UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e
Instituto de Biociências**

MARCIO VINICIUS CORRALLO

**Atividades práticas experimentais para o ensino de Física:
uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central**

São Paulo

2017

MARCIO VINICIUS CORRALLO

**Atividades práticas experimentais para o ensino de Física:
uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central**

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para a obtenção de Título de Doutor em Ensino de Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Física

Orientação: Profº Drº Flavio Antonio Maximiano

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Corrallo, Marcio Vinicius

Atividades práticas experimentais para o ensino de Física: uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central. São Paulo, 2017.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Maximiano

Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino; 2. Atividade prática experimental; 3. Representações Sociais; 4. Redes Complexas; 5. Ensino de Física.

USP/IF/SBI-081/2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha esposa Flávia e filho Vinícius, que desde o início têm apoiado e me incentivado a seguir em busca dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Doutor Flavio Antonio Maximiano, pela confiança em mim depositada, pela amizade, pela dedicação e apoio na condução desta pesquisa.

Ao Professor Doutor Elio Carlos Ricardo pela condução inicial da orientação e pelas inúmeras contribuições e sugestões dadas nesta pesquisa.

Aos Professores Doutores Ivã Gurgel e Giselle Watanabe minha gratidão pelo incentivo inicial e pelas diversas contribuições ao longo da pesquisa.

Ao Professor Doutor Eugenio Maria de França Ramos pelas contribuições durante o exame de qualificação.

Ao Professor Doutor Osvaldo Canato Júnior pelo apoio e contribuições ao longo deste trabalho.

À Professora Ma. Maria Aparecida Gazotti Vallim pelo apoio e auxílio na revisão do Abstract.

Aos colegas, coordenadores e dirigentes do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus São Paulo pelo apoio, incentivo e viabilização do afastamento para qualificação.

Aos 444 respondentes, das inúmeras instituições de ensino, que gentilmente participaram na constituição desta pesquisa.

Aos diversos autores citados nesta tese, e que em alguma medida se articularam aos meus pensamentos, promovendo, talvez, uma pequena contribuição à sociedade.

Aos funcionários da Secretaria do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – USP pelo apoio e dedicação.

RESUMO

CORRALLO, M. V. **Atividades práticas experimentais para o ensino de Física: uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central**. 2017. 228 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Esta tese apresenta um estudo sobre as Representações Sociais de professores e estudantes do objeto social denominado Atividades Práticas Experimentais para o Ensino de Física. Reconhecendo que o tema já foi amplamente debatido pela literatura, adotamos uma tônica distinta, apoiando nossas pesquisas e análises no referencial teórico-metodológico da Teoria do Núcleo Central de Jean-Claude Abric, a qual se sustenta na Teoria das Representações Sociais de Moscovici. Além das técnicas consagradas, como análise prototípica e de similitude, que manifestam, respectivamente, a saliência e a conexidade dos possíveis constituintes da representação, inserimos indicadores, oriundos das Redes Complexas, com a intenção de corroborar no discernimento da centralidade das representações. Presumindo que a formação acadêmica pode influenciar na consolidação das representações, e que, por conseguinte, estas são elementos norteadores entre a dedicação e as estratégias escolhidas pelo professor em sua ação profissional, buscamos o mapeamento das Representações Sociais de diversos grupos. Para tal, coletamos dados com 444 respondentes, contemplando professores universitários de diversas universidades do país, professores da educação básica de diversas redes de ensino e estudantes universitários de duas instituições públicas. O questionário empregado compreendia questões relativas à caracterização dos respondentes, uma questão envolvendo a técnica de associação livre de palavras e questões dissertativas correlacionadas ao tema da pesquisa, sendo que a última foi aplicada exclusivamente aos docentes. Antes de tudo, cabe destacar que as análises dos dados mostraram plausibilidade na incorporação dos indicadores como técnica confirmatória para o estudo da centralidade das Representações Sociais. Os resultados apontaram um forte aceno positivo para a dimensão cognitivo-motivacional. Destacamos também a prevalência das atividades de cunho demonstrativo e/ou verificador, como estratégia de uso das atividades práticas, para subgrupos de professores dos diversos níveis; contudo, diagnosticamos um distanciamento entre os subgrupos de professores com e sem pós-graduação na área de ensino/educação, caracterizando, portanto, grupos sociais distintos. De forma análoga, notamos essa cisão entre estudantes de licenciatura e os demais cursos analisados. Essas rupturas derivam da incorporação, no Núcleo Central, de elementos que sinalizam a intencionalidade de adoção de estratégias investigativas e com maior interação. Evidencia-se, portanto, que as adequações nas representações, dos diversos grupos sociais, são frutos das exposições em culturas singulares, mesmo que diante de uma origem comum. Embora tenhamos a convicção de que a licenciatura seja responsável pela incorporação dos novos papéis e potencialidades das atividades práticas, ainda assim, os resultados da pesquisa apontam indícios da fragilidade na consolidação desses significados para os estudantes.

Palavras-chave: Física – Estudo e ensino. Atividade prática experimental. Representações Sociais. Redes Complexas. Ensino de Física.

ABSTRACT

CORRALLO, M. V. **Experimental practical activities for the Physics teaching: an investigation using the Central Nucleus Theory**. 2017. 228 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

This thesis shows a study on Social Representations of teachers and students of the social object denominated Experimental Practical Activities for the Physics Teaching. Considering that this subject has been widely debated in literature, we have adopted a different perspective which supports our research and analysis grounded on Jean-Claude Abric's theoretical-methodological framework: Central Nucleus Theory, which is based on Moscovici's Theory of Social Representations. Besides using well-known techniques such as the prototypical analysis and similitude analysis, which show, respectively, the salience and connectivity of possible constituents of the representation, we included indicators from Complex Networks in order to confirm the core of representations. Assuming that academic education may influence the consolidation of representations and, consequently, they may be guiding elements that mediate the dedication and choice of strategies by the teacher in your action, we seek to map the Social Representations of different groups. In order to do so, we collected data with 444 respondents, including university professors of several universities in the country, basic education teachers of different educational systems and university students of two public institutions. The questionnaire used included questions related to the respondents' profiles, a question approaching the technique of free association of words and open questions correlated to the theme of the research. The last question was asked only of the teachers. First of all, it's important to point out that the data analysis indicated that the incorporation of the indicators as a confirmation technique for the study of the core of Social Representations is plausible. Results show a strong positive response linked to the cognitive-motivational dimension. We also highlight the prevalence of demonstrative and/or confirmation activities as a strategy chosen by the teachers of different educational levels when using practical activities. However, we noticed a difference in the use of these strategies between the subgroups of teachers with and without post-graduation in the area of teaching/education which characterized them as belonging to different social groups. Analogously, we noted a difference in choices made by the undergraduate students in teacher training courses and the other courses analyzed. These differences derive from the incorporation, in the Central Nucleus, of elements that signal the intentionality of adopting investigative strategies and with greater interaction. Indicating, therefore, that the adaptations in the representations, of the various social groups, are fruits of the expositions in singular cultures, even if in front of a common origin. Although we believe that being pre-service teacher education is responsible for incorporating the new roles to the use of practical activities, the results of the research point to signs of fragility in the consolidation of these meanings for the students.

Keywords: Physics - study and teaching. Experimental practice activity. Social Representations. Complex Networks. Physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema ilustrativo de Laboratório Divergente.	35
Figura 2 - Experimento de lançamento oblíquo com bola de basquete.....	41
Figura 3 - Simulador de interferência de ondas.	43
Figura 4 – Experimento de decomposição da luz.	59
Figura 5 – Componentes das Representações Sociais.	73
Figura 6 – Ilustração do processo de objetivação.	79
Figura 7 – Tela IRAMUTEQ – menu de opções de análise.	94
Figura 8 – Árvore Máxima de Similitude – termo indutor “dinheiro”	96
Figura 9 – Árvore de Similitude – termo indutor “dinheiro”	96
Figura 10 – Árvore Máxima de Similitude com agrupamento – termo indutor “dinheiro”	97
Figura 11 – Rede com 4 vértices e 5 arestas.....	99
Figura 12 – Distribuição geográfica – PU.	109
Figura 13 – Distribuição geográfica – PEB.....	111
Figura 14 - Árvore Máxima de Similitude – Grupo Geral.	122
Figura 15 - Árvore Máxima de Similitude – PU.	132
Figura 16 - Árvore Máxima de Similitude – PU_PGAT.	139
Figura 17 - Árvore Máxima de Similitude – PU_PGE.....	140
Figura 18 - Árvore Máxima de Similitude – PEB.....	146
Figura 19 - Árvore Máxima de Similitude – PEB_G.....	156
Figura 20 - Árvore Máxima de Similitude – PEB_PGE.	157
Figura 21 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_A.....	164
Figura 22 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_AT.....	169
Figura 23 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_L.	175
Figura 24 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_L_Fis.....	176

