grupo dos leigos, continua atribuindo médias superiores aos objetos “Números” e “Corrente elétrica” em relação às médias do grupo dos estudantes com elevado interesse da amostra EEI2 (ver tabela 4.10). Porém, apenas “Corrente elétrica” manteve-se com média superior para os dados dos leigos em relação à média dada pelo grupo dos estudantes com baixo interesse da amostra EBI2, assim como ocorreu na tabela 4.10 com relação à amostra EBI1. Para o objeto “Números”, ocorreu uma inversão das posições com relação às médias da tabela 4.10, pois o grupo de estudantes com baixo interesse da amostra EBI2 apresentou maior média para esse objeto que o grupo dos leigos.

Para verificar a proximidade, entre as amostras EII2 e EBI2, com o grupo de leigos, determinamos as diferenças entre as médias, como determinada para a construção da tabela 4.11. A tabela 4.13 mostra o resultado da diferença, em módulo, entre as médias da amostra EII2 e as médias dos leigos, e entre as médias da amostra EBI2 e as médias dos leigos para os objetos científicos.

Analisando a tabela 4.13, podemos verificar que, para onze (11) objetos científicos, os dados dos leigos apresentam médias mais próximas das médias dos dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2), do que das médias dos dados dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EII2). Apenas os objetos “fóton”, “corrente elétrica”, “genes”, “cromossomos” e “campo magnético” possuem as médias, dadas pelos leigos, mais próximas das médias dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EII2).

Tabela 4.13 - Tabela de comparação entre o módulo das diferenças das médias dos leigos com as médias das amostras de estudantes EII2 e EBI2

Objetos científicos	$ M_{\text{Leigos}} - M_{\text{EII2}} ^a$	$ M_{\text{Leigos}} - M_{\text{EBI2}} ^b$
Spin	0,30	0,27
Probabilidade	0,29	0,05
Campo gravitacional	0,28	0,04
Números	0,23	0,01
Ponto material	0,23	0,03
Átomo	0,20	0,13
Força de atrito	0,20	0,09
Força gravitacional	0,19	0,07
Fóton	0,16	0,25
Campo magnético	0,15	0,17
Massa	0,13	0,04
Elétron	0,12	0,07
Genes	0,10	0,32
Célula	0,10	0,02
Corrente elétrica	0,08	0,31
Cromossomos	0,05	0,27

NOTA: ^a Módulo da diferença das médias entre leigos e amostra de estudantes com elevado interesse (EII2). ^b Módulo da diferença das médias entre leigos e amostra de estudantes com baixo interesse (EBI2).

Esses dados corroboram o resultado verificado na tabela 4.11 (comparação entre o módulo das diferenças das médias dos leigos com as médias das amostras dos estudantes, (EII2 e EBI2), ratificando a ideia de que leigos apresentam *sentimento de realidade*, com relação

aos objetos científicos, mais próximos do *sentimento de realidade* do grupo de estudantes com baixo interesse por ciências.

Mesmo assim, a fim de fortalecer as observações e inferências que os dados mostraram, realizaremos testes estatísticos e, assim, poderemos afirmar com segurança se essas diferenças possuem um grau de significância consistente.

4.4. OS TESTES ESTATÍSTICOS

Com o objetivo de determinar se ocorreu significância estatística entre os dados encontrados e analisados anteriormente, buscamos nos testes estatísticos a comprovação da hipótese de que as diferenças encontradas são coerentes. De acordo com Barbetta (2006), devemos usar o teste estatístico para verificar se os dados coletados fornecem evidências de que nossas hipóteses são verdadeiras e não um mero acaso.

Dentre os testes estatísticos de hipóteses, estão os paramétricos e os não-paramétricos. Os testes paramétricos são utilizados quando os dados apresentam uma distribuição normal, e os não-paramétricos atendem aos dados que não possuam a distribuição normal. Um teste dessa natureza pressupõe a verificação de duas hipóteses: a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1). Barbetta (2006) diz que:

[...] hipótese nula, H_0 [...] é, basicamente, uma negação daquilo que o pesquisador deseja provar. Sob essa hipótese, as diferenças observadas nos dados são consideradas causais. [...] a chamada hipótese alternativa, H_1 [...] é, em geral, aquilo que o pesquisador quer provar, ou seja, a própria hipótese da pesquisa [...] (p.180-181).

De qualquer forma, quando realizamos um teste de hipóteses, temos que tomar a decisão de aceitar a igualdade em favor da hipótese nula ou rejeitar essa igualdade; entretanto, pelo fato de não estarmos utilizando dados de toda a população e, sim, apenas uma amostra, é possível tomar uma decisão errada (LARSON e FARBER, 2010). Existem dois tipos de erros ligados a essa decisão; um deles, associado à decisão de rejeitar a hipótese nula, H_0 , quando ela está correta, denominado Erro do Tipo I; e o outro erro está relacionado à decisão de aceitar a hipótese nula, H_0 , quando ela está falsa, denominado Erro do Tipo II.

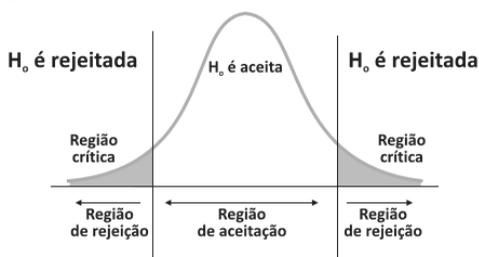
O quadro 4.8 mostra os quatro resultados possíveis para um teste de hipótese.

Quadro 4.8 - Possibilidades de resultados para um teste de hipóteses extraído de Larson e Farber, 2010

Decisão	A Verdade de H_0	
	H_0 é Verdadeira	H_0 é Falsa
Aceitar H_0	Decisão correta	Erro tipo II (β)
Rejeitar H_0	Erro tipo I (α)	Decisão correta

Quando desejamos refutar ou aceitar a hipótese nula, H_0 , “é comum estabelecer o valor da probabilidade tolerável de incorrer no erro de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira. Esse valor é conhecido como nível de significância do teste e é designado pela letra grega α ” (BARBETTA, 2006, p.185-186). O nível de significância determina a probabilidade de se cometer o Erro do Tipo I. Em pesquisas educacionais, geralmente, esse valor é arbitrado em 0,05 ou 5% de chances de cometer esse erro. A figura 4.7 mostra as regiões da distribuição normal definidas pelo nível de significância.

Figura 4.7 - Esquema para a tomada de decisão extraído de Tavares (2011)



Podemos observar na figura 4.7 que temos 95% de chances de aceitar a hipótese nula, H_0 , e apenas 5% de rejeitá-la, caso ela esteja correta. Quem nos fornece as condições para rejeitar ou aceitar a hipótese nula, H_0 , é o valor encontrado para a probabilidade de significância ou valor p . De acordo com Dancey e Reidy (2006), o valor p é considerado “a probabilidade da ocorrência de um evento caso a hipótese nula seja verdadeira. [...] Indica a probabilidade de que o relacionamento observado tenha ocorrido se a hipótese nula fosse verdadeira” (p. 154). Barbetta (2006) argumenta que:

O valor p aponta o quão estranho foi o resultado da amostra, se supusermos H_0 à hipótese verdadeira. Quanto menor for o valor p , maior a evidência para rejeitar H_0 . O valor p também pode ser interpretado como o risco de se tomar a

decisão errada após a observação da amostra, caso se rejeite H_0 (p. 185).

O Erro Tipo II, como já havíamos comentado, existe, se considerarmos a hipótese nula verdadeira, quando ela for falsa. A capacidade de um teste estatístico de rejeitar a hipótese nula, quando ela é, realmente, falsa, chama-se “poder do teste”. O poder de um teste pode ser influenciado por alguns fatores, dentre eles, destacamos: o número de participantes da pesquisa, o tamanho do efeito e o critério de significância (DANCEY E REIDY, 2006). Quanto maior o número da amostra utilizada na pesquisa, menores serão os riscos da pesquisa, visto que ocorre uma aproximação do número total da população real, e os resultados encontrados aproximam-se dos resultados reais da população. O critério de significância, de modo geral, já é pré-definido no planejamento inicial da pesquisa. De acordo com Dancey e Reidy (2006), a “medida do efeito é denominada de d e mede o quanto duas médias diferem, em termos de desvios padrões” (p, 222). Uma das maneiras de calcular o efeito (d) pode ser por meio da expressão:

$$d = \frac{\text{Diferença entre duas médias}}{\text{Média dos desvios padrões}} = \frac{X_1 - X_2}{\frac{DP_1 + DP_2}{2}}$$

Onde: X_1 corresponde a média da amostra 1;

X_2 corresponde a média da amostra 2;

DP_1 corresponde ao desvio padrão da amostra 1 e;

DP_2 corresponde ao desvio padrão da amostra 2.

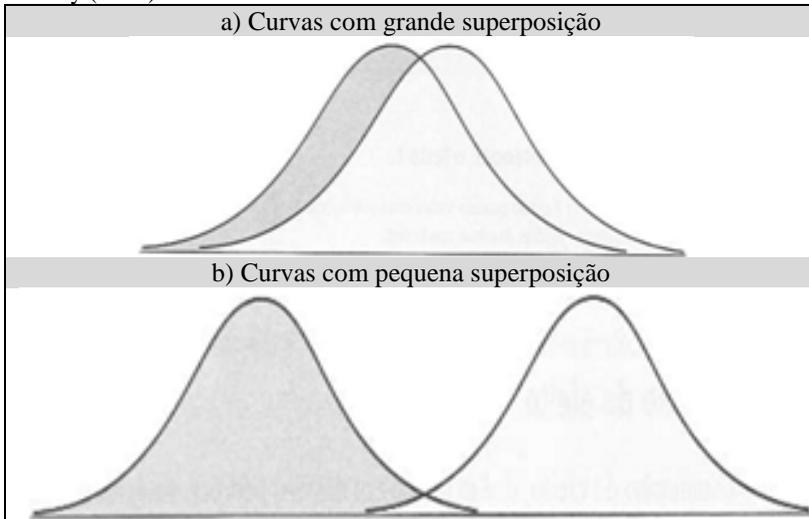
Não existe uma padronização de um efeito grande ou pequeno, no entanto, Dancey e Reidy (2006) apresentam uma sugestão de Cohen (1988) para essas magnitudes, a qual mostramos na tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Tabela que apresenta a recomendação de Cohem (1988) extraída e adaptado de Dancey e Reidy (2006)

Tamanho do efeito	d	Porcentagem de sobreposição
Pequeno	0,1	92
	0,2	85
	0,3	79
	0,4	73
Médio	0,5	67
	0,6	62
	0,7	57
Grande	0,8	53
	0,9	48
	1,0	45

Quando a medida do efeito é pequena, existe uma grande sobreposição das curvas de distribuição criadas pelos dados que representam as amostras, figura 4.8a, indicando proximidade entre os dados; e, quando a medida do efeito é grande, aponta para uma pequena sobreposição entre as curvas das amostras, figura 4.8b.

Figura 4.8 - Sobreposição de curvas de distribuição normal extraído de Dancey e Reidy (2006)



A definição do poder de um teste mostra-se útil para determinar o tamanho da amostra, porém, muitos estudos, incluindo o nosso, não possuem a possibilidade de decidir o tamanho da amostra, pois essa passa a ser formada com o número de indivíduos que devolvem o material de pesquisa, número esse não conhecido com antecedência. Sobre a necessidade de se determinar o poder de um teste, Dancey e Reidy (2006) nos colocam que:

[...] se em um estudo não se calcula o poder e se encontra um efeito significativo, é óbvio que havia poder suficiente. Se não houvesse poder suficiente, não teria sido encontrado um efeito. Portanto, depois do experimento, o conhecimento do poder é mais importante quando não se encontra um efeito, pois não se pode ter certeza de que (a) realmente não existe um efeito, ou de que (b) existia um efeito, mas não havia poder suficiente para encontrá-lo (p. 258).