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência e OME dos termos.....	90
Tabela 2 – Matriz de co-ocorrência – termo indutor “dinheiro”.	96
Tabela 3 – Matriz de adjacência – Rede Completa.....	100
Tabela 4 – Matriz de adjacência – Rede Simplificada.	103
Tabela 5 - Matriz de Correlação – Grupo Geral.....	126
Tabela 6 - Tabela de Contingência	182
Tabela 7 – Matriz de Similitude – grupos e subgrupos	183
Tabela 8 - Distribuição frequência de uso das APE e faixa etária - PEB.	187
Tabela 9 - Distribuição frequência de uso das APE e faixa etária - PU.....	187
Tabela 10 - Distribuição frequência de uso das APE e infraestrutura por Rede de Ensino..	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro resumo das modalidades das APE.....	56
Quadro 2 – Evocações acerca do termo indutor “dinheiro”.....	88
Quadro 3 – Cálculo da OME para o termo “trabalho”.	90
Quadro 4 – Quadrante de Vergès – termo indutor “dinheiro”.....	91
Quadro 5 – Algumas medidas (indicadores) de centralidade.	102
Quadro 6 – Perfil de formação dos Docentes - amostra de PEB.	110
Quadro 7 – Perfil de formação dos Docentes de Física no Ensino Médio - 2015.....	111
Quadro 8 - Quadro resumo dos respondentes.....	115
Quadro 9 - Quadrante de Vergès – Grupo Geral (N=444).	121
Quadro 10 - Quadro Comparativo – Centralidade – Grupo Geral.....	129
Quadro 11 – Quadrante de Vergès – PU (N=119).	131
Quadro 12 - Quadro Comparativo – Centralidade – PU.	135
Quadro 13 - Quadrante de Vergès – PU_PGAT (N=44).....	137
Quadro 14 - Quadrante de Vergès – PU_PGE (N=75).	138
Quadro 15 - Quadro Comparativo – Centralidade – PU_PGAT.	144
Quadro 16 - Quadro comparativo – Centralidade – PU_PGE.	144
Quadro 17 - Quadrante de Vergès – PEB (N=85).	145
Quadro 18 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB.....	149
Quadro 19 - Quadrante de Vergès – PEB_G (N=57).	152
Quadro 20 - Quadrante de Vergès – PEB_PGE (N=28).....	153
Quadro 21 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB_G.	161
Quadro 22 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB_PGE.	161
Quadro 23 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_A (N=48).	163
Quadro 24 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_A.....	166
Quadro 25 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_AT (N=136).	168
Quadro 26 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_AT.	171
Quadro 27 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_L (N=56).....	173
Quadro 28 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_L_Fis (N=25).	174
Quadro 29 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_L.	180
Quadro 30 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_L_Fis.....	181
Quadro 31 - Padronização da frequência de uso e infraestrutura do laboratório.....	186

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição faixa etária e gênero – PU.....	109
Gráfico 2 – Distribuição faixa etária e gênero – PEB.	111
Gráfico 3 - Distribuição faixa etária e gênero – Aluno de Graduação - Instituição A.	114
Gráfico 4 - Distribuição faixa etária e gênero – Aluno de Graduação - Instituição B.	115
Gráfico 5 - Distribuição de Zipf – Grupo Geral.	117
Gráfico 6 - Distribuição de Zipf – Dados Tratados – Grupo Geral.....	119
Gráfico 7 – Simmelian Ties versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.	124
Gráfico 8 – Centralidade de Grau versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.	124
Gráfico 9 – Simmelian Ties versus Centralidade de Grau – Grupo Geral.....	125
Gráfico 10 – Posição versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.....	127

Gráfico 11 – Posição versus Centralidade de Grau – Grupo Geral.	128
Gráfico 12 – Posição versus Simmelian Ties – Grupo Geral.	128
Gráfico 13 - Distribuição de Zipf – PU.	130
Gráfico 14 – Posição versus Centralidade Eigenvector - PU.	133
Gráfico 15 - Posição versus Centralidade de Grau - PU.	134
Gráfico 16 – Posição versus Simmelian Ties - PU.	134
Gráfico 17 - Distribuição de Zipf – PU_PGAT.	136
Gráfico 18 - Distribuição de Zipf – PU_PGE.	136
Gráfico 19 – Posição versus Centralidade Eigenvector – PU_PGAT.	141
Gráfico 20 – Posição versus Centralidade de Grau – PU_PGAT.	141
Gráfico 21 – Posição versus Simmelian Ties – PU_PGAT.	142
Gráfico 22 – Posição versus Centralidade Eigenvector – PU_PGE.	142
Gráfico 23 – Posição versus Centralidade de Grau – PU_PGE.	143
Gráfico 24 – Posição versus Simmelian Ties – PU_PGE.	143
Gráfico 25 - Distribuição de Zipf – PEB.	145
Gráfico 26 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB.	148
Gráfico 27 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB.	148
Gráfico 28 - Posição versus Simmelian Ties – PEB.	149
Gráfico 29 - Distribuição de Zipf – PEB_G.	151
Gráfico 30 - Distribuição de Zipf – PEB_PGE.	151
Gráfico 31 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB_G.	158
Gráfico 32 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB_G.	158
Gráfico 33 - Posição versus Simmelian Ties – PEB_G.	159
Gráfico 34 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB_PGE.	159
Gráfico 35 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB_PGE.	160
Gráfico 36 - Posição versus Simmelian Ties – PEB_PGE.	160
Gráfico 37 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_A.	162
Gráfico 38 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_A.	165
Gráfico 39 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_A.	165
Gráfico 40 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_A.	166
Gráfico 41 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_B_AT.	167
Gráfico 42 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_AT.	170
Gráfico 43 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_AT.	170
Gráfico 44 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_AT.	171
Gráfico 45 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_B_L.	172
Gráfico 46 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_B_L_Fis.	172
Gráfico 47 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_L.	177
Gráfico 48 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_L.	177
Gráfico 49 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_L.	178
Gráfico 50 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_L_Fis.	178
Gráfico 51 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_L_Fis.	179
Gráfico 52 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_L_Fis.	179
Gráfico 53 - Dendrograma dos grupos e subgrupos - Parcial.	185
Gráfico 54 - Dendrograma dos grupos e subgrupos - Total.	185
Gráfico 55 - Distribuição de uso das APE em relação à infraestrutura do laboratório – PEB.	188
Gráfico 56 - Distribuição de uso das APE em relação à infraestrutura do laboratório – PU.	188

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APE	Atividades Práticas Experimentais
ARS	Análise de Redes Sociais
EAC	Experiências Assistidas por Computador
f(mediana)	Frequência de Corte - Mediana
IES	Instituições de Ensino Superior
INST_A	Aluno de Graduação da Instituição Pública de Ensino Superior A
INST_B	Aluno de Graduação da Instituição Pública de Ensino Superior B
INST_B_AT	Aluno de Graduação de áreas técnicas da Instituição Pública de Ensino Superior B
INST_B_L	Aluno de Graduação de licenciatura da Instituição Pública de Ensino Superior B
INST_B_L_Fis	Aluno de Graduação de licenciatura em Física da Instituição Pública de Ensino Superior B
IPES	Instituições Pública de Ensino Superior
IRAMUTEQ	Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires
MOME	Média Ponderada das Ordens Médias de Evocação
NC	Núcleo Central
OA	Objetos de Aprendizagem
OME	Ordem Média de Evocação
PEB	Professor Escola Básica
PEB_G	Professor Escola Básica com graduação somente ou com pós-graduação em áreas diversas
PEB_PGE	Professor Escola Básica com pós-graduação em ensino/educação
PSSC	Physical Science Study Committee
PU	Professor Universitário
PU_PGAT	Professor Universitário com pós-graduação em áreas técnicas
PU_PGE	Professor Universitário com pós-graduação em ensino/educação
RS	Representações Sociais
TNC	Teoria do Núcleo Central
TRS	Teoria das Representações Sociais

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	13
1.1 Trajetória	13
1.2 Motivação e Fundamentação	17
1.3 Objetivos	25
CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA: ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA	26
2.1 Atividade de Demonstração	30
2.2 Atividades de Verificação	32
2.2.1 Laboratório Tradicional	33
2.2.2 Laboratório Divergente	34
2.2.3 Laboratório à disposição do aluno ou biblioteca	36
2.2.4 Laboratório pela Redescoberta	38
2.2.5 Laboratório Virtual	40
2.2.6 Laboratório Remoto	45
2.3 Atividades Investigativas	50
2.4 Obstáculos para utilização das atividades práticas experimentais	58
2.4.1 Alguns recortes históricos	58
2.4.2 Alguns obstáculos destacados na literatura	62
2.4.3 Algumas crenças dos professores sobre o uso das atividades práticas experimentais	65
CAPÍTULO III: A TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS	68
3.1. Teoria das Representações Sociais	68
3.2. Universos consensuais e reificados	74
3.3. Ancoragem e objetivação	75
3.4. As funções das Representações Sociais	79
3.5. A Teoria do Núcleo Central	80
3.6. Aspectos teórico-metodológicos da TNC	86
3.6.1. Técnica de Associação Livre de Palavras - TALP	88
3.6.2. Hierarquização de itens	91
3.6.3. Análise de Similitude	92
3.6.4. Teoria dos Grafos	98
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DA PESQUISA	105
4.1. A escolha da metodologia de pesquisa	105
4.2. Desenho da pesquisa	106

4.3. Sujeitos da pesquisa.....	107
CAPÍTULO V: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	116
5.1. Descrição dos dados e análise do grupo geral.....	116
5.2. Análise do grupo - Professor Universitário.....	130
5.2.1. Análise dos subgrupos de PU.....	136
5.3. Análise do grupo - Professor Escola Básica.....	144
5.3.1. Análise dos subgrupos de PEB.....	150
5.4. Análise do grupo – Aluno Instituição A.....	161
5.5. Análise dos grupos e subgrupo – Aluno Instituição B.....	166
5.6. Análise complementar e consolidação.....	181
CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	196
REFERÊNCIAS.....	203
APÊNDICE A.....	210
APÊNDICE B.....	211

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1 Trajetória

Em minha trajetória profissional sempre busquei a incorporação das Atividades Práticas Experimentais (APE)¹, tanto em laboratório didático quanto na própria sala de aula. Atuei durante muitos anos no setor privado da educação básica, sendo que muitas das instituições possuíam infraestrutura adequada para o uso efetivo das APE como uma estratégia regular para o ensino de Física; porém, notava pouca valorização dessa metodologia pelos colegas professores, alunos e gestores. A infraestrutura disponibilizada às aulas experimentais parecia ser apenas uma vitrine para captação de novos alunos. Não havia um projeto em torno do uso efetivo dos espaços e que pudesse congrega os professores da área de Ciências da Natureza ou mesmo os de Física. Algumas estratégias adotadas pelas instituições sempre me chamaram a atenção, dando a entender que as APE tinham um caráter complementar, por exemplo: o número de aula semanal (3 teóricas e 1 experimental quinzenal), sendo que a aula experimental era ofertada no período oposto ao das aulas regulares; a valoração das atividades, com 80% das notas para curso teórico e 20% para curso experimental, em média; professores diferentes para a teoria e para o laboratório, “desresponsabilizando” o professor de teoria de qualquer vínculo e obrigação com as APE.

Parecia haver uma valorização sistêmica do curso teórico de Física. Via de regra, os professores mais experientes ficavam com as aulas teóricas, e para os recém contratados ou professores do Ensino Fundamental II eram atribuídas as aulas de laboratório de Física como complemento de carga horária. Essa desvalorização

¹ Para simplificação, no decorrer do texto, será utilizado a expressão **Atividades Práticas Experimentais com sigla APE** como sinônimo de: experimento, experiência prática, experimentação, laboratório didático, atividades experimentais, atividades práticas entre outras expressões utilizadas pela literatura com a mesma finalidade. Essa escolha, em primeira análise, pode empobrecer o termo, mas, ao contrário, acreditamos que possa dar maior abrangência com a desvinculação com o espaço físico do laboratório e a obrigatoriedade de seus materiais tradicionalmente utilizados, uma vez que, isso poderia, de início, restringir o escopo da pesquisa. Porém, entendemos que os termos podem reportar às diferentes situações relatadas por professores no espaço escolar. Nesse sentido, encontramos em Hodson (1994) que a atividade prática denota uma ação ativa do aluno. Já Rosito (2000) ressalta que experimentação é um processo que tem por finalidade verificar uma hipótese com o uso de um experimento (ensaio científico, por exemplo). Além disso, a autora complementa dizendo que o termo experiência pode, ainda, trazer a ideia de algo vivenciado (experiência de vida). Todavia, em Ferreira (2010) e Luft (2009) encontramos a palavra experiência ligada aos termos experimento, experimentação e prática, mostrando, portanto, a dificuldade de homogeneização dos termos e atribuição precisa em sua utilização.

era percebida pelos alunos e também pelos seus pais. Estes não demonstravam interesse em conversar com o professor de laboratório durante as reuniões de pais e mestres, sendo que os próprios alunos direcionavam seus pais aos professores que tinham as “cadeiras de Física teórica”.

Uma situação vivida por mim, e que caracterizava uma desvalorização do professor que atuava nas aulas experimentais, foi o estabelecimento de remuneração 40% menor do valor por hora-aula, comparada às aulas teóricas. Isso parece ratificar que as aulas experimentais têm um papel secundário em relação ao “verdadeiro” curso de Física: o teórico!

Talvez, os professores sejam os mantenedores desse *status quo*. Nesse contexto, notam-se aulas experimentais desarticuladas com as proposições dos assuntos tratados em sala de aula. Muitas vezes são ensinadas técnicas que possuem fim em si mesma. Vivenciei situações em que a aula tinha como objetivo o manuseio de paquímetro e micrômetro, no entanto, os alunos utilizavam esses instrumentos somente nessa aula e em nenhum outro momento do curso eram mencionadas essas ferramentas e tampouco refletia-se sobre o seu papel na melhoria da qualidade das medidas e resultados. Portanto, qual seria o propósito de se ensinar a um adolescente sobre o uso de ferramentas que estão desconexas das demais aulas e do próprio curso de Física? É razoável acreditar que essas práticas podem desqualificar as APE, acirrando o seu caráter, supostamente, supérfluo. Nota-se a valorização da medição, a manipulação sem razão e a tentativa de desenvolver técnicas que podem não ser usadas na continuidade do curso, tanto experimental quanto teórico. Talvez, haja uma forte influência da formação acadêmica do professor, muito voltada para os conhecimentos técnico-científico, com grande valorização ao produto, em detrimento aos aspectos mais amplos envolvendo os processos.

Quando se trata da implementação das APE, outro elemento que faz parte da cultura escolar é o uso sistemático de guias ou roteiros que sugerem uma única linha de conduta e, não raro, descontextualizados. Em geral, os roteiros trazem em seu bojo um receituário de procedimentos experimentais que visam à repetição de medidas e, assim, o preenchimento de tabelas previamente estabelecidas. Aparentemente, ao professor se torna confortável, pois, tem-se instaurado uma situação de controle e com bastante previsibilidade. Por outro lado, cabem aos alunos a responsabilidade do preenchimento das lacunas, sem, necessariamente, uma prévia discussão sobre os

pressupostos pedagógicos e epistemológicos que estão detrás dessa ação. Corroborando com o exposto, segue o trecho:

A maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno. (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2000, p. 32)

Outro aspecto que não se pode esquecer é o fato de que os alunos, em geral, não são avaliados nas habilidades práticas. Normalmente, estas são deixadas de lado nas avaliações oficiais internas e externas que os alunos participam. Percebe-se uma ausência quase que completa de proposições experimentais em exames de vestibulares e no próprio Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). No entanto, os exames olímpicos, como a fase final da Olimpíada Brasileira de Física, têm reservado parte de sua programação de avaliação à realização de atividades práticas com *kits* experimentais, mas é preciso ponderar que é uma parcela ínfima dos estudantes que serão submetidos à fase final desses exames. Presume-se, portanto, que a ausência de avaliações experimentais pode, em tese, corroborar para a baixa valorização das APE e, inclusive, o não desenvolvimento de tais habilidades como fatores importantes para a formação do estudante da escola básica. Da mesma forma, parece que os professores também não veem necessidade em desenvolver conhecimentos em habilidades práticas, já que esses aspectos raramente aparecem nas avaliações dos seus alunos.

Um evento que se observa em escolas, tanto pública quanto privada, é a readaptação do espaço destinado ao laboratório didático, mudando o projeto arquitetônico original da unidade escolar. Como professor formador e atuando em cursos de licenciaturas, meus alunos têm reportado constantemente, quando estão em estágio supervisionado, sobre a readaptação dos laboratórios didáticos para outras finalidades, por exemplo: sala de projeção, sala de aula, laboratório de informática, sala de idioma e depósito. Evidentemente, essa realocação é mais plausível do que manter o espaço fechado; entretanto, não se nota um movimento dos professores de Física reivindicando uma reversão dessa situação. Em geral, os estagiários relatam que os professores tendem à total omissão quanto à perda do espaço didático.

A falta de infraestrutura e de materiais também são apontadas, por muitos professores, como obstáculos para o uso efetivo das APE. Todavia, temos situações em que o professor possui alguma infraestrutura, e que poderia ser utilizada pelos alunos, mas não são efetivamente utilizadas. Essa situação tem sido relatada também pelos estagiários, os quais têm mencionado que muitas escolas possuem algum tipo de equipamento ou *kit* experimental, porém, há um completo abandono desses materiais, sem nenhum incômodo por parte dos professores ou gestores. Os estagiários destacam ainda haver até uma certa complacência dos professores pela conservação dessa situação. Algo similar foi apontado em um estudo exploratório realizado em algumas escolas da cidade de Rio Claro, interior de São Paulo, como assinalam Benetti, Ramos e Silva (2013, p. 1350): “[...] o laboratório de ciências é utilizado como depósito de materiais, sem que, ao menos aparentemente, incomode alguém nas escolas.”