Geralmente, o poder de uma prova ou teste paramétrico é maior que o poder de um teste não-paramétrico, no entanto, quando aumentamos o tamanho da amostra, podemos utilizar uma prova não-paramétrica sem perda de poder (SIEGEL, 1975). Consequentemente, quando o número de uma amostra é grande, testes não-paramétricos podem ser utilizados, pois se aproximam de uma distribuição normal. Para Siegel (1975), “de modo geral, o poder de uma prova estatística aumenta com o tamanho N da amostra” (p. 12).

Objetivando verificar se haveria diferenças entre os resultados dos testes estatísticos, paramétricos e não-paramétricos, para os dados coletados em nossa pesquisa, decidimos comparar os resultados do teste t de Student com os do teste U de Mann-Whitney. Após algumas comparações, observamos que os resultados obtidos nos dois testes eram semelhantes. Utilizamos, então, o teste não-paramétrico U de Mann-Whitney, indicado para escalas de atribuições, como a escala *Likert*, para duas amostras independentes, já que estamos interessados em saber se as diferenças entre cientistas e estudantes e estudantes e leigos são significativas.

Adotamos, para o nosso estudo, um nível de significância de 5%, ou seja, $\alpha = 0,05$, em que α representa o nível de significância do teste. Nesses testes vamos trabalhar com a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1), isto é, quando o valor p ou probabilidade de significância for maior que o nível de significância, a saber, $p > \alpha$, então aceitamos H_0 e consideramos que não existe diferença estatística entre os dados; quando $p \leq \alpha$, então rejeitamos H_0 , em favor de H_1 e, nesse caso, consideramos que existe diferença estatística entre os dados. Nesse sentido, “quando os dados mostrarem evidências suficientes de que a hipótese nula, H_0 , é falsa, o teste a rejeita, aceitando em seu lugar a chamada hipótese alternativa, H_1 ” (BARBETTA, 2006, p. 181)

Nosso objetivo foi testar se as diferenças estatísticas, entre os cientista e estudantes, entre os estudantes com elevado e baixo interesse e entre os estudantes e leigos, eram estatisticamente significativas. Nesse sentido, hipóteses nulas e alternativas foram sendo modificadas conforme a necessidade. A seguir mostramos e discutimos os resultados dos testes aplicados.

4.4.1. Aplicação e discussão dos testes

Aplicamos o teste U de *Mann-Whitney* para as amostras independentes, utilizando os dados dos cientistas, estudantes e leigos.

Realizamos os testes com duas amostras independentes de cada vez, para, assim, analisar seu resultado comparativo e tirar nossas conclusões. A seguir, as tabelas com os resultados dos testes para a comparação entre os grupos de estudantes e cientistas. Primeiramente, faremos uma análise dos resultados do teste U de *Mann-Whitney* para a amostra dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e a amostra de cientistas, apresentados na tabela 4.15. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de *sentimento de realidade* de cientistas e os de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de *sentimento de realidade* de cientistas e os de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1).

Como dito anteriormente, nos testes devemos comparar o valor da probabilidade significativa p com o valor do nível de significância α (0,05). Podemos observar que na tabela 4.15 os valores de p para os objetos “números” e “massa” apresentam um valor maior que o valor de α , ou seja, $0,340 > 0,05$ e $0,372 > 0,05$, indicando que não existe diferença significativa entre os dados atribuídos a esses objetos pelos estudantes com elevado interesse, (EEI1), e cientistas. No entanto, o teste apresentou diferenças estatísticas entre todos os outros objetos científicos. Percebemos, para a maioria dos objetos, um efeito menor que 0,5, indicando efeitos com magnitudes pequenas, em que as curvas de distribuição, possivelmente, estão bastante sobrepostas.

Tabela 4.15 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EEI1 e os cientistas

Objetos	SPC ⁴	SPEEI1 ⁵	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Célula *	44722,0	51858,0	20483,0	3,75	0,000	0,37
Cromossomos *	46759,5	49820,5	18445,5	5,35	0,000	0,61
Corrente elétrica *	46077,5	50502,5	19127,5	4,70	0,000	0,44
Genes *	47335,5	49244,5	17869,5	5,55	0,000	0,52
Massa	42361,0	54219,0	22844,0	0,89	0,372	0,08
Elétron *	46607,5	49972,5	18597,5	4,76	0,000	0,51
Átomo *	45272,5	51307,5	19932,5	3,58	0,000	0,34
Força gravitacional *	46788,5	49791,5	18416,5	4,88	0,000	0,44
Campo magnético *	46864,0	49716,0	18341,0	4,88	0,000	0,45
Força de atrito *	45940,5	50639,5	19264,5	4,07	0,000	0,34
Campo gravitacional *	46885,5	49694,5	18319,5	4,78	0,000	0,43
Fóton *	53070,0	43510,0	12135,0	9,36	0,000	0,98
Spin *	55728,0	40852,0	9477,0	11,31	0,000	1,30
Números	40532,5	56047,5	22577,5	-0,95	0,340	0,14
Probabilidade *	44913,5	51666,5	20291,5	2,65	0,008	0,19
Ponto material *	37869,5	58710,5	19914,5	-3,06	0,002	0,42

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

⁴ SPC – Soma das posições dos dados dos cientistas.

⁵ SPEEI1 – Soma das posições dos estudantes com elevado interesse da amostra EEI1.

Na tabela 4.16 apresentamos os resultados do teste U de *Mann-Whitney* para os dados dos estudantes com baixo interesse, (EBI1) e os dados dos cientistas. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1).

Analisando a tabela 4.16, podemos verificar que, para o teste U de *Mann-Whitney*, apenas o objeto “ponto material” apresentou um valor $p > \alpha$, a saber, $p = 0,369$, indicando que não existe diferença estatística, para esse objeto, entre os dados dos cientistas e estudantes com baixo interesse (EBI1) . Todos os outros objetos apresentam um valor $p < \alpha$, indicando a existência de diferenças estatisticamente significativas.

Assim, como ocorreu nos resultados dos testes nas amostras de estudantes com elevado interesse (EEI1) e cientistas, os resultados dos dados dos estudantes com baixo interesse (EBI1) também possuem diferenças estatísticas com os dados dos cientistas. Observando a medida dos efeitos do teste, podemos verificar valores que indicam um efeito com magnitude mediana para a maioria dos objetos, pois, apresentaram um valor d próximo ou maior que 0,5.

Observando a análise que realizamos dos resultados do teste U *Mann-whitney* (tabelas 4.15 e 4.16) entre os dados dos estudantes e cientistas, parece ser possível inferir que existem diferenças entre esses dados. É provável que, refinando as amostras dos estudantes com elevado e baixo interesse por ciências, ou seja, utilizando as amostras EEI2 e EBI2, teremos, ainda, diferenças significativas entre essas últimas amostras e a dos cientistas.

Possivelmente, as diferenças, entre a amostra EEI2 e a amostra dos cientistas, diminuirão, pois teremos estudantes com maior interesse do que aqueles da amostra EEI1. Já, as diferenças entre a amostra EBI2 e a dos cientistas possivelmente aumentarão, pois teremos estudantes com menos interesse que aqueles da amostra EBI1.

Tabela 4.16 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EB11 e os cientistas

Objetos	SPC	SPEB11 ⁶	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Célula *	30672,5	14778,5	8450,5	4,60	0,000	0,51
Cromossomos *	31887,0	13564,0	7236,0	6,32	0,000	0,82
Corrente elétrica *	31674,0	13777,0	7449,0	5,89	0,000	0,63
Genes *	31612,5	13838,5	7510,5	5,59	0,000	0,66
Massa *	29586,5	15864,5	9536,5	2,07	0,038	0,20
Elétron *	31544,5	13906,5	7578,5	5,21	0,000	0,61
Átomo *	31322,0	14129,0	7801,0	4,80	0,000	0,52
Força gravitacional *	30642,5	14808,5	8480,5	3,79	0,000	0,42
Campo magnético *	32060,5	13390,5	7062,5	5,89	0,000	0,67
Força de atrito *	31121,5	14329,5	8001,5	4,44	0,000	0,49
Campo gravitacional *	31508,0	13943,0	7615,0	4,94	0,000	0,56
Fóton *	35025,0	10426,0	4098,0	9,71	0,000	1,29
Spin *	36139,0	9312,0	2984,0	11,19	0,000	1,70
Números *	27042,5	18408,5	9087,5	-2,55	0,011	0,33
Probabilidade *	30111,5	15339,5	9011,5	2,27	0,023	0,22
Ponto material	27926,5	17524,5	9971,5	-0,90	0,369	0,18

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

⁶ SPEB11 – Soma das posições dos estudantes com baixo interesse da amostra EB11

Analisaremos os testes realizados entre as amostras já refinadas dos dados dos estudantes com elevado interesse por ciências (EEI2) com os dos cientistas; e entre os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2), com os dos cientistas, a fim de verificar a consistência de nossas hipóteses.

Na tabela 4.17 apresentamos os resultados do teste U de *Mann-Whitney* para os dados dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2) e os dados dos cientistas. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2).

Verificamos que apenas dois objetos científicos, a saber, “números” e “massa” não apresentam diferenças estatísticas significativas entre os dados dos cientistas e os dados dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2). Essa constatação mostra a concordância entre os resultados da tabela 4.15 e 4.17, visto que os mesmos objetos não apresentaram diferenças significativas nas duas tabelas.

Ocorreu, para alguns objetos, um aumento dos valores de p encontrados e vistos nas tabelas, quando a amostra foi refinada, ou seja, da tabela 4.15 para a tabela 4.17. Verificamos, também, que os efeitos do teste apresentaram menores magnitudes para a maioria dos objetos, quando a amostra foi refinada, isso indica que os dados dos estudantes com elevado interesse, EEI2, teria sua curva de distribuição mais sobreposta à curva de distribuição dos cientistas.

Tabela 4.17 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EEI2 e os cientistas

Objetos	SPC	SPEEI2 ⁷	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Célula *	34985,0	28205,0	14344,0	-2,434	0,015	0,27
Cromossomos *	37047,0	26143,0	12282,0	-4,986	0,000	0,59
Corrente elétrica *	36564,5	26625,5	12764,5	-4,325	0,000	0,43
Genes *	37014,0	26176,0	12315,0	-4,666	0,000	0,46
Massa	33879,5	29310,5	15449,5	-0,380	0,704	0,03
Elétron *	36388,5	26801,5	12940,5	-3,721	0,000	0,43
Átomo *	35348,5	27841,5	13980,5	-2,371	0,018	0,24
Força gravitacional *	36073,5	27116,5	13255,5	-3,310	0,001	0,30
Campo magnético *	36590,5	26599,5	12738,5	-3,871	0,000	0,39
Força de atrito *	35967,5	27222,5	13361,5	-3,084	0,002	0,25
Campo gravitacional *	36578,5	26611,5	12750,5	-3,748	0,000	0,35
Fóton *	40518,0	22672,0	8811,0	-7,871	0,000	0,88
Spin *	42191,0	20999,0	7138,0	-9,542	0,000	1,16
Números	33009,5	30180,5	15054,5	-0,783	0,434	0,14
Probabilidade *	35538,5	27651,5	13790,5	-2,067	0,039	0,15
Ponto material *	30840,5	32349,5	12885,5	-3,159	0,002	0,48

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

⁷ SPEEI2 – Soma das posições dos estudantes com elevado interesse da amostra EEI2.