Diante do cenário de fragilidade do uso efetivo das APE para ensino de Física, e motivado em buscar respostas e proposições alternativas, desenvolvi minha dissertação de mestrado (CORRALLO, 2000). Tendo em vista a ausência de instrumentos para as APE nas escolas, bem como a baixa variedade procedimental disponibilizada aos professores da educação básica, o trabalho propunha alternativas que melhor se adaptassem às necessidades e condições estruturais das escolas brasileiras. Ao mesmo tempo, estabelecia uma reflexão acerca das ações dos professores diante das APE e sua condução em sala de aula. Apoiado, contudo, em proposições de atividades com materiais a baixo custo, e que vêm sendo produzidas há mais de quatro décadas por instituições de pesquisa brasileiras. O trabalho de mestrado, além de apontar algumas alternativas para a superação da falta de infraestrutura adequada, apresentava estratégias metodológicas que objetivava deslocar o foco do processo de ensino e aprendizagem para o aluno.

Mais recentemente, sob a mesma ótica, porém, implementando as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, foi desenvolvido um trabalho de curso de especialização. Nele, Corrallo (2011) trazia alternativas que pudessem mitigar a falta de infraestrutura das escolas, e, talvez o mais importante, deslocar a centralidade do processo de ensino e aprendizagem para o aluno. A ideia central da proposta era utilizar a chamada videoanálise de filmes de experimentos realizados em sala de aula e/ou laboratório didático. A partir destes, e com suporte de software com essa

funcionalidade, os alunos desenvolveram suas análises e modelos matemáticos para os experimentos filmados.

1.2 Motivação e Fundamentação

A respeito da literatura sobre as APE, temos uma variedade muito grande de abordagens e linhas de interesse. Em Laburú (2005) encontramos agrupamentos com temas de maior relevância nas últimas décadas, destacando-se: as alternativas didáticas dos experimentos; reflexões sobre as proposições com finalidade de desenvolvimento de habilidades técnicas de laboratório; a natureza epistemológica e pedagógica das atividades experimentais; as visões de alunos e professores sobre o uso das APE; desenvolvimentos de procedimentos avaliativos dos alunos em consonância com as características das APE.

Uma abordagem, não menos importante, apontada pela literatura, são os fatores elencados pelos docentes como decisivos para a incorporação das APE regularmente em seus cursos, como encontramos em Borges (2002), Galiazzi et al. (2001), Heidemann (2011), Pinho Alves (2000b), dentre outros:

- a) **Fatores internos à instituição:** a) organizacionais: excessivo número de alunos nas salas de aulas, falta de tempo para o preparo das atividades, rigidez dos sistemas de ensino ou curricular, dificuldade de conciliar os horários das aulas com os horários das práticas, ausência de carga horária destinada ao desenvolvimento das APE; b) estruturais: número insuficiente de equipamentos, falta de recursos para aquisição de componentes e de materiais para reposição, laboratório fechado e sem manutenção, falta de pessoal de apoio.
- b) **Fatores externos à instituição:** a) formação acadêmica do professor; b) “ideológicos”: laboratório como acessório, visão epistemológica empirista-indutivista² entre outros.

² Temos aí uma visão na qual a ciência é um processo único e traz uma verdade inquestionável. Esse processo viria por meio do método científico, que congrega as etapas: observação e experimento; generalização indutiva; hipótese; verificação; comprovação; conhecimento objetivo (HARRES, 2000).

É razoável que se tenha forte influência dos fatores internos e externos à instituição sobre a ação do docente, e, possivelmente, motivando-o durante toda sua atuação profissional. Entretanto, em minha ação como professor de curso de formação inicial e/ou continuada, tenho observado que muitos profissionais superam esses obstáculos e incorporam com razoável frequência as APE em suas práticas. Em contrapartida, temos situações em que condições favoráveis quanto aos fatores internos, ao que parece, não são decisivos para a efetivação e incorporação das práticas em seu dia a dia; portanto, outros elementos podem ser significativos na conduta do professor, conforme Borges (2000) destaca no trecho:

[...] acredito que o ensino de Ciências esteja diretamente vinculado às concepções dos professores sobre educação e sobre a natureza do conhecimento científico, mesmo quando estas concepções não são explicitadas. Todo professor constrói significados da prática docente durante sua formação, ou mesmo antes de definir-se profissionalmente, pelos exemplos dos seus mestres. Também constrói outros significados que resultam de experiências continuadas sobre os mais variados aspectos presentes num currículo, como conteúdo, habilidade, metodologia e critérios de avaliação. A interação entre estes significados e sua atuação, as condições do seu trabalho e as novas ideias são muito importantes na ação pedagógica. (BORGES, 2000, p. 216)

Presume-se, portanto, que elementos externos possam favorecer mais efetivamente a utilização das APE do que os fatores internos à instituição, já consolidados. Contudo, é razoável acreditar que a presença de elementos curriculares ou a imposição de gestores na utilização sistemática das APE podem ser sazonais, sofrendo reforços em períodos que antecedem às matrículas ou visitas de pais, no caso de estratégias de marketing, além disso, muitas vezes não são articulados com as práticas dos docentes ou ainda são executadas a contragosto. Nestes casos, a manutenção das atividades práticas depende mais da vigilância dos gestores do que da incorporação da metodologia pelo docente.

Em situações como essa, quais são os obstáculos dos professores para um maior engajamento sobre a incorporação das APE? Por que, mesmo em situações que o professor verbaliza sobre a importância das APE, é necessário um agente externo como instrumento impositivo? Ao que parece, as respostas para esses tipos de questões são pouco tratadas na literatura. Os fatores internos e externos têm sido apresentados com razoável prevalência na literatura. Entretanto, os fatores

“ideológicos”, ligados às concepções dos docentes, são raramente mencionados. Presume-se, portanto, existir um espaço interessante à pesquisa, buscando, sobretudo, a compreensão de como essas concepções impactam sobre os caminhos metodológicos escolhidos pelo docente, tanto em instituições com infraestrutura adequada quanto na completa ausência de infraestrutura.

Algumas dessas questões vêm me incomodando durante minha trajetória profissional, tanto como professor de escola básica quanto professor universitário. Incluindo-se a baixa efetivação e/ou abandono prematuro de novas práticas em detrimento àquelas já consolidadas pelos professores, e que são tratadas em cursos de formação continuada, visando a incorporação das APE.

Os fatores internos, evidentemente, são muito importantes. No entanto, temos uma gama bastante versátil de alternativas sugeridas na literatura, que visam a mitigação desses fatores limitantes. Exemplo disso são as estratégias que sugerem a utilização de materiais alternativos e/ou de baixo custo, bastante defendida por diversos grupos de pesquisa, apesar de sofrerem críticas sobre sua possível ineficiência técnica e que, assim, levaria às conclusões errôneas sobre modelos ou teorias.

Parece que há uma concordância entre os professores de Física sobre as vantagens das APE para a melhoria do ensino de Física, como destacam Benetti, Ramos e Silva (2013, p. 1349): “[...] é fácil perceber um senso comum acerca das vantagens do uso de atividades experimentais quando consideradas estratégias alternativas para a melhoria do Ensino, mesmo que não sejam observadas práticas ou atividades sistemáticas deste tipo”. Presume-se que há no imaginário dos professores a ideia de que as APE possam dar conta das dificuldades de aprendizagem e lidar com as questões motivacionais. Por outro lado, parece que esse encantamento perde seu brilho à medida que o professor faz uso das APE de forma contínua. As razões apontadas nos parecem bastante plausíveis para elegê-las como foco da pesquisa, principalmente, por sua relevância para área de ensino de Física.

Na tentativa de buscar indícios do que efetivamente atrapalha ou motiva aos professores a adotarem de forma sistemática as APE em sua prática, buscaremos uma possível gênese dessas concepções e como elas circulam entre os professores da escola básica, professores universitários e alunos de curso superior que tenham aulas de laboratório de Física, procurando não somente as causas apontadas pelos interlocutores, mas, sobretudo, os elementos que norteiam sua ação profissional.

Todavia, temos clareza que as representações não podem ser encaradas como o único elemento das práticas sociais dos professores; porém, deve possuir um papel de intermediação bastante respeitável na causalidade.

Temos como hipótese preliminar que as concepções ou representações do professor sobre as APE possam ter origem em suas vivências na formação básica e universitária. Todavia, deve haver uma ressignificação em virtude de sua nova situação profissional, graças a sua identificação e sensação de pertencimento com o grupo.

Diante desse cenário, fui apresentado, no início do doutorado, à Teoria das Representações Sociais (TRS), como um possível referencial teórico capaz de dar sinais das Representações Sociais (RS) que transitam entre os membros de um grupo de professores, por exemplo, e como podem interferir na conduta de seus integrantes. Proposta há mais de 50 anos, o estudo das RS, originalmente desenvolvido na Psicologia Social, vem se constituindo num campo de investigação importante nas Ciências Sociais e Humanas, tendo seu início com a publicação da obra de Moscovici, “La psychanalyse - Son image et son public”, em 1961, mas que passou esquecida por três lustros.

A TRS oferece um instrumento teórico-metodológico de grande utilidade para o estudo do pensamento e condutas de pessoas e grupos, pois permite a compreensão dos sistemas simbólicos que pertencem aos grupos sociais e instituições, afetam também as interações constituídas na sociedade de forma total e/ou em determinado segmento.

Nas diversas relações sociais, o sujeito, no nosso caso, o professor, vivencia uma série de situações que repercutem em sua conduta, em sua trajetória, desde sua experiência acadêmica até a sala de aula, entrando em contato com modelos e representações que influenciam seu modo de ser professor.

As RS podem ser uma ferramenta adequada para a compreensão dos sistemas simbólicos, principalmente de conceitos socialmente construídos e difundidos pelos professores no interior das instituições de ensino.

As pesquisas em ensino têm negligenciado o eventual papel do professor formador na produção e consolidação de concepções sobre a real importância acerca das APE como ferramenta didática. Para alcançar tal ajustamento, não é suficiente conhecer apenas as opiniões dos estudantes, sendo necessário que as fontes de resistências sejam identificadas e, ao que parece, estão relacionadas às significações

que os sujeitos estabelecem sobre as coisas e os fazeres. Nessa linha, a TRS procura expor os processos cognitivos engendrados nos meios sociais, levando em consideração a articulação entre os aspectos históricos, culturais e sociais. Jodelet (2001) destaca alguns elementos centrais sobre as RS:

[...] representação social é sempre representação de alguma coisa (objeto) e de alguém (sujeito). [...] representação social tem como seu objeto uma relação de simbolização (substituindo-o) e de interpretação (conferindo-lhe significações). [...] a particularidade do estudo das representações sociais é o fato de integrar na análise desses processos a pertença e participação, sociais ou culturais, do sujeito. [...] pode relacionar-se à atividade mental de um grupo ou de uma coletividade, ou considerar essa atividade como o efeito de processos ideológicos que atravessam os indivíduos. [...] representação serve para agir sobre o mundo e o outro, o que desemboca em suas funções e eficácia sociais. (JODELET, 2001, p. 27)

Assim o estudo das RS de um objeto social, por exemplo, as APE, pode trazer variados significados para os diferentes grupos sociais, bem como a forma como estes grupos agem diante de meios distintos e com culturas próprias.

Vale mencionar que o processo de assimilação de novos elementos das RS pode ocorrer de forma suave, justamente para não perturbar as representações que sustentam o grupo social. Dessa forma, mesmo em um curso de formação inicial, no qual os alunos podem ter foco nas APE, inclusive com reflexões a respeito, essas representações podem ser acomodadas para as circunstâncias locais, sem efetivamente modificar as concepções prévias do grupo social ou mesmo, *a posteriori*, sua ação profissional. Por outro lado, também não se pode negar que novos elementos podem ser incorporados às representações ou ainda novas representações possam ser construídas e incorporadas aos sistemas simbólicos e, assim, impactarem sobre o comportamento do grupo.

A leitura que o professor faz está associada às suas percepções pré-existentes, suas vivências que, por alguma razão, tenham se afirmado em sua rede de significação. Isso pode ocorrer, em especial, na formação acadêmica básica e/ou superior, pois os elementos constituintes das RS são construídos, já que as APE são apresentadas ou relatadas neste momento da vida. A investigação de como o professor universitário pensa sobre metodologia de ensino é relevante para a compreensão das RS que circulam nos cursos de formação. Essas representações

podem constituir um obstáculo para a valorização de algumas estratégias de ensino em detrimento de outras.

Um melhor entendimento das RS acerca das APE para o ensino de Física está no fato de que podemos trazer à luz elementos inibitórios que podem passar despercebidos durante a formação inicial do professor. De posse desses elementos centrais podem ser propostas estratégias que venham a confrontar essas representações, permitindo maior reflexão durante os cursos de licenciatura.

É razoável acreditar que a constituição da visão do professor sobre ensino de Física perpassa por diferentes momentos de sua vida, mesmo antes da universidade, isto é, continuamente se carregam experiências que podem ser internalizadas; contudo, o espaço escolar e suas relações devem ser decisivas para construção das RS do professor, conforme comentam Quadros *et al.* (2005):

A peculiaridade da formação do professor, por ter em seu mundo de trabalho o mesmo 'espaço' no qual foi formado, ou seja, a sala de aula, favorece a que ele assuma, depois de formado, não só a posição física de seus professores, mas também a postura, atitudes, formas de ensinar etc, fazendo um efeito 'espelho'. (QUADROS *et al.*, 2005, p. 3)

Em virtude das dimensões e caminhos que as RS podem atingir, propomos acompanhar essa trajetória entre os grupos responsáveis pelo ensino de Física. As variações nas representações entre os grupos poderão sinalizar que não se trata de um processo unívoco de constituição de concepções, mas fruto de diversas experiências de vida que convergem para a constituição de suas concepções. Abric (2001a, p. 156) destaca ainda que o sujeito se comporta de acordo com suas realidades próprias, tornando difícil sua observação e previsão com ensaios experimentais convencionais da Psicologia Social ou mesmo da Psicologia Experimental. O autor acrescenta que “os comportamentos dos sujeitos ou grupos não são determinados pelas características objetivas da situação, mas pela representação desta situação.” Para nosso estudo, as características objetivas, estariam ligadas não somente às razões do abandono das APE em situações desfavoráveis (falta de infraestrutura, falta de material, falta de pessoal, formação inadequada do docente entre outras), mas inclusive em situações em que os impeditivos não são evidentes.

Entender que as ações dos sujeitos estão intimamente ligadas às suas representações, remete-nos a buscar nas RS a compreensão de suas ações diante

das situações e, possivelmente, a antecipação dos atos e dos comportamentos. Abric (2001a) destaca que em geral as pesquisas experimentais em RS lançam mão da utilização de instruções que têm a finalidade de induzir o sujeito ou controlar o campo de significação dos diferentes componentes relacionados à situação em estudo.

O professor, como agente de um grupo social, possui representações que são reconhecidas por seus pares. Para Abric (2001a, p. 162), as “representações da situação é que determinam o nível de implicação do sujeito, sua motivação e leva-o a mobilizar em maior ou menor grau e de maneira diferente suas capacidades cognitivas.”

Diante do exposto, buscamos o mapeamento das RS dos sujeitos da pesquisa sobre o uso das APE para o ensino de Física. Para tal, utilizamos a Teoria do Núcleo Central ou estruturante (TNC), sendo esta um subconjunto da TRS. Segundo Abric (2001a), toda representação possui um núcleo central, que estabiliza a representação, e os sistemas periféricos, que são mais flexíveis, permitindo evoluções e mudanças ao longo do tempo. Todavia, uma ruptura no núcleo central desencadeia mudança de significação da representação.

Alinhado às proposições de Abric (2001b), utilizamos estratégias plurimetodológicas que poderiam, de alguma forma, abarcar mais elementos e refinar nossa compreensão acerca das concepções dos docentes da escola básica e universitário sobre as APE para o ensino de Física. Buscamos o mapeamento estrutural das RS com seus elementos centrais e periféricos para todos grupos e subgrupos da pesquisa. Estes, por sua vez, foram constituídos de grupos de alunos universitários de duas universidades públicas, inclusive licenciandos de Física, professores de escola básica e professores universitários, inclusive formadores.

Como estratégia de diversificação metodológica e refinamento dos constituintes do núcleo central, avançamos o escopo da pesquisa para a análise de questionário, aplicado aos professores da escola básica e universitários, com as questões 5 e 13 e comentários encontrados nas questões 16, 17 e 18 (Apêndice A), bem como os resultados já consolidados pela literatura.