Procederemos, agora, a análise dos resultados do teste U de *Mann-Whitney* entre a amostra mais refinada dos estudantes com baixo interesse por ciências e a amostra dos cientistas. Na tabela 4.18 apresentamos os resultados do teste U de *Mann-Whitney* para os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2), e os dados dos cientistas. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de cientistas e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2).

Podemos observar, na tabela 4.18, que apenas o objeto “ponto material” não apresentou diferença significativa entre os dados dos estudantes com baixo interesse, (EBI2), e os dados dos cientistas. Isso também ocorreu na tabela 4.16, porém os valores de p e d nos chamam atenção. Percebemos que o valor p , para alguns objetos, diminuiu da tabela 4.16 para a tabela 4.18; é o caso do próprio objeto “ponto material” que diminuiu o valor de 0,369 para 0,314. Já, o valor do efeito do teste (d), para todos os objetos, aumentou, indicando que a curva de distribuição dos dados dos estudantes com baixo interesse diminuiu sua sobreposição com a curva de distribuição dos cientistas à medida que refinamos nossa amostra de estudantes com baixo interesse.

Os resultados encontrados e discutidos nas tabelas 4.15; 4.16; 4.17 e 4.18 parecem nos mostrar algo sobre o interesse. Levam-nos a aceitar que os cientistas têm um maior interesse nos objetos científicos de que os estudantes. Assim, os resultados sugerem e corroboram com nossas hipóteses de que o grau de *sentimento de realidade* dos estudantes em relação aos objetos científicos é menor que o *sentimento de realidade* dos cientistas. Indicam também que, refinando as amostras dos estudantes com elevado interesse, o *sentimento de realidade* se aproxima cada vez mais do *sentimento de realidade* dos cientistas, e, refinando as amostras dos estudantes com baixo interesse, o *sentimento de realidade* se afasta cada vez mais do *sentimento de realidade* dos cientistas.

Tabela 4.18 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EBI2 e os cientistas

Objetos	SPC	SPEBI2 ⁸	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Célula *	24231,50	5903,50	4307,5	-3,663	0,000	0,48
Cromossomos *	25332,00	4803,00	3207,0	-6,474	0,000	1,00
Corrente elétrica *	25108,00	5027,00	3431,0	-5,780	0,000	0,75
Genes *	25258,50	4876,50	3280,5	-5,922	0,000	0,89
Massa*	24071,00	6064,00	4468,0	-2,559	0,011	0,28
Elétron *	24920,50	5214,50	3618,5	-4,747	0,000	0,69
Átomo *	24890,50	5244,50	3648,5	-4,608	0,000	0,66
Força gravitacional *	24390,50	5744,50	4148,5	-3,346	0,001	0,43
Campo magnético *	25236,50	4898,50	3302,5	-5,433	0,000	0,77
Força de atrito *	24547,00	5588,00	3992,0	-3,662	0,000	0,54
Campo gravitacional *	24811,00	5324,00	3728,0	-4,247	0,000	0,60
Fóton *	26523,00	3612,00	2016,0	-8,054	0,000	1,31
Spin *	27243,00	2892,00	1296,0	-9,575	0,000	1,86
Números*	22326,50	7808,50	4371,5	-2,429	0,015	0,40
Probabilidade *	24379,00	5756,00	4160,0	-2,572	0,010	0,35
Ponto material	22812,50	7322,50	4857,5	-1,007	0,314	0,22

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

⁸ SPEBI2 – Soma das posições dos estudantes com elevado interesse da amostra EBI2.

Nesse sentido, entendemos que é consistente assumir que existem diferenças entre a intensidade de *sentimento de realidade* atribuída aos objetos científicos por cientistas e estudantes, e que essas diferenças possuem uma relação estreita com o interesse por ciências. Quando escolhemos amostras de estudantes mais interessados ou menos interessados em Ciências, ocorre uma influência na diferença, aumento ou diminuição, do *sentimento de realidade* com relação aos cientistas.

Buscando maior esclarecimento sobre a relação do interesse e o *sentimento de realidade*, verificaremos se existe a ocorrência de diferenças estatísticas significativas entre as amostras dos estudantes com elevado e baixo interesse por ciências. Acreditamos que essa diferença exista e cresça à medida que refinamos nossas amostras. Começaremos realizando o teste U de *Mann-Whitney* entre os estudantes com elevado interesse, (EEI1), e os estudantes com baixo interesse, (EBI1). Na tabela 4.19, apresentamos os resultados do teste U de *Mann-Whitney* entre os estudantes da amostra EEI1 e EBI1. Nossas hipóteses, nula, H_0 e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1).

Analisando os resultados do teste U de *Mann-whitney*, entre os dados dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1) e os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1), que se encontram na tabelas 4.19, é possível verificar que apenas três dos dezesseis objetos científicos do questionário de intensidade de realidade apresentam diferenças estatisticamente significativas, a saber, “spin”, “fôton” e “ponto material”, já, os valores de p do teste para esses objetos são, respectivamente, 0,003; 0,020 e 0,033.

Podemos verificar que as magnitudes dos efeitos do teste são baixas para todos os objetos, indicando um pequeno efeito, porém, os três objetos que apresentam diferenças significativas são aqueles que possuem efeitos com as maiores magnitudes do teste.

Tabela 4.19 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados de estudantes com baixo interesse amostra EBII e os dados dos estudantes com elevado interesse amostra EEII

Objetos	SPEBII	SPEEII	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números	21755,5	43947,5	12572,5	1,95	0,052	0,20
Corrente elétrica	18912,0	46791,0	12584,0	-1,84	0,066	0,17
Spin *	17693,0	48010,0	11365,0	-2,97	0,003	0,33
Fóton *	18258,0	47445,0	11930,0	-2,33	0,020	0,27
Genes	19428,5	46274,5	13100,5	-1,12	0,264	0,15
Probabilidade	20187,0	45516,0	13859,0	-0,16	0,873	0,03
Cromossomos	18985,5	46717,5	12657,5	-1,73	0,084	0,16
Ponto material *	18522,0	47181,0	12194,0	-2,13	0,033	0,26
Elétron	19513,0	46190,0	13185,0	-1,01	0,315	0,06
Massa	19407,0	46296,0	13079,0	-1,40	0,161	0,13
Célula	19415,0	46288,0	13087,0	-1,33	0,182	0,10
Força gravitacional	20569,0	45134,0	13759,0	0,30	0,764	0,01
Átomo	18916,5	46786,5	12588,5	-1,78	0,075	0,14
Força de atrito	19352,5	46350,5	13024,5	-1,20	0,228	0,16
Campo gravitacional	19411,5	46291,5	13083,5	-1,10	0,271	0,14
Campo magnético	18714,5	46988,5	12386,5	-1,95	0,051	0,21

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

Analisaremos, agora, os dados da tabela 4.20 que apresenta os resultados do teste U de *Mann-Whitney*, entre a amostra de estudantes com elevado interesse por ciências, EEI2, e os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, amostra EBI2. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2), e os de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2).
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2), e de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2).

Com o refinamento das amostras de estudantes, podemos verificar um aumento do número de objetos da tabela 4.19 para a tabela 4.20 que apresentam diferenças estatisticamente significativas, indicando que os testes rejeitaram a hipótese H_0 , em prol da hipótese alternativa que, nesse caso, considera que os dados das amostras de estudantes com elevado e baixo interesse por ciências são estatisticamente diferentes.

O teste mostrou diferenças estatísticas entre os dados de nove objetos do questionário de intensidade de realidade, ou seja, objetos em que $p < 0,05$, a saber, “números”, “corrente elétrica”, “spin”, “fóton”, “genes”, “cromossomos”, “massa”, “átomo” e “campo magnético”. Podemos observar que os efeitos do teste sofreram um aumento, quando utilizamos os dados da tabela 4.20 em relação aos dados da tabela 4.19, indicando uma menor sobreposição das curvas de distribuição, quando as amostras são refinadas.

Nesse sentido, é possível considerar a existência de diferenças entre os dados dos estudantes com elevado interesse, (EEI2), e dos estudantes com baixo interesse, (EBI2), visto que os nove objetos representam 56,25% dos objetos científicos do questionário de intensidade de realidade. Assim, podemos inferir, pois os dados apontam para isso, que é possível assumir a existência de diferenças significativas entre o *sentimento de realidade* dos estudantes com elevado interesse e o *sentimento de realidade* dos estudantes com baixo interesse por ciências, sendo que os primeiros apresentam maior *sentimento de realidade*.

Tabela 4.20 - Teste *Mann-Whitney* entre as amostras de estudantes com elevado interesse (EEI2) e os dados dos estudantes com baixo interesse (EBI2).

Objetos	SPEBI2	SPEEI2	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números *	6906,0	17847,0	3986,0	2,00	0,046	0,27
Corrente elétrica *	5468,5	19284,5	3872,5	-2,22	0,026	0,29
Spin *	4932,0	19821,0	3336,0	-3,27	0,001	0,53
Fóton *	5298,0	19455,0	3702,0	-2,35	0,019	0,37
Genes *	5336,5	19416,5	3740,5	-2,50	0,012	0,44
Probabilidade	5685,5	19067,5	4089,5	-1,40	0,162	0,23
Cromossomos *	5374,5	19378,5	3778,5	-2,45	0,014	0,36
Ponto material	5724,0	19029,0	4128,0	-1,37	0,169	0,26
Elétron	5632,5	19120,5	4036,5	-1,70	0,089	0,21
Massa *	5590,5	19162,5	3994,5	-2,21	0,027	0,25
Célula	5783,0	18970,0	4187,0	-1,61	0,107	0,18
Força gravitacional	5931,0	18822,0	4335,0	-0,89	0,374	0,14
Átomo *	5302,0	19451,0	3706,0	-2,69	0,007	0,38
Força de atrito	5688,0	19065,0	4092,0	-1,55	0,121	0,31
Campo gravitacional	5654,5	19098,5	4058,5	-1,59	0,112	0,26
Campo magnetico *	5331,0	19422,0	3735,0	-2,47	0,014	0,35

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

Constatamos, também, que o grau de *sentimento de realidade* com relação aos objetos científicos tende a aumentar para os estudantes com mais interesse e diminuir para os estudantes com menor interesse por ciências, mostrando a relação entre o sentimento de realidade e o interesse por ciências.

Buscaremos, agora, verificar se as diferenças entre os dados dos estudantes e os dados dos leigos são estatisticamente significativas, confirmando assim nossas expectativas ou são resultados de mero acaso. Para tanto, começaremos analisando os dados da tabela 4.21 a qual apresenta os resultados do teste U de *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e os dados dos leigos. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e os de leigos.
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1) e os de leigos.

Observando os resultados do teste U de *Mann-whitney*, para os dados de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI1), e os dados dos leigos que são mostrados na tabela 4.21, verificamos que apenas três objetos apresentam diferenças estatisticamente significativas, entre os dados citados. Os três objetos são: “números”, “spin” e “probabilidade”; já, os valores de p concordam com a relação $p < \alpha$, sendo, respectivamente, 0,007; 0,048 e 0,038. Olhando para a magnitude dos efeitos do teste, é possível constatar um efeito de pequena magnitude para todos os objetos, indicando uma grande sobreposição das curvas de distribuição dos dados; no entanto, os objetos supracitados são aqueles que apresentam, dentre todos os objetos, os maiores efeitos.