Para a composição de nosso estudo, fragmentamos esta tese em seis capítulos, nos quais encontramos as seguintes discussões: Capítulo I: Introdução e apresentação do problema de pesquisa; Capítulo II: revisão da literatura: Atividades

Práticas Experimentais para o Ensino de Física – este espaço destinamos à apresentação das diferentes abordagens das APE, evidenciando alguns pontos favoráveis e outros desfavoráveis, presentes na literatura, e, também, destacando alguns episódios históricos que apresentaram relevância sobre o uso das APE para o ensino de Física; Capítulo III: A Teoria das Representações Sociais – neste espaço apresentamos a TRS proposta por Moscovici, em 1961, bem como a Teoria do Núcleo Central, proposta em 1976 por Jean-Claude Abric. Além disso, discutimos todo o ferramental metodológico de consolidação do núcleo central e periferia utilizado nesta tese. Por fim, apresentamos alguns indicadores utilizados para o estudo das Redes Complexas e suas possíveis articulações com a TNC; Capítulo IV – Metodologia da Pesquisa – este espaço contemplou uma discussão sobre as escolhas metodológicas e critérios de obtenção dos dados; Capítulo V: Análise e Discussão dos Dados – neste espaço apresentamos os dados e suas respectivas análises, tanto as estratégias consagradas para a obtenção do núcleo e periferia das RS quanto a proposição a partir dos indicadores de Redes Complexas. Por último, destacamos a seção destinada às análises complementares, incluindo a consolidação das questões 5, 13, 16, 17 e 18, todas contidas no questionário (Apêndice A); Capítulo VI: Considerações Finais – este espaço foi destinado ao fechamento do trabalho, buscando, sobretudo, as possíveis articulações da TRS e TNC com os resultados obtidos no capítulo V e a revisão da literatura, apresentada no capítulo II.

1.3 Objetivos

O objetivo geral desta tese é estudar os elementos constituintes das RS do objeto social - Atividades Práticas Experimentais para o Ensino de Física - e, como decorrência, pretende-se traçar um paralelo entre as RS e as abordagens das APE apontadas na literatura, estabelecendo, dessa forma, significância e distinção entre os diferentes signos e paradigmas apontados pelas representações dos grupos sociais estudados.

Para tal, temos como objetivo específico o mapeamento dos elementos constituintes das RS (núcleo/periferia) dos seguintes grupos e subgrupos: professores universitários - subgrupo com pós-graduação em ensino/educação e subgrupo com pós-graduação em áreas técnicas; professores da escola básica - subgrupo com pós-graduação em ensino/educação e subgrupo com graduação somente ou pós-graduação em áreas diversas; alunos universitários de duas instituições públicas - subgrupo de estudantes de áreas técnicas e subgrupo de estudantes de licenciatura, inclusive Física.

Temos como hipótese o fato de que a formação acadêmica possa influenciar na construção e na consolidação das RS, isto é, deve haver uma correlação entre as representações dos alunos e dos professores de áreas afins, bem como a hipótese de que as RS são elementos norteadores das estratégias pedagógicas escolhidas e adotadas sistematicamente pelo professor em sua ação profissional.

Ademais, acreditamos que o melhor entendimento das RS, creditadas pelos professores às APE para o ensino de Física, permitirá lançar mão de estratégias que venham ao encontro de uma reflexão mais profunda, e que possam nortear ações em cursos de formação de professores.

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA: ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo, discutiremos as diversas formas de uso das APE para o ensino de Física, bem como buscaremos pistas, na literatura, das razões para a baixa efetivação na conjuntura atual do ensino de Física, especialmente na escola básica, da incorporação de atividades experimentais como um elemento indissociável das aulas de Física. Perpassando pelas diversas formas de uso de atividade prática, pretendemos mostrar as limitações e virtudes dos métodos, mas, sobretudo, refletir sobre a adaptabilidade, do ponto de vista estrutural e pedagógico, que as estratégias oferecem ao professor da escola básica. A diversidade de elementos aplicáveis em sala de aula ou em laboratório nos faz pensar que possam existir razões mais subjetivas, além das razões estruturais e conjunturais que a literatura nos traz, como elementos impeditivos para a efetivação das APE no ensino de Física.

As APE são uma das estratégias mais idealizadas para o ensino de Física. Apesar de não ser unânime, podemos dizer que se deposita sobre esta prática uma crença³ na promoção e efetivação do aprendizado de conceitos de Física, conforme destacam Araújo e Abib (2003):

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.176)

Para Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006), tanto professores quanto alunos reconhecem as potencialidades das APE para o processo de ensino e aprendizagem, porém, ressaltam que em situação em que o aluno se restringe a mero observador e/ou executor de instruções predefinidas, observa-se pouca contribuição para o processo. Cabe ainda mencionar que a autoridade dada ao ensino prático pode estar associada com as ideias da Escola Progressista⁴, proposta por John Dewey, no início do século XX, na qual a participação do aluno durante o processo de ensino e

³ Inicialmente podemos entender o termo crença como algo aceito pelos professores e alunos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

⁴ Proposta por John Dewey como uma alternativa ao ensino tradicional, a Escola Progressista era baseada no pensamento liberal. No tocante à postura do aluno, Pereira et al. (2010, p. 155) destacam: “A filosofia deweyana remete a uma prática docente baseada na liberdade do aluno para elaborar as próprias certezas, os próprios conhecimentos, as próprias regras morais.”

aprendizagem era um dos pressupostos fundamentais. Contudo, percebe-se uma ressignificação das ideias originais de Dewey, atribuindo, assim, à realização e/ou à observação do experimento a garantia de eficiência no processo de ensino e aprendizagem (BORGES, 2002).

Por outro lado, Pinho Alves (2000b) aposta que a aceitação das APE pelos professores pode estar relacionada com o mecanismo da transposição didática, que trouxe o conhecimento científico (saber sábio) para o conhecimento escolar (saber a ensinar), incorporando concepções equivocadas sobre a natureza da Ciência, por exemplo, a concepção empirista da Ciência.

Constata-se que, em geral, as proposições das APE são previamente adaptadas para um determinado resultado experimental, reforçando a visão ingênua da Ciência devido ao caráter confirmatório. Para Pinho Alves (2000b), essa estratégia torna explícita a concepção de que o laboratório é um acessório e seu uso é facultativo, com sua ausência não gerando prejuízo ao ensino.

Em muitos trabalhos encontramos a descrição da metodologia da experiência demonstrativa como reforço e confirmação de tópicos tratados nos cursos teóricos. Na pesquisa de Meseguer Dueñas e Mas Estellés (1994), encontramos essa preocupação, na qual os alunos foram questionados sobre a relação entre os experimentos apresentados e a teoria supostamente discutida anteriormente. Percebe-se que as demonstrações são projetadas para aprender a teoria. Outro aspecto é a preocupação com o caráter motivacional dos alunos.

No trabalho de Kurbanoglu e Akin (2014) encontramos grande aceitação pelos alunos universitários das práticas experimentais como estratégia para efetivação do aprendizado de Física. Entendemos, assim, que esse discurso reforça e incentiva ainda mais a permanência das práticas demonstrativas, nos âmbitos escolares e universitários, atribuindo a elas [práticas demonstrativas] o caráter “salvador” do ensino de Física. Eiras e Tuyarot (2005) ainda relatam que a partir de atividades demonstrativas os alunos participam ativamente do processo de negociação do saber. Destacam, ainda, que as atividades demonstrativas podem proporcionar um ensino teórico mais consistente e significativo, inclusive, preparando o aluno para utilizar o laboratório didático como um instrumento mediador no processo de ensino e

aprendizagem. Na mesma linha, Barreiro e Bagnato (1992) destacam a grande aceitação por parte dos alunos universitários dessa prática:

Eles [alunos de curso universitário] entendem que as demonstrações esclarecem melhor os conceitos; fixam melhor a matéria; ajudam na compreensão da teoria, aplicações e exercícios, e tornam a aula interessante. (BARREIRO; BAGNATO, 1992, p. 241, grifos nosso)

Arrigone e Mutti (2011) destacam que o uso das APE, principalmente demonstrativa, pode reduzir o tempo entre as aulas teóricas e a experiência proposta no cronograma dos cursos. Esse pareamento entre os temas abordados nos cursos teóricos e a aplicação experimental pode facilitar a compreensão dos conceitos discutidos. Reafirmam, também, que em situação de demonstração de experimento, em sala de aula, observa-se aumento da atenção e participação dos alunos, além de constatarem maior socialização de conhecimentos prévios e experiências pessoais. Por fim, destacam que há melhora na habilidade de resolução de exercícios⁵.

No tocante às publicações nacionais, Araújo e Abib (2003) e, mais recentemente, Higa e Oliveira (2012) destacam que há uma prevalência pela modalidade do laboratório demonstrativo, entre as publicações dos principais periódicos nacionais da área de ensino de Física. Evidentemente, encontramos trabalhos que priorizam tanto aspectos observacionais quanto investigativos. De qualquer forma, passa a ser forte o apelo para o uso da experimentação demonstrativa engajada com maior envolvimento dos alunos durante a apresentação.

Enfim, utilizando metodologia que permitam explorar ao máximo cada atividade de demonstração é possível fazer com que estas superem a simples ilustração de um fenômeno e possam contribuir efetivamente para o aprendizado conceitual desejado e para o desenvolvimento de novas habilidades e posturas dos estudantes. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.182)

Para Amaral (1997), o papel da experimentação no ensino tradicional tem caráter de complementariedade ou verificação da teoria. Complementa, ainda, que mesmo em situação que o aluno manipula o experimento, não se observa mudança no papel pedagógico e significado epistemológico.