Tabela 4.21 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EEII e os Leigos

Objetos	SPL ⁹	SPEEII	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números *	33887,5	48327,5	16952,5	-2,708	0,007	0,26
Corrente elétrica	32739,0	49476,0	18101,0	-1,414	0,157	0,12
Spin *	29279,0	52936,0	17189,0	-1,978	0,048	0,18
Fóton	30755,0	51460,0	18665,0	-0,642	0,521	0,08
Genes	31695,0	50520,0	19145,0	-0,234	0,815	0,05
Probabilidade *	29174,5	53040,5	17084,5	-2,074	0,038	0,23
Cromossomos	30792,5	51422,5	18702,5	-0,703	0,482	0,04
Ponto material	30279,5	51935,5	18189,5	-1,131	0,258	0,17
Elétron	30262,5	51952,5	18172,5	-1,187	0,235	0,06
Massa	30025,0	52190,0	17935,0	-1,734	0,083	0,14
Célula	31001,0	51214,0	18911,0	-0,556	0,578	0,06
Força gravitacional	30993,5	51221,5	18903,5	-0,468	0,640	0,08
Átomo	30079,0	52136,0	17989,0	-1,412	0,158	0,13
Força de atrito	30488,5	51726,5	18398,5	-0,971	0,331	0,13
Campo gravitacional	29592,5	52622,5	17502,5	-1,797	0,072	0,22
Campo magnético	30557,5	51657,5	18467,5	-0,889	0,374	0,11

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

⁹ SPL – Soma das posições dos dados dos leigos.

Verificaremos, agora, se as diferenças encontradas entre os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1), e os dados dos leigos são estatisticamente significativas. Analisaremos a tabela 4.22 que mostra os resultados do teste U de *Mann-Whitney*, entre os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1), e os dados dos leigos. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1), e os de leigos.
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1) e os de leigos.

De acordo com os dados da tabela 4.22, verificamos que apenas “corrente elétrica” apresenta diferenças significativas entre os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI1) e os dados dos leigos, indicando uma aproximação maior entre os dados desses dois grupos. Os resultados dos efeitos do teste mostram efeitos com magnitudes muito baixas, sugerindo uma grande sobreposição entre as curvas de distribuição dos dados de ambos os grupos. Coincidentemente, o maior efeito do teste ocorreu com os dados atribuídos à “corrente elétrica”, se comparado com os efeitos dos demais objetos.

Os resultados encontrados nos testes mostrados nas tabelas 4.21 e 4.22 parecem indicar que os dados dos leigos estão em maior concordância com os dados dos estudantes com baixo interesse por ciências do que com os dados dos estudantes com elevado interesse por ciências. Porém, vamos comparar os dados dos grupos de estudantes, mais refinados com os dados dos leigos, a fim de fortalecer tais evidências.

Tabela 4.22 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EBI1 e os Leigos

Objetos	SPL	SPEBI1	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números	20962,0	14816,0	8488,0	-0,440	0,660	0,06
Corrente elétrica *	22233,0	13545,0	7217,0	-2,884	0,004	0,29
Spin	21339,0	14439,0	8111,0	-0,959	0,338	0,14
Fóton	21656,0	14122,0	7794,0	-1,471	0,141	0,18
Genes	21355,0	14423,0	8095,0	-1,083	0,279	0,09
Probabilidade	19879,5	15898,5	7789,5	-1,480	0,139	0,19
Cromossomos	21334,0	14444,0	8116,0	-1,045	0,296	0,13
Ponto material	21277,5	14500,5	8172,5	-0,873	0,383	0,07
Elétron	20773,0	15005,0	8677,0	-0,005	0,996	0,01
Massa	20707,5	15070,5	8617,5	-0,130	0,897	0,01
Célula	21120,5	14657,5	8329,5	-0,735	0,462	0,04
Força gravitacional	20421,5	15356,5	8331,5	-0,639	0,523	0,09
Átomo	20990,0	14788,0	8460,0	-0,397	0,691	0,00
Força de atrito	20930,0	14848,0	8520,0	-0,287	0,774	0,03
Campo gravitacional	20494,5	15283,5	8404,5	-0,479	0,632	0,08
Campo magnético	21345,0	14433,0	8105,0	-1,010	0,312	0,10

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

A tabela 4.23 apresenta os resultados do teste U de *Mann-Whitney*, entre os dados dos estudantes com elevado interesse, (EEI2), e os dados dos leigos. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2) e os de leigos.
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com elevado interesse por ciências, (EEI2) e os de leigos.

Verificamos, observando os resultados da tabela 4.23, que seis objetos científicos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dados dos estudantes com elevado interesse, (EEI2), e os dados dos leigos. Tais objetos são: “números”, “spin”, “probabilidade”, “massa”, “átomo” e “campo gravitacional”, com seus valores de p , respectivamente, 0,009, 0,018, 0,022, 0,047, 0,030 e 0,021. Notamos que os efeitos do teste são pequenos, indicando que existe uma grande sobreposição entre as curvas de distribuição dos dados de estudantes com elevado interesse, (EEI2), e a dos dados dos leigos; porém, os objetos supracitados são os que possuem os maiores efeitos dentre os objetos.

Podemos constatar um aumento de objetos com diferenças significativas entre os dados dos estudantes com elevado interesse e os dados dos leigos, quando comparamos os dados da tabela 4.21 e os dados da tabela 4.23. Essa constatação parece contribuir com a hipótese de que os dados dos leigos estariam em menor concordância com os dados dos estudantes com elevado interesse.

Tabela 4.23 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EEI2 e os Leigos

Objetos	SPL	SPEEI2	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números *	26621,5	25059,5	11198,5	-2,601	0,009	0,26
Corrente elétrica	25732,0	25949,0	12088,0	-1,201	0,230	0,11
Spin *	23051,0	28630,0	10961,0	-2,374	0,018	0,26
Fóton	24034,0	27647,0	11944,0	-1,149	0,251	0,14
Genes	24752,0	26929,0	12662,0	-0,288	0,773	0,11
Probabilidade *	23117,5	28563,5	11027,5	-2,293	0,022	0,27
Cromossomos	24431,0	27250,0	12341,0	-0,753	0,452	0,06
Ponto material	23853,5	27827,5	11763,5	-1,452	0,147	0,23
Elétron	23661,0	28020,0	11571,0	-1,772	0,076	0,13
Massa*	23758,5	27922,5	11668,5	-1,989	0,047	0,19
Célula	24051,5	27629,5	11961,5	-1,553	0,120	0,15
Força gravitacional	23792,0	27889,0	11702,0	-1,627	0,104	0,21
Átomo*	23426,0	28255,0	11336,0	-2,175	0,030	0,23
Força de atrito	23798,0	27883,0	11708,0	-1,601	0,109	0,23
Campo gravitacional*	23214,0	28467,0	11124,0	-2,314	0,021	0,30
Campo magnético	23926,0	27755,0	11836,0	-1,400	0,161	0,17

NOTA: * Objetos que apresentam diferenças com valores significativos.

Veremos se ocorre a confirmação, analisando, por meio da tabela 4.24, os resultados do teste U de *Mann-Whitney*, entre os dados dos estudantes com baixo interesse por ciência, (EBI2) e os dados dos leigos. Nossas hipóteses, nula, H_0 , e alternativa, H_1 , estão descritas a seguir.

- **Hipótese nula (H_0)** – não há diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2) e os de leigos;
- **Hipótese alternativa (H_1)** – existem diferenças significativas entre os níveis de sentimento de realidade de estudantes com baixo interesse por ciências, (EBI2) e os de leigos.

Os dados contidos na tabela 4.24 mostram que não ocorreram diferenças significativas, entre os dados dos estudantes com baixo interesse, (EBI2) e os dados dos leigos, com nenhum dos objetos científicos pertencentes ao questionário de intensidade de realidade. As magnitudes dos efeitos do teste continuam, assim, como na tabela 4.22, muito baixas, indicando uma grande sobreposição entre as curvas de distribuição dos dados de estudantes com baixo interesse, (EBI2), e os dados dos leigos.

Assim, os dados analisados nas tabelas 4.21, 4.22, 4.23 e 4.24 parecem apontar uma maior proximidade entre os dados dos leigos e os dos estudantes com baixo interesse do que entre os dados dos leigos e os dos estudantes com elevado interesse, como assinalavam nossas primeiras observações por meio das médias dos objetos.

Dessa forma, é possível inferir que os leigos apresentam um menor grau de *sentimento de realidade* em relação aos objetos científicos do que o grau do *sentimento de realidade* atribuído pelos estudantes com elevado interesse por ciências. E, conforme as evidências demonstradas, esse grau de *sentimento de realidade* é próximo do grau de *sentimento de realidade* dos estudantes com baixo interesse por ciências.

Tabela 4.24 - Teste *Mann-Whitney* entre os dados dos estudantes da amostra EBI2 e os Leigos

Objetos	SPL	SPEBI2	Valor U	Z ajustado	P ajustado	Medida do efeito (d)
Números	16371,5	5994,5	4281,5	-0,219	0,827	0,01
Corrente elétrica	17406,5	4959,5	3363,5	-3,099	0,002	0,40
Spin	16975,0	5391,0	3795,0	-1,463	0,143	0,25
Fóton	16976,5	5389,5	3793,5	-1,444	0,149	0,22
Genes	17145,0	5221,0	3625,0	-2,089	0,037	0,31
Probabilidade	16332,0	6034,0	4242,0	-0,259	0,796	0,04
Cromossomos	17085,0	5281,0	3685,0	-1,914	0,056	0,31
Ponto material	16524,5	5841,5	4245,5	-0,261	0,794	0,03
Elétron	16603,0	5763,0	4167,0	-0,486	0,627	0,08
Massa	16637,0	5729,0	4133,0	-0,669	0,504	0,06
Célula	16555,0	5811,0	4215,0	-0,424	0,672	0,03
Força gravitacional	16322,0	6044,0	4232,0	-0,313	0,754	0,07
Átomo	16795,5	5570,5	3974,5	-1,045	0,296	0,14
Força de atrito	16570,5	5795,5	4199,5	-0,402	0,688	0,09
Campo gravitacional	16377,0	5989,0	4287,0	-0,146	0,884	0,04
Campo magnético	16930,5	5435,5	3839,5	-1,398	0,162	0,18

CAPÍTULO 5

IMPACTO DA NOÇÃO DE SENTIMENTO DE REALIDADE NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Não é desconhecido o fato de que as disciplinas que compõem a área das Ciências Naturais vêm sendo desprestigiadas por parte dos estudantes. Alguns fatores proporcionam esse desinteresse, tais como o formalismo matemático, a dificuldade em promover a mudança conceitual, por conta das concepções alternativas que adquirimos desde cedo, e a dificuldade em estarmos convictos e seguros sobre a existência de realidades diferentes da que temos no cotidiano.

A literatura apresenta trabalhos (CHI, 1992 e 2008; SLOTTA e CHI, 2006) que concentram esforços em pesquisar quais as condições necessárias e favoráveis para que o conceito de um objeto científico possa substituir o conceito equivocado do senso-comum. Em nossa opinião, isso exige articular a perspectiva de compreensão de “como os objetos são?” com a de “qual a realidade deles?” na percepção dos estudantes.

Os trabalhos de Chi e colegas buscam favorecer a compreensão conceitual dos estudantes com a mudança de categorias ontológicas. Embora, solidários a tal posição, acreditamos que a esse objetivo deveríamos acrescentar a necessidade de ampliar o *sentimento de realidade* dos estudantes em relação aos objetos científicos.

Em outras palavras, é razoável o tratamento para ocorrer mudança de categorias ontológicas (de matéria para evento, por exemplo), mas também ocorrer influência didática para estabelecer os objetos como reais, dentro das categorias corretas. Assim, sugerimos que investigações futuras devem estabelecer a relação entre o ser-aí (existência) e o ser-assim (essência) dos objetos científicos na percepção dos estudantes, a fim de obtermos um quadro mais completo do processo de aquisição, escolha e retenção do melhor conhecimento.

Imbuídos desse espírito, investigamos sobre a realidade dos objetos do mundo, tomando como base o conceito de *sentimento de realidade*. Verificamos o nível de realidade e, indiretamente, o *sentimento de realidade* atribuído aos objetos pelos estudantes, cientistas e leigos. Tomamos, como aporte teórico, o realismo científico de Karl Raimund Popper, idealizado na sua Teoria dos Três Mundos, e buscamos na análise multivariada de Clusters e testes estatísticos suportes quantitativos para qualificar nossa investigação e nossos

resultados. Em nossa pesquisa, assumimos que o *sentimento de realidade* é um objeto do mundo 2, composto e influenciado por aspectos afetivos, sociais, sensoriais e cognitivos que permitem às pessoas apreender as realidades do mundo. Buscamos, também, investigar a possibilidade de uma relação entre o *sentimento de realidade* dos estudantes frente aos objetos científicos e o interesse por ciências.

Inicialmente, realizamos uma análise de clusters para agrupar os objetos de acordo com suas similaridades, isso foi feito para os cientistas, estudantes e leigos. Nossos resultados mostraram que os cientistas atribuem à maioria dos objetos científicos, pertencente ao Mundo 3, um nível de realidade elevado, e, por extensão, um *sentimento de realidade* elevado, que para alguns objetos científicos pode ser comparado ao nível de realidade dos objetos do cotidiano ou objetos materiais, pertencentes ao Mundo 1.

Para o grupo de cientistas a maior parte dos objetos científicos forma um grupo distinto com médias, que representam o nível de *sentimento de realidade*, próximas as médias do grupo de objetos do mundo 1. Por sua vez, os objetos do mundo 2 apresentam, na visão dos cientistas, as menores médias e, conseqüentemente, um baixo nível de *sentimento de realidade*.

A análise de cluster dos estudantes mostrou que os objetos científicos (Mundo 3) pertencem a um grupo mesclado, com objetos de todos os cinco Mundos, a saber, M2.1, M3.1, M1, M2 e M3. Para os estudantes, os objetos do M3.1, presentes no dia a dia com grande carga de objetivação, como é o caso de “livro”, “cadeira”, “caneta”, “óculos”, “escultura” e “algodão doce”, parecem possuir maior nível de *sentimento de realidade* do que objetos do M1 que estão distantes ou não são tão palpáveis, como, por exemplo, “estrela”, “relâmpago”, “ar” e “nuvem”. Consideramos, então, que, para os estudantes, os objetos do M3.1 possuem um nível de *sentimento de realidade* maior que os objetos do M1. Os objetos do M2 possuem, em sua maioria, as médias mais baixas, ficando assim com os menores níveis de *sentimento de realidade* na visão dos estudantes.

O resultado da análise de cluster dos leigos mostrou que todos os objetos do M3.1 foram agrupados com os objetos de maiores médias, apresentando, assim, altos *sentimentos de realidade*. Com isso, vamos considerar que, para os leigos, os objetos do M3.1 são dotados dos maiores sentimentos de realidade, mesmo que metade dos objetos do M1 estejam no mesmo grupo que eles. Três objetos do M3, a saber,

“fóton”, “spin” e “probabilidade” possuem as médias mais baixas e, consequentemente, os menores níveis de *sentimento de realidade*.

Fazendo uma análise que considera o número de objetos em cada grupo, é possível obter uma hierarquia do *sentimento de realidade* que cientistas, estudantes e leigos atribuem aos objetos dos mundos estudados. Dessa forma, chegamos a uma hierarquia entre os mundos, que está relacionada com a classe de participante da pesquisa.

As figuras 5.1, 5.2 e 5.3 mostram de forma esquemática a hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1, relacionada aos cientistas; a hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1, relacionada aos estudantes; e a hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1, relacionada aos leigos, respectivamente.

Figura 5.1 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos cientistas.

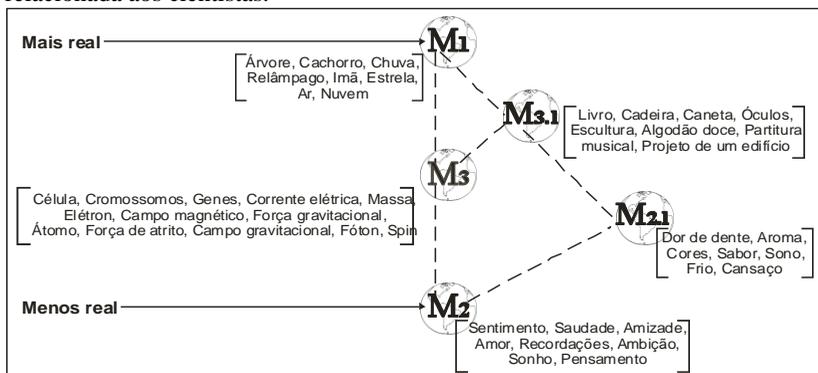


Figura 5.2 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos estudantes.

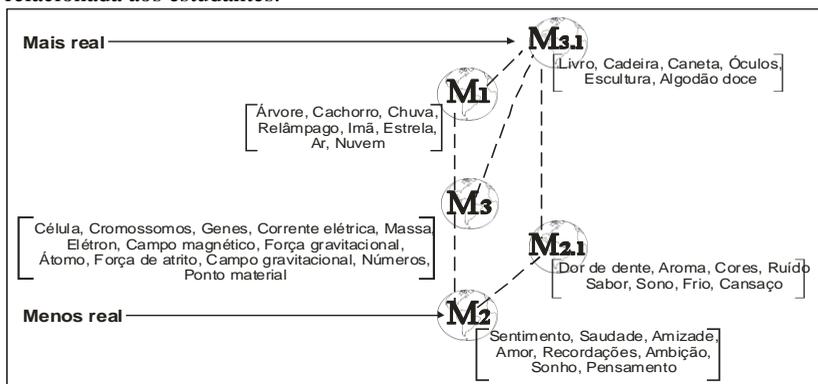
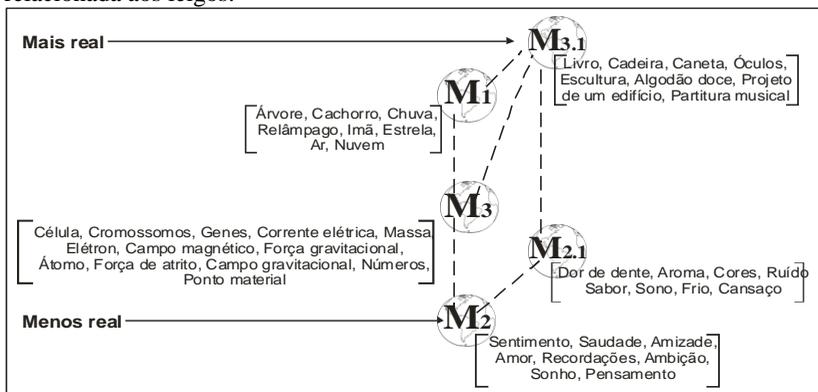


Figura 5.3 - Hierarquia entre os mundos M1, M2, M3, M2.1 e M3.1 relacionada aos leigos.



Para os cientistas, o M1 é o mais real e o M2 possui o status de menos real. É possível perceber uma semelhança entre o *sentimento de realidade* que estudantes e leigos atribuem aos mundos observados. Para essas duas classes de participantes, o M3.1 apresenta maior realidade, e o M2 apresenta menor status de realidade. Existe uma concordância entre as três classes de participantes quanto ao mundo M2, que detém o menor *sentimento realidade*. Obviamente, tais conclusões precisam ser complementadas por estudo qualitativo que enfoque as justificativas dos estudantes, leigos e cientistas para formação das hierarquias apresentadas.

Após uma análise de comparação entre os grupos de objetos com maiores e menores médias dos clusters dos cientistas, estudantes e leigos, chegamos à conclusão de que é possível obter um conjunto de objetos comuns aos grupos, indicando a existência de objetos que podem servir de referência para trabalhos futuros, quando se fala em altos e baixos *sentimentos de realidade*. Constatamos que objetos do M1 e objetos do M3.1 podem constituir uma linha de base para objetos com altos sentimentos de realidade. No que se refere a baixos *sentimentos de realidade*, também é possível verificar objetos do M2 e objetos do M2.1 que podem servir como referência. Essa constatação abre campo para investigações futuras se se debruçarem sobre a criação de escalas comparativas (“você considera o elétron real como um livro”, por exemplo) até mesmo com potencialidade de uso didático para medir o coeficiente de realidade de objetos científicos antes e após a instrução.

Quando analisamos apenas os objetos científicos, os resultados mostram que existem diferenças entre as médias obtidas pelos cientistas,

estudantes e leigos. É possível verificar que os cientistas apresentam médias superiores às médias dos outros dois grupos, indicando que, para os cientistas, os objetos da ciência possuem um alto grau de *sentimento de realidade*. Essa verificação já era esperada, pois conjecturamos que os cientistas têm bastante interesse nos seus objetos de trabalho.

Com o intuito de verificar se o interesse dos estudantes por ciências possui relação com o *sentimento de realidade* que eles atribuem aos objetos científicos, fizemos uma separação, por meio do questionário da seção F do ROSE-Brasil, do grupo de estudantes em: estudantes com elevado interesse e estudantes com baixo interesse em ciências. Logo após, realizamos uma análise descritiva e testes estatísticos para chegarmos às seguintes conclusões.

a) à medida que refinávamos as amostras de estudantes com elevado e baixo interesse em ciências, ocorria maior diferença entre as médias atribuídas aos objetos científicos desses dois grupos de estudantes. As médias dos estudantes com elevado interesse aumentaram, chegando mais próximas das médias dos cientistas, e as médias dos estudantes com baixo interesse diminuíram se afastando cada vez mais das médias dos cientistas. Essa constatação foi apoiada pelos testes estatísticos de hipóteses que mostraram a existência de diferenças significativas entre as médias dos estudantes e as médias dos cientistas para alguns objetos científicos, à medida que as amostras ficavam mais refinadas.

b) as médias que os leigos atribuem aos objetos científicos estão mais próximas das médias dos estudantes com baixo interesse por ciências. Quanto mais refinávamos nossas amostras de estudantes, maior era a diferença entre as médias dos estudantes com elevado interesse por ciências e as médias dos leigos e, conseqüentemente, menor eram as diferenças entre as médias dos estudantes com baixo interesse por ciências e as médias dos leigos. Isso ficou bem claro nos testes de hipótese, pois as diferenças estatísticas entre as médias das amostras de estudantes com elevado interesse em ciências e as médias dos leigos em relação a alguns objetos científicos aumentavam à medida que os estudantes ficavam mais interessados. Por outro lado, os testes mostraram que as diferenças estatísticas entre as médias dos estudantes com baixo interesse por ciências e as médias dos leigos diminuíam à medida que as médias do interesse dos estudantes eram menores.