⁵ Em geral, os cursos de Física da escola básica têm por finalidade ensinar e posteriormente cobrar a resolução de exercícios em avaliações.

Hodson (1994) aponta que os professores não fazem no laboratório exatamente o que dizem pretender fazer, havendo, assim, uma oposição entre o discurso e a prática. Comenta, também, que é necessário um convencimento sobre os benefícios do uso das APE, mas, ao mesmo tempo, a ação se torna ilustrativa ou desarticulada dos cursos teóricos.

Parece que a desarticulação, o caráter verificador e o complementar das APE, na esfera da educação superior, têm causado pouco incômodo aos professores, aparentemente, sendo mais questionada na educação básica como aponta Pinho Alves (2000a).

Entendemos que a desarticulação entre a teoria e as APE reforça a ideia do laboratório com caráter de acessório ou de menor importância. Por outro lado, em alguns momentos as práticas reforçam o caráter de técnica de medição e operação de equipamentos. Desvirtua-se, dessa forma, o propósito das atividades experimentais nas aulas de Física, principalmente, na escola básica.

A prática de obtenção pura e simplesmente de grandezas físicas a partir de uma sequência linear de procedimento e desarticulada de sua função, sugere um caráter verificador e confirmatório da Ciência. A ausência de flexibilidade é inibitória para novos procedimentos e proposições, reforçando o estereótipo da desarticulação entre a Ciência e seus anseios econômicos, políticos e sociais. Não cabe aqui expurgar essa estratégia de uso das APE, mas é necessária uma reflexão sobre sua função no ensino. É preciso ultrapassar a função de mero exercício de fixação e transpor para o desenvolvimento de habilidade reflexivas e permitir que os alunos possam assumir o controle de seu próprio aprendizado e, ao mesmo tempo, articular com as razões que motivaram os cientistas a buscar por esses resultados.

O uso excessivo do tempo com detalhes técnicos e a própria manipulação do aparato experimental faz com que o aluno seja penalizado no processo de construção de conceitos. Em geral, as aulas de laboratório têm um percentual pequeno da grade horária, quando comparado com as aulas teóricas, fazendo com que as atividades sejam estruturadas para serem desenvolvidas e finalizadas nos períodos propostos, cabendo pouco espaço para outras abordagens. Todavia, observa-se, em alguns casos, uma avalanche de experimentos, impedindo qualquer forma de análise e possibilidade de construção de ideias e testes de hipóteses pelos alunos. Abrahams

e Millar (2008) destacam ainda que o desenvolvimento de ideias científicas, a partir de atividades práticas, é um processo complexo; concluem que deveria se estruturar a carga horária atribuída ao laboratório, observando a necessidade da inserção de períodos para que haja interação e reflexão.

De fato, entendemos que a diversidade na atuação do professor pode contemplar, de forma satisfatória, diversas dimensões apontadas anteriormente. Mas, em geral, as apresentações dos experimentos são rasantes e os olhares dos alunos são voltados para pontos específicos e ofuscados pela ação do próprio professor. Cabe ressaltar que para uma efetiva participação entre os diversos agentes (aluno e professor) é necessária uma apropriação do discurso científico com seu sistema simbólico. Para uma real reflexão, os participantes devem estar, de certa forma, munidos de elementos para que venham a contribuir e ampliar as discussões. Outrossim, é inegável que a utilização das APE associadas com a interação entre aluno-aluno e aluno-professor possa promover ganho frente às estratégias tradicionais de aula expositiva amplamente adotadas para o ensino de Física.

Tem-se estudado o papel do laboratório no ensino de Ciência; contudo, Blosser (1988) aponta que se deve pensar, primeiramente, na finalidade, condições e público a que se destina, antes de questionar qual metodologia é mais assertiva.

Em busca de entendimento sobre as concepções dos professores em relação às APE e sua condução durante as aulas experimentais, apropriamo-nos das categorias e modalidades de uso das APE proposta por Ferreira (1978), ampliada por Pinho Alves (2000b) e readaptada a partir do agrupamento dado por Araújo e Abib (2003); Oliveira (2010) e Higa e Oliveira (2012), conforme analisadas na sequência deste capítulo.

2.1 Atividade de Demonstração

Trata-se de uma modalidade muito usual no espaço escolar e universitário, também conhecida como Atividade de Cátedra. Alguns aspectos podem ser geradores do grande apreço dos professores na adoção dessa prática pedagógica, tais como: a manutenção da centralidade no professor durante o processo de ensino e

aprendizagem; limitação de equipamento, em geral, com custo elevado; equipamento de propriedade do professor ou montado por ele; facilidade de manutenção da “ordem” da sala; número excessivo de aluno em sala; adequação com as concepções empísta-indutivista.

Essa é uma modalidade que, em geral, apresenta baixa interação entre o aluno-experimento e aluno-aluno. Normalmente, o professor faz uso dessa estratégia com o intuito de chamar a atenção para um fenômeno específico ou mesmo motivacional. As atenções são voltadas para um aspecto que geralmente é indicado pelo professor e, aos alunos, é sugerido que observem e confirmem o que se pretende ensinar ou já foi ensinado. É razoável afirmar que a aceitação dessa modalidade, por parte dos professores, como parte integrante de seus cursos, deve-se à conformidade com práticas pedagógicas tradicionais, portanto, não exigindo nenhuma mudança significativa em suas concepções a respeito do processo de ensino e aprendizagem.

Para Higa e Oliveira (2012), essa modalidade se constitui na concepção de modelo de aprendizagem calcado em transmissão-recepção, reforçando a ideia de que os estudantes são sujeitos passivos e devem receber as informações que os professores fornecem. Outro aspecto que as autoras destacam é o caráter da verdade absoluta atribuída à Ciência e seus propagadores, como os docentes e o material didático. É usual a abordagem empirista (o conhecimento está no objeto), na qual o processo de ensino e aprendizagem tem como foco o professor, cabendo ao aluno a internalização a partir de cópias e repetições. Em geral, as proposições são baseadas em abordagens behaviorista e tecnicista de estímulo-resposta.

De fato, as atividades demonstrativas são instrumentos bem adaptados ao modelo de ensino tradicional, encontrando-se pouca oposição em sua aplicação, tanto por parte dos professores quanto dos estudantes. Podemos inclusive arriscar que sua coerência com as pedagogias vigentes o faz perfeitamente aceitável e incentivado em sua prática. Além disso, o caráter confirmatório da experimentação acentua a visão empirista da Ciência, reafirmando a ideia de que a Física teórica é infalível, e que, em princípio, poderia ser comprovada pelo experimento.

Por outro lado, Ferreira (1978) sinaliza que a utilização das experiências de demonstração reduzem a oportunidade do aluno expressar respostas que fazem parte da cadeia de comportamento esperado durante as APE. Para o autor, o professor se

sente motivado por proporcionar um espetáculo que, muitas vezes, serve para quebrar a rotina estafante dos cursos teóricos.

Para Roth et al. (1997), alguns aspectos podem contribuir para o fracasso no aprendizado quando se faz uso da experiência demonstrativa para o ensino de Física, tais como: dificuldade dos alunos em separar o sinal e ruído (por exemplo, os erros experimentais); pouca oportunidade para reflexão sobre as concepções alternativas dos estudantes; interferências a partir de outras experiências realizadas que, de alguma forma, possuam semelhanças superficiais; baixo envolvimento do estudante com o experimento; e falta de oportunidade para testar ideias.

No entanto, é possível encontrar apontamentos de uso das APE demonstrativas de forma sistematizada. Nesse sentido, em Oliveira (2010) encontramos a seguinte lista de sugestões para professor e aluno durante o uso da abordagem demonstrativa: o professor deve explicar o que irá acontecer e tentar resgatar dos alunos as suas possíveis explicações, antes da demonstração; os alunos devem observar cuidadosamente todos os processos realizados, recomendando-se, inclusive, o registro escrito dos eventos; ao final do experimento, o professor deve resgatar as explicações sugeridas pelos alunos e confrontar com o modelo científico que explica o fenômeno observado; recomenda-se, por fim, a utilização de questionário para que os alunos respondam sobre o fenômeno observado e trabalhem em grupo. A autora destaca que apesar das atividades de demonstração apresentarem baixa interação entre aluno-experimento, é possível conceber a participação dos alunos, bem como confrontar suas ideias com os modelos propostos para o fenômeno apresentado.

2.2 Atividades de Verificação

As atividades de verificação têm como objetivo a verificação e/ou confirmação de leis ou teorias. Em geral, os alunos utilizam instruções que os norteiam desde a coleta de dados até sua interpretação e/ou confirmação.