Os testes estatísticos indicaram que existem diferenças entre as médias dos estudantes com elevado interesse por ciências, estudantes com baixo interesse por ciências, cientistas e leigos, e essas diferenças não são mero acaso. Com isso, foi possível verificar que à medida que

as nossas amostras de estudantes são refinadas, a ponto de obtermos maior diferença entre as médias dos estudantes com elevado e baixo interesse por ciências, também, ocorreu uma maior diferença entre os níveis de realidade e, conseqüentemente, do *sentimento de realidade*, atribuído aos objetos científicos por esses grupos de indivíduos.

Os resultados obtidos por esse trabalho parecem indicar que existe uma relação entre o interesse dos estudantes por ciências e o *sentimento de realidade*; no entanto, outras questões devem ser levantadas e que não foram abordadas nessa investigação. Uma delas refere-se aos critérios utilizados pelos grupos de indivíduos participantes da pesquisa para considerar os objetos como reais. O que leva cada grupo a identificar um objeto como real? Essa resposta permitiria, em articulação com as perspectivas teóricas discutidas no capítulo 2, melhor compreensão da emergência do *sentimento de realidade*. Podemos verificar ainda que, em todos os grupos, alguns objetos científicos, como é o caso de “números”, obtiveram médias baixas e não estão classificados nos mesmos agrupamentos da maioria dos objetos científicos. Por que isso acontece? Qual a diferença entre esses e os outros objetos científicos?

Independentemente das várias questões que não foram respondidas (mas que são importantes por abrir novas frentes de investigação), ficamos com a convicção de que o aumento do *sentimento de realidade* dos estudantes com relação aos objetos científicos está relacionado ao interesse desses estudantes por ciência. Nesse sentido, devemos investir em estratégias que possam possibilitar um aumento no nível de *sentimento de realidade* dos estudantes frente aos objetos científicos.

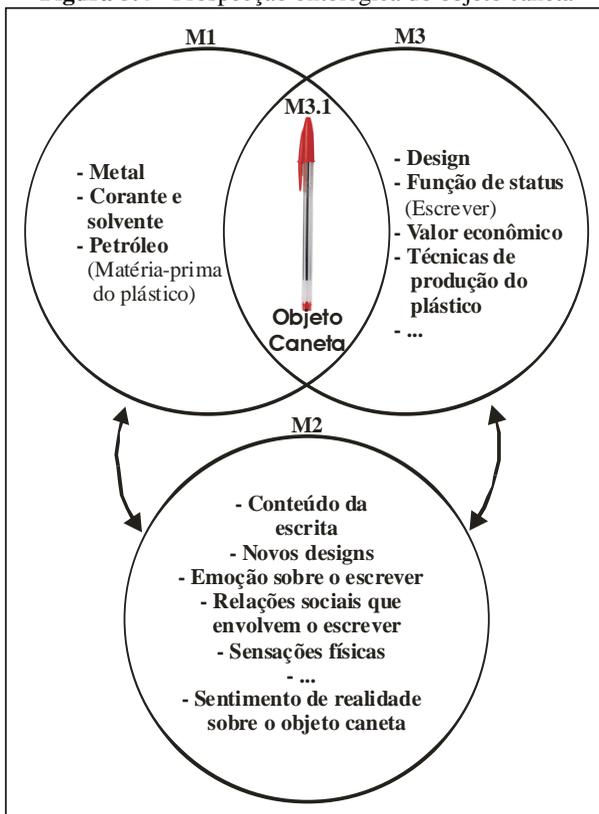
Prospecção Ontológica

A ontologia de Popper estabelece que cada coisa que existe ou se experimenta é classificada em um ou outro dos três mundos de Popper (figura 1.1 da p. 40): Mundo 1, dos objetos e grandezas físicas; Mundo 2, o mundo dos estados de consciência e conhecimento subjetivos de todos os tipos; Mundo 3, o mundo da cultura realizada, compreendendo a totalidade do conhecimento objetivo.

Além disso, Popper propõe que existe uma interação entre esses mundos. Verificada, em sua estrutura, a ontologia dos três mundos é útil para colocar em evidência os constituintes ontológicos elementares de qualquer objeto (inclusive científicos), em um processo que

chamaremos de prospecção ontológica. Tomemos, como exemplo padrão o objeto caneta da figura 5.4.

Figura 5.4 - Prospecção ontológica do objeto caneta



Na figura se reconhece facilmente os elementos do Mundo 1: o petróleo (matéria prima do plástico), o corante e o solvente (componentes da tinta usada para escrever) e o metal da ponta da caneta. Eles representam o tipo mais óbvio ou fundamental de realidade, a que caracteriza as coisas materiais de tamanho comum. Entretanto, isoladamente, esses elementos não constituem o objeto caneta, antes é necessária a materialização ou incorporação de elementos do Mundo 3. Entra em jogo o design, que dá forma à caneta; a função de status, que determina o papel das canetas dentro de uma cultura, e o valor econômico, que se espera esteja objetivado para um indivíduo particular. Esta é a interação entre os Mundos 3 e Mundo1 definida por Popper.

Entretanto, a parte mais fabulosa é que esses elementos permitem interação com o Mundo 2. É possível tocar nas partes físicas da caneta, elas podem ser “frias” ou “quentes”, podem ser ásperas ou provocar dor. Isso é o que Popper chama de interação entre o Mundo 2 e o Mundo 1. Mas, a interação com o mundo 2 vai além. Outros elementos subjetivos entram em cena. O conteúdo da escrita é um objeto do Mundo 2, que pode se candidatar ao Mundo 3, por intermédio da escrita. Podem ser experimentadas relações sociais e emoções com respeito ao escrever. Novos designs podem ser pensados e assim alcançados objetos do Mundo 3. As interações não param por aí, propositalmente são deixados espaços para que o leitor complete a figura.

Aparentemente nada de novo foi dito, até o momento, mas quando exploramos o objeto *sentimento de realidade* (Mundo 2) sobre o objeto caneta (Mundo 3.1), por intermédio da prospecção ontológica, deduzimos naturalmente da TTM de Popper o conceito de *sentimento de realidade*. Popper parte de uma noção básica de *sentimento de realidade*, o realismo de senso-comum, para provar a realidade do Mundo 1. A partir disso, investe grande esforço em provar a realidade do Mundo 2 e 3, em particular, dos objetos incorpóreos do Mundo 3, pela ação causal no Mundo 1; e em provar a objetividade do Mundo 3.

Todavia, Popper não oferece um quadro explicativo da formação *do sentimento de realidade* em relação aos objetos do Mundo 3, além de que é uma extensão da noção mais básica de realidade que caracteriza as coisas materiais.

Contudo, observando a teoria completa extraímos as características principais que definem a emergência do *sentimento de realidade*: interações cognitivas, afetivas, sensoriais e/ou sociais entre os objetos dos 3 mundos (em extrema concordância com o Quadro 2.1 da p.59).

Assim, o *sentimento de realidade*, que media a interação entre os mundos no que diz respeito à realidade, sobre o objeto caneta emerge da interação entre objetos dos três mundos. Essas interações podem ser de ordem sensorial (tocar a caneta), social (situações que envolvem a escrita), afetivas (sentimentos e emoções que envolvem o escrever) e cognitivas (criação de design, objetivação da função de status). Decorre então que a intensificação do *sentimento de realidade* passa pela intensificação dessas interações.

Consideramos que a prospecção ontológica pode oferecer elementos para explorarmos didaticamente formas de intensificar o *sentimento de realidade* sobre objetos científicos. Sem a intenção de apresentar alguma receita, nos parece viável realizar a prospecção

ontológica de alguns objetos centrais das teorias físicas exploradas no Ensino Médio (por exemplo, aqueles classicamente abordados com estruturas conceituais alternativas pelos estudantes). Isso possibilitaria instruir adequadamente o processo de construção do *sentimento de realidade* sobre esses objetos, enfatizando:

- 1) A interação entre objetos dos três mundos de Popper.
- 2) Abordagem que favoreça interação sensorial com o objeto científico.
- 3) Abordagem que mostre o conhecimento científico como um conhecimento pertencente ao mundo do estudante, presente no seu dia a dia e compartilhado pela comunidade escolar a que pertence.
- 4) Abordagem que permita ao estudante construir vínculos afetivos com o conhecimento científico, em particular, que despertem interesse.
- 5) Abordagem que apresente o conhecimento científico de forma acessível ao entendimento do estudante.

Claramente, algumas ideias lançadas não são novas, mas a forma de abordagem e articulação dos cinco itens elencados sugere a necessidade de investigações empíricas efetivas.

Temos consciência de que lançamos algum feixe de luz sobre o tema. Existe muito ainda a ser pesquisado e, nesse sentido, esperamos que nosso trabalho influencie novas pesquisas sobre o tema *sentimento de realidade*, cujos resultados sejam levados em consideração, por professores e especialistas, na construção de estratégias e modelos pedagógicos, a fim de possibilitar melhores resultados no entendimento das ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. A. de. **Estabilidade em análise de agrupamento**. 2005. Dissertação de mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.
- ALVES, L. B.; BELDERRAIN, M. C. N. e SCARPEL, R. A. Tratamento multivariado de dados por análise de correspondência e análise de agrupamentos. In: **Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA**, 13, 2007, São José dos Campos. Anais do Evento. São José dos Campos, 2007.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP, Papirus, 1995.
- ARAÚJO, B. C. **História da Ciência como estratégia didática no Ensino Médio: um breve olhar de conteúdos da Óptica**. 2013. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, 2013.
- ARENDT, H. **A vida do espírito**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 2009.
- ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 11, n. 2, p. 88-99, ago. 1994.
- ASSUNÇÃO, E. C. S. C. **Ensino de Física e da Química e a motivação escolar dos alunos a Ciências físico-químicas**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa – Portugal. 2013.
- BACHELARD, G. **A filosofia do não**: Trad. Joaquim José Moura Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1978, p. 2-87. (Os pensadores)
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 6^a Ed. Florianópolis. Editora da UFSC. 2006.
- BARBOSA, E. F. Instrumentos de Coleta de Dados em Projetos Educacionais. **Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais - Educativa**, Belo Horizonte, 1998.
- BARRA, E.S.O. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. **Revista Ciência e Educação**, v. 5, n. 1, p. 15-26, 1998.

BERGER, P. E. & LUCKMANN, T. **A construção social da realidade:** tratado de sociologia do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 1999.

BRICKMAN, P. Is it real? **Journal of Experiential Learning and Simulation.** University of Michigan. Vol. 2, N° 1, p. 39-53, 1980

CARDOSO, S. P. e COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química. **Química nova**, 23(2). p. 401-404, 2000.

CHAUI, M. **Convite à Filosofia.** São Paulo: Ed. Ática, 2008.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In: **R. Giere (Ed.), Cognitive Models of Science: Minnesota studies in the Philosophy of Science** (p. 129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1992.

CHI, M. T. H. Three types of Conceptual Change: Belief Revision, Mental Model Transformation, and Categorical Shift. In: **S. Vosniadou (Ed.), Handbook of research on conceptual change** (p. 61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2008.

COELHO, R. O. **O que leva o aluno a gostar (ou não) da aula de Física?** 1999. Monografia de Especialização em Educação. Universidade Federal de Pelotas – RS. 1999.

CUSTÓDIO, J. F. **Explicando Explicações na Educação Científica:** Domínio Cognitivo, Status Afetivo e Sentimento de Entendimento. 2007. Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CUSTÓDIO, J. F. **Vínculos afetivos com o saber científico:** uma análise das noções de sentimento de realidade e sentimento de entendimento. 2009. Trabalho escrito como requisito parcial de concurso para cargo de Professor Adjunto, campo de conhecimento Ensino de Física, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para Psicologia:** Usando SPSS para Windows. Trad. Lóri Viali. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DONI, M. V. **Análise de Cluster: Métodos hierárquicos e de particionamento.** Trabalho apresentado à disciplina de trabalho de Graduação Interdisciplinar II, como parte das exigências para obtenção

do título de Bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade de Computação e Informática da Universidade Presbiteriana Mackenzie - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2004.

FERREIRA, E. C.; RODRIGUES, S. H. B. G.; FERREIRA, M. M. C.; NÓBREGA, J. A. e NOGUEIRA, A. R. A. Análise exploratória dos teores de constituintes inorgânicos em sucos e refrigerantes de uva. **Revista Eclét. Quim.**, v. 27, São Paulo, n. special, p. 77-90, 2002.

FOUREZ, G. **A construção das Ciências: Introdução à Filosofia e à ética das Ciências.** São Paulo: Editora UNESP, 1995.

FRAASSEN, Bas C. Van. **The Scientific Image.** Oxford: Oxford University Press, 1980.

FREDRICKSON, A. L. What Good Are Positive Emotions? **Review of General Psychology**, Washington, v. 2, n. 3, p. 300-319, set. 1998.

FREITAS, J. A. B. **Análise de Cluster da Lisozima.** Relatório Científico apresentado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por conta da conclusão de projeto de Iniciação Científica - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FRENCH, S. **Ciências: Conceitos-chave em filosofia.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas.** São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONÇALVES, A. M. V. **As atitudes dos alunos face às ciências da Terra e da Vida.** 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro – Portugal. 2012.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa.** Brasília, Vol. 22, n° 2, p. 201-210, Mai-Ago, 2006.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** Tradução: Adonai Schlup Sant’Anna. 6^a Ed. Bookman. 2009.

HARRES, J. B. S. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de ótica geométrica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 10, n. 3, p. 220-234, Florianópolis, dez. 1993.

HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KASHDAN, T. B.; ROSE, P.; FINCHAM, F. D. Curiosity and exploration: Facilitating positive subjective experiences and personal growth opportunities. **Journal of personality assessment**, Falls Church, v. 82, n. 3, p. 291-305, 2004.

KRAPP, A. Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. **Learning and Instruction**, v. 15, n. 5, p. 381-395, oct. 2005.

LARSON, R. e FARBER, B. **Estatística aplicada**. Trad. Luciane Ferreira Pauleti Vianna. 4ª Ed. Pearson Prentice Hall, 2010.

MARECHAL, J. **Études sur la psychologie des mystiques**. 2ª ed. Bruxelas-Paris:DDB, 1924,1938.

MARINELI, F. **Um estudo sobre critérios de realidade em estudantes de Física**. 2003. Monografia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MARINHO, T. S. G. R. M. **Potencialidades das TIC no ensino das ciências naturais** – um estudo de caso. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro – Portugal. 2008.

MEYER, A. S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes**. 2002. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

MORA, J. F. **Dicionário de filosofia: tomo IV (Q-Z)**. São Paulo: Loyola, 2001.

NETO, L. C. B. T. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: Resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil**. 2008. Tese de doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, uso e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**. São Paulo, Vol. 1, n° 3, 2º Sem./1996.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. (org). **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 53-75.

PEREIRA, J. C. R. O realismo como pressuposto metafísico na filosofia da ciência de Karl Popper. **Theoria**, Pouso Alegre, vol. 03, n. 08, ago. 2011. Disponível em: < <http://www.theoria.com.br/?p=185>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

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

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, vol. 4, n. 3, p. 213-227, set. 1999.

PINHEIRO, T. F. **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. 2003. Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. Trad. Milton Amado. Belo horizonte: Itatiaia, 1975.

POPPER, K. R. **Em busca de um mundo melhor**. Trad. Milton Camargo Mota. São Paulo: Martins, 2006.

POPPER, K. R.; ECCLES, J. C. **O cérebro e o pensamento**. Trad. Sílvio Meneses Garcia, Helena Cristina F. Arantes e Aurélio Osmar C. de Oliveira. São Paulo: Papirus, 1992.

POPPER, K. R.; ECCLES, J. C. **O eu e seu cérebro**. Trad. Sílvio Meneses Garcia, Helena Cristina F. Arantes e Aurélio Osmar C. de Oliveira. 2ª Ed. São Paulo: Papirus, 1995.

POSNER. G.J. et al. **Acomodacion de um concepto científico: hacia una teoria Del cambio conceptual**. (89-112). In: PÓRLAN, R.; GARCIA, J. E.; CANAL, P. Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Sevilla: Ed. Díada, 1997.

ROMANINI, M. **Realismo e pluralismo: a filosofia da Ciência de Karl R. Popper**. 2012. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2012.

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica para as Ciências do comportamento**. São Paulo. Editora McGraw-Hill LTDA. (1975)

SILVA, M. R. Realismo e antirrealismo na ciência: Aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, vol. 5, n. 1, p. 7–13, 1998.

SILVA, S. U.; FILHO, A. A. C.; OLIVEIRA, E. C. e FIRETTI, R. Aplicação da análise multivariada de agrupamento no estudo da produção de fruticultura, na região administrativa de Presidente Prudente-SP no ano de 2008. In: **SINAPE – Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**, 19, 2010, São Pedro. Anais do Evento. São Pedro, 2010.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 13, n. 3, p. 197-218, dez. 1996.

SILVIA, P. J. **Exploring the psychology of interest**. New York: Oxford University Press, 2006. 263p.

SILVIA, P. J. **Interest and interests**: The psychology of constructive capriciousness. *Review of General Psychology*, Washington, v. 5, n. 3, p. 270-290, set. 2001.

SILVIA, P. J. **What is interesting?** Exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, v. 5, n. 1, p. 89-102, mar. 2005.

SILVIA, P. J.; KASHDAN, T. B. Interesting Things and Curious People: Exploration and Engagement as Transient States and Enduring Strengths. **Social and Personality Psychology Compass**, Boston, v. 3, n. 5, p. 785-797, set. 2009.

SLOTTA, J. D. e CHI, M. T. H. Helping Students Understand Challenging Topics in Science Through Ontology Training. **Cognition and Instruction**, V. 2, n. 24, p. 261–289. Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; GAMA, J. R. V. e LEITE, H. G. Emprego de análise multivariada para investigação vertical de florestas inequidâneas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 59-63, 2003.

TAVARES, M. **Estatística aplicada à administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração?UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2011.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria. UFSM, CCNE, 2005.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência computação. In: Tomasz Kowaltowski; Karin Breitman. (Org.). **Atualização em informática 2007: Sociedade Brasileira de Computação** e Editora PUC rio, 2007, v., p. 221-262.

WASELFISZ, J. J. **O ensino das ciências no Brasil e o Pisa**. São Paulo: Sangari do Brasil, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A - Questionário de intensidade de realidade

QUESTIONÁRIO 02 – Indique o grau de realidade que você considera estar relacionado a cada um dos objetos listados a seguir. (Assinale a sua resposta com **X** em cada linha.)

Neste questionário você usará uma escala Likert de quatro pontos que varia desde **Não real** (1) até **real** (4) tendo dois pontos intermediários (2 e 3).

		Não Real		Real	
1	Estrela	1	2	3	4
2	Sonho	1	2	3	4
3	Números	1	2	3	4
4	Aroma	1	2	3	4
5	Algodão doce	1	2	3	4
6	Corrente elétrica	1	2	3	4
7	Relâmpago	1	2	3	4
8	Pensamento	1	2	3	4
9	Spin	1	2	3	4
10	Dor de dente	1	2	3	4
11	Cadeira	1	2	3	4
12	Fóton	1	2	3	4
13	Nuvem	1	2	3	4
14	Sentimento	1	2	3	4
15	Genes	1	2	3	4
16	Ruído	1	2	3	4
17	Caneta	1	2	3	4
18	Probabilidade	1	2	3	4
19	Chuva	1	2	3	4
20	Saúde	1	2	3	4
21	Cromossomos	1	2	3	4
22	Sabor	1	2	3	4
23	Óculos	1	2	3	4
24	Ponto Material	1	2	3	4

		Não Real		Real	
25	Ar	1	2	3	4
26	Amor	1	2	3	4
27	Elétron	1	2	3	4
28	Cores	1	2	3	4
29	Partitura musical	1	2	3	4
30	Massa	1	2	3	4
31	Cachorro	1	2	3	4
32	Ambição	1	2	3	4
33	Célula	1	2	3	4
34	Frio	1	2	3	4
35	Força gravitacional	1	2	3	4
36	Escultura	1	2	3	4
37	Árvore	1	2	3	4
38	Amizade	1	2	3	4
39	Átomo	1	2	3	4
40	Cansaço	1	2	3	4
41	Força de atrito	1	2	3	4
42	Livro	1	2	3	4
43	Imã	1	2	3	4
44	Recordações	1	2	3	4
45	Campo Gravitacional	1	2	3	4
46	Sono	1	2	3	4
47	Projeto de um edifício	1	2	3	4
48	Campo Magnético	1	2	3	4

Argumente sobre o(s) critério(s) que você utilizou para classificar os objetos listados em seus graus de realidade.

Apêndice B - Questionário e TCLE Online respondido pelos cientistas

QUESTIONÁRIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao [PPGECT/UFSC](#). Ao ser convidado(a) para responder o questionário, você receberá todos os esclarecimentos e as informações ao respeito do questionário, bem como sobre a pesquisa da qual faz parte. Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, por favor, assina o SIM na afirmação, "Concordo em participar da pesquisa", que consta nesse documento. Caso for de seu interesse, lhe será fornecido uma cópia deste documento (via e-mail), sendo que a original ficará com os pesquisadores. Em caso de recusa, basta não responder ao questionário, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

TÍTULO DO PROJETO: O que é real para estudantes, leigos e cientistas?

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC

CONTATO: custodio@fsc.ufsc.br

PESQUISADORES PARTICIPANTES: Reginaldo Manoel Teixeira – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/[PPGECT](#) – UFSC

CONTATO: regisfsc@gmail.com

Descrição da pesquisa (conforme [Res. CNS nº 196/96](#))

O objetivo geral da pesquisa é investigar o nível de sentimento de realidade experimentado por estudantes, leigos e cientistas frente a entidades científicas e sua correlação com o interesse em ciências. Para isso necessitamos, inicialmente, coletar dados através de um questionário que será aplicado a um grande grupo de cientistas que desenvolvem pesquisas nas áreas de Biologia, Física e Química. Através deste documento, o convidamos a responder ao questionário sobre intensidade de realidade de alguns objetos.

IMPORTANTE: Ao participante garantimos sigilo das informações, as quais serão utilizadas como dados de pesquisa. Assim sendo, apenas os pesquisadores terão acesso ao material coletado e, em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participante. Ressaltamos ainda que, para consentir com a participação o(a) cientista deve assinalar SIM na afirmação, "Concordo em participar da pesquisa" após ler esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa. Por fim, garantimos que a participação na pesquisa não oferecerá nenhuma penalidade ou prejuízo aos participantes e é voluntária, sendo que o seu consentimento poderá ser retirado a qualquer momento. Após análise, a essência do questionário constituirá a parte empírica da dissertação de mestrado do pesquisador Reginaldo Manoel Teixeira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições em relação ao ensino e a aprendizagem de Ciências, em especial para a educação básica. O encerramento da pesquisa se dará após avaliação final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras. Caso necessitem de maiores informações, os pesquisadores estão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

A seguir apresentamos o questionário para você. Indique o grau de realidade que você considera estar relacionado a cada um dos objetos listados a seguir. (Assinale a sua resposta em cada linha.) Neste questionário você usará uma escala Likert de quatro pontos que varia desde Não real (1) até real (4) tendo dois pontos intermediários (2 e 3).