2.2.1 Laboratório Tradicional

Trata-se de uma modalidade muito utilizada pelas universidades e escolas de ensino médio, quando dispõem de espaço apropriado – laboratório – e horário específico na grade curricular. Na escola básica, em geral, reproduz-se, em menor escala, as estratégias utilizadas nas universidades. Normalmente, os alunos são agrupados em bancadas com os equipamentos necessários e, assim, é apresentado um roteiro ou texto-guia tipo *cookbook* para a execução de uma atividade prática de verificação.

Para Ferreira (1978), a categorização das estratégias usadas no ensino de Física apoiada na experimentação, torna difícil utilizar regras que contemplem inequivocamente características exclusivas para cada modalidade. No entanto, alguns itens apresentam similaridade e podem caracterizar o chamado laboratório tradicional, como: técnicas de medidas (operacionalização de instrumento, precisão de medidas, adequação dos materiais aos experimentos e análise dos dados); verificação de leis e fenômenos; apoio ao curso teórico; introdução do método científico. O autor aponta ainda que à guisa de um planejamento global, sobre os objetivos almejados, pode-se gerar, como subproduto, atividades rotineiras, improvisações e demasiada ênfase nos relatórios.

Em geral, os roteiros listam uma série de comandos dispostos em uma sequência ordenada e com finalidade comprobatória de uma teoria a partir de uma situação, muitas vezes, peculiar, artificial e adaptada para se confirmar o propósito do experimento. A confirmação se dará pela obtenção de grandezas que já fazem parte da literatura e são largamente confirmadas. Na universidade há um refinamento do método tendo como uso a teoria dos erros, que permite ao aluno melhorar seus resultados com base em dados obtidos em seus experimentos.

Em alguns casos, mais radicais, a prática é completamente desarticulada do curso teórico, reduzindo as aulas experimentais a um receituário sem sentido para o aluno. Em muitas universidades e escolas básicas, que fazem uso das chamadas aulas de laboratório, o professor pode não ser o mesmo detentor da cadeira de Física e de suas subdivisões e, assim, estabelecendo uma ruptura e desconexão. Devido à carga horária atribuída ao professor, nem sempre é possível a atribuição dessa aula

para o mesmo docente, sendo atribuída a outro com menor carga ou com carga exclusiva de aulas experimentais.

Podemos destacar alguns pontos que são nevrálgicos quando se faz uso do laboratório tradicional, a saber: desarticulação entre teoria e prática; supervalorização dos procedimentos experimentais e detalhes técnicos; valorização do produto em detrimento do processo; pouco tempo para interação e reflexão; baixa frequência de oportunidade para manifestação de hipóteses; ausência de atividades que visem a reflexão, na qual os estudantes poderiam depositar suas ideias, representações e percepções, a partir da linguagem escrita, por exemplo, proporcionando um momento de rever convicções e confrontar opiniões adversas sobre os temas tratados na atividade.

2.2.2 Laboratório Divergente

O laboratório divergente é uma variante do laboratório tradicional; no entanto, há incorporação em sua ação de maior liberdade de criação e proposição por parte do aluno. Segundo Pinho Alves (2000b), essa modalidade de laboratório apresenta dois momentos: exercício ou pré-prática (fase 1) e experimentação (fase 2). No momento de exercício, pretende-se desenvolver as habilidades técnicas e instrumentais para a realização da experimentação. Os alunos são convidados a realizarem medições e manipulações de instrumentos com o intuito exclusivo de desenvolvimento de habilidade manipulativa de instrumentos; portanto, ocorre a familiarização com os aparatos experimentais. As proposições, geralmente, são diretivas e com baixa flexibilização. No segundo momento – a experimentação –, os alunos devem propor um experimento para testar suas ideias e hipóteses, frente aos conceitos ou grandezas que devem ser confirmadas. Nesse momento, os alunos lançam mão das habilidades experimentais e técnicas de medição para propor experimentos que tenham um caráter confirmatório dos conceitos estudados. De fato, essa modalidade apresenta maior liberdade de atuação do aluno, mas a visão de complementariedade e treinamento experimental permanece forte, como aponta Pinho Alves (2000b). As dificuldades de variabilidade dos instrumentos e materiais fazem com que as proposições se sumerizem em pequenas variações dos mesmos aparatos

experimentais construídos pelos grupos, bem como o limitador temporal que pode cercear a criatividade dos grupos.

Por outro lado, Ferreira (1978) sinaliza que na modalidade de laboratório divergente há maior envolvimento do aluno, comparado ao laboratório tradicional, já que esse terá que escolher um experimento que mais lhe agrade para que possa promover sua investigação.

Figura 1 - Esquema ilustrativo de Laboratório Divergente.

Fonte: autoria própria.

Na figura 1, destaca-se um esquema ilustrativo do laboratório divergente, nele se observa que a atividade pré-prática desencadeia o processo, isto é, os alunos deverão adquirir habilidades para que possam planejar seus experimentos. Há variações dessa estratégia, mas para que possamos ilustrar essa metodologia, optamos em representar, a partir de uma sequência didática, em que se sugere aos alunos que partam de temas ou conceitos predefinidos para a escolha dos experimentos, e que, de certa forma, possam remeter aos conceitos discutidos anteriormente. Por um lado, a fase pré-prática se assemelha ao laboratório tradicional, ou seja, com atividades diretivas e de baixa autonomia dos alunos. A estruturação é feita com roteiro do tipo *cookbook*, que objetivam a apresentação de técnicas de medidas e estratégias de manipulação dos instrumentos, e que, eventualmente, serão utilizados na fase 2. É verdade que os grupos terão alguma flexibilização na fase 2. Todavia, não devemos esquecer que essa liberdade de criação é relativa, já que os grupos deverão propor experimentos a partir de temas previamente escolhidos e, principalmente, aparatos cuja confecção seja possível em virtude da disponibilidade

de material e tempo que a eles são oferecidos. Nesse ponto, algumas proposições apontam para que se faça uso, na fase 2, de materiais alternativos ou de baixo custo, ampliando um pouco mais as possibilidades e variabilidades dos experimentos propostos pelos estudantes. Um ponto importante é que a fase 2 pode apresentar maior interação professor-aluno e aluno-aluno. Espera-se nessa fase que os grupos reflitam sobre sua ação e, a partir da interação entre o professor e membros do grupo, possam auxiliar na construção de conceitos. A finalização da sequência didática pode se dar por uma apresentação em classe dos trabalhos e, novamente, tornar-se um momento de reflexão e manifestação de ideias.

2.2.3 Laboratório à disposição do aluno ou biblioteca

Esta modalidade se aproxima de uma biblioteca, na qual os alunos e/ou professores possam retirar experimentos, permitindo maior interação com o aparato experimental e, de certa forma, ampliando as possibilidades de realização do experimento em horários ampliados. Normalmente, os experimentos vêm acompanhado do roteiro autoinstrutivo, direcionando, assim, o trabalho e os caminhos a serem seguidos. É razoável afirmar que há um ganho sobre os laboratórios tradicionais que se restringem à tutela do professor, e ao intervalo da aula reservado para tal ação. É evidente que se encontre variações com grau de liberdade maior ou menor, dependendo da proposta do trabalho e do material disponibilizado. Outro ponto que deve ser destacado é que, de posse do experimento, o aluno pode rever o conteúdo tratado nas aulas regulares, servindo, dessa forma, de um mecanismo de retomada de conceitos e reflexão sobre suas hipóteses.

Proposta inicialmente com o trabalho de Oppenheimer e Correl (1964) chamado de *Library of experiment*, consiste de experimentos de rápida execução, permanentemente montados e à disposição dos alunos, tal como os livros de uma biblioteca. Evidentemente, em muitos casos, a realização dos experimentos deve ser feita em um espaço reservado para tal. Frank Oppenheimer foi um grande defensor dessa modalidade alternativa de ensino; entendia que a familiarização com o experimento é uma condição necessária para o efetivo aprendizado. Em sua proposição, o tempo de permanência com o experimento era ampliado, se

contrapondo aos métodos usuais, nos quais o contato que o aluno tinha com o experimento estava limitado ao período de aula. Portanto, entende-se como uma metodologia interessante de retomada dos conceitos tratados durante as aulas; porém, muitas proposições sofrem críticas pois abandonam as técnicas experimentais que geralmente são tratadas nos cursos experimentais. Por outro lado, em alguns casos, as proposições contam com monitores que podem colaborar com os alunos, sugerindo experimento e orientando sua realização. Percebe-se aqui uma ampliação do espaço do laboratório para além das fronteiras da sala de aula e do próprio laboratório tradicional.

Alguns perigos associados ao laboratório biblioteca surgem pelo fato dos alunos, eventualmente, não usarem corretamente os dispositivos ou encontrarem dificuldades na obtenção de dados, quando se trata de experimentos quantitativos. Na mesma linha, podem perder tempo excessivo tentando descobrir como testar os princípios envolvidos, ou encontrar o equipamento de que necessitam. Um cuidado importante é evitar que o experimento se torne uma caixa-preta