Concordo em participar da pesquisa*

- Sim
 Não

Nome***Idade*****Área de formação***

- Física
 Biologia
 Química
 Outro:

Área de pesquisa***Estrela***

1 2 3 4

Não Real Real

Sonho*

1 2 3 4

Não Real Real

Números*

1 2 3 4

Não Real Real

Aroma*

1 2 3 4

Não Real Real

Algodão doce*

1 2 3 4

Não Real Real

Corrente elétrica*

1 2 3 4

Não Real Real

Relâmpago*

1 2 3 4

Não Real Real

Pensamento*

1 2 3 4

Não Real Real

Spin*

1 2 3 4

Não Real Real

Dor de dente*

1 2 3 4

Não Real Real

Cadeira*

1 2 3 4

Não Real Real

Fóton*

1 2 3 4

Não Real Real**Nuvem***

1 2 3 4

Não Real Real**Sentimento***

1 2 3 4

Não Real Real**Genes***

1 2 3 4

Não Real Real**Ruído***

1 2 3 4

Não Real Real**Caneta***

1 2 3 4

Não Real Real**Probabilidade***

1 2 3 4

Não Real Real**Chuva***

1 2 3 4

Não Real Real

Saudade*

1 2 3 4

Não Real Real

Cromossomos*

1 2 3 4

Não Real Real

Sabor*

1 2 3 4

Não Real Real

Óculos*

1 2 3 4

Não Real Real

Ponto Material*

1 2 3 4

Não Real Real

Ar*

1 2 3 4

Não Real Real

Amor*

1 2 3 4

Não Real Real

Elétron*

1 2 3 4

Não Real Real

Cores*

1 2 3 4

Não Real Real**Partitura musical***

1 2 3 4

Não Real Real**Massa***

1 2 3 4

Não Real Real**Cachorro***

1 2 3 4

Não Real Real**Ambição***

1 2 3 4

Não Real Real**Célula***

1 2 3 4

Não Real Real**Frio***

1 2 3 4

Não Real Real**Força gravitacional***

1 2 3 4

Não Real Real

Escultura*

1 2 3 4

Não Real Real**Árvore***

1 2 3 4

Não Real Real**Amizade***

1 2 3 4

Não Real Real**Átomo***

1 2 3 4

Não Real Real**Cansaço***

1 2 3 4

Não Real Real**Força de atrito***

1 2 3 4

Não Real Real**Livro***

1 2 3 4

Não Real Real**Imã***

1 2 3 4

Não Real Real

Recordações*

1 2 3 4

Não Real Real**Campo Gravitacional***

1 2 3 4

Não Real Real**Sono***

1 2 3 4

Não Real Real**Projeto de um edifício***

1 2 3 4

Não Real Real**Campo Magnético***

1 2 3 4

Não Real Real

Argumente sobre o(s) critério(s) que você utilizou para classificar os objetos listados em seus graus de realidade.*

Apêndice C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos estudantes



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao PPGECT/UFSC. Ao ser convidado(a) para responder o questionário, você receberá todos os esclarecimentos e as informações ao respeito do questionário, bem como sobre a pesquisa da qual faz parte. Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, por favor, assine ao termo que consta nesse documento. Caso for de seu interesse, será lhe fornecido uma cópia deste documento, sendo que o original ficará com os pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

TÍTULO DO PROJETO: **O que é real para estudantes, leigos e cientistas?**

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC

PESQUISADORES PARTICIPANTES: Reginaldo Manoel Teixeira – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT – UFSC

TELEFONE: 3721-2414

ENDEREÇO: Colégio de Aplicação- Campus UFSC - Trindade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS nº 196/96)

O objetivo geral da pesquisa é investigar o nível de sentimento de realidade experimentado por estudantes, leigos e cientistas frente a entidades científicas e sua correlação com o interesse em ciências. Para isso necessitamos, inicialmente, coletar dados através de um questionário que será aplicado a um grande grupo de alunos do Ensino Médio. Convidamos você para responder ao questionário que será aplicado em sua escola, durante o horário e período normal de aulas, não sendo necessários deslocamentos em horários extraclasses.

IMPORTANTE: Ao aluno participante garantimos sigilo das informações, as quais serão utilizadas como dados de pesquisa. Assim sendo, apenas os pesquisadores terão acesso ao material coletado e, em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes. Além do mais, o questionário será aplicado na presença de um professor da escola. Ressaltamos ainda que, para alunos com idade inferior a 18 anos, os pais ou responsáveis deverão consentir com a participação do estudante assinando esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Caso haja participantes com idade igual ou superior a 18 anos, ele próprio poderá assinar este termo. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa. Por fim, garantimos que a participação na pesquisa não oferecerá nenhuma penalidade ou prejuízo aos participantes e é voluntária, sendo que o seu consentimento poderá ser retirado a qualquer momento.

Após análise, a essência do questionário constituirá a parte empírica da dissertação de mestrado do pesquisador Reginaldo Manoel Teixeira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições em relação ao ensino e a aprendizagem de Ciências, em especial para a educação básica. O encerramento da pesquisa se dará após avaliação final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso necessitem de maiores informações, os pesquisadores estão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
Pesquisador Responsável (custodio@fsc.ufsc.br)

Reginaldo Manoel Teixeira
Pesquisador Participante (regisfsc@gmail.com)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (Assinado pelo(a) estudante)

Eu, _____, RG/CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *O que é real para estudantes, leigos e cientistas?*, respondendo ao questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador/aplicador do questionário e por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário, os procedimentos envolvidos, assim como possíveis prejuízos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me explicado e garantido a participação voluntária e o sigilo das informações coletadas.

Florianópolis, _____ de _____ de 2013 _____
Assinatura

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (Assinado pelo(a) responsável)

Eu, _____, RG/CPF _____, abaixo assinado, responsável pelo(a) aluno(a) _____, autorizo sua participação na pesquisa *O que é real para estudantes, leigos e cientistas?*, respondendo ao questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário, os procedimentos envolvidos, assim como sobre os possíveis prejuízos e benefícios decorrentes de sua participação. Estou ciente de que a participação na pesquisa é voluntária, sendo garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade e prejuízo a mim ou ao menor.

Florianópolis, _____ de _____ de 2013 _____
Assinatura

Apêndice D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos leigos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao PPGECT/UFSC. Ao ser convidado(a) para responder o questionário, você receberá todos os esclarecimentos e as informações ao respeito do questionário, bem como sobre a pesquisa da qual faz parte. Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, por favor, assinie ao termo que consta nesse documento. Caso for de seu interesse, será lhe fornecido uma cópia deste documento, sendo que a original ficará com os pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

TÍTULO DO PROJETO: O que é real para estudantes, leigos e cientistas?

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC

PESQUISADORES PARTICIPANTES: Reginaldo Manoel Teixeira – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT – UFSC

TELEFONE: 3721-2414

ENDEREÇO: Colégio de Aplicação- Campus UFSC - Trindade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS nº 196/96)

O objetivo geral da pesquisa é investigar o nível de sentimento de realidade experimentado por estudantes, leigos e cientistas frente a entidades científicas e sua correlação com o interesse em ciências. Para isso necessitamos, inicialmente, coletar dados através de um questionário que será aplicado a um grande grupo leigos, ou seja, indivíduos que não utilizem as ciências (Biologia, Física e Química) em suas atividades. Convidamos você para responder ao questionário sobre intensidade de realidade de alguns objetos.

IMPORTANTE: Ao participante garantimos sigilo das informações, as quais serão utilizadas como dados de pesquisa. Assim sendo, apenas os pesquisadores terão acesso ao material coletado e, em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes. Ressaltamos ainda que, para consentir sua participação, você deve assinar esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa. Por fim, garantimos que a participação na pesquisa não oferecerá nenhuma penalidade ou prejuízo aos participantes e é voluntária, sendo que o seu consentimento poderá ser retirado a qualquer momento.

Após análise, a essência do questionário constituirá a parte empírica da dissertação de mestrado do pesquisador Reginaldo Manoel Teixeira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições em relação ao ensino e a aprendizagem de Ciências, em especial para a educação básica. O encerramento da pesquisa se dará após avaliação final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso necessitem de maiores informações, os pesquisadores estão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
(custodio@fsc.ufsc.br)

Reginaldo Manoel Teixeira Pesquisador Responsável
Pesquisador Participante (regisfsc@gmail.com)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (Assinado pelo(a) participante)

Eu, _____, RG/CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *O que é real para estudantes, leigos e cientistas?*, respondendo ao questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador/aplicador do questionário e por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário, os procedimentos envolvidos, assim como possíveis prejuízos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me explicado e garantido a participação voluntária e o sigilo das informações coletadas.

Florianópolis, _____ de _____ de 2013

Assinatura _____

ANEXO

Anexo A - Questionário de interesse em ciências (retirado da seção F do questionário ROSE-Brasil) respondido pelos estudantes



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



Nome: _____; Idade: _____

Série: _____; Sexo: () Masculino () Feminino

A seguir apresentamos dois questionários para você. No primeiro colocamos algumas afirmações sobre suas aulas de Ciências (Física, Química e Biologia), e gostaríamos de saber seu grau de concordância sobre elas. No segundo há uma relação de vários objetos e solicitamos que você classifique-os quanto a sua realidade.

QUESTIONÁRIO 01 – Até que ponto você concorda com as seguintes afirmações sobre a ciência (Física, Química e Biologia) que já aprendeu na escola? (Assinale a sua resposta com **X** em cada linha.)

Neste questionário você usará uma escala Likert de quatro pontos que varia desde **Não concordo** (1) até **concordo** (4) tendo dois pontos intermediários (2 e 3).

		Não concordo			Concordo
		1	2	3	4
1	A disciplina de Ciências aborda conteúdos difíceis	1	2	3	4
2	A disciplina de Ciências é interessante	1	2	3	4
3	As Ciências, para mim, são bastante fáceis de entender	1	2	3	4
4	As Ciências abriram-me os olhos para empregos novos e emocionantes	1	2	3	4
5	Gosto mais de Ciências do que das outras disciplinas	1	2	3	4
6	Penso que todos deverão aprender Ciências	1	2	3	4
7	Os conhecimentos que adquiri em Ciências serão úteis na minha vida cotidiana	1	2	3	4
8	Penso que a Ciência que eu aprendo na escola melhorará as minhas oportunidades de carreira	1	2	3	4
9	As Ciências tornaram-me mais críticos e céticos	1	2	3	4
10	As Ciências estimularam a minha curiosidade acerca das coisas que ainda não conseguimos explicar	1	2	3	4
11	As Ciências aumentaram o meu gosto pela natureza	1	2	3	4
12	As Ciências mostraram-me a importância da ciência para a forma como vivemos	1	2	3	4
13	A Ciência que aprendo na escola ensina-me a cuidar melhor da minha saúde	1	2	3	4
14	Gostaria de ser cientista	1	2	3	4
15	Gostaria de aprender tanta ciência quanto possível na escola	1	2	3	4
16	Gostaria de ter um emprego que lide com tecnologia avançada	1	2	3	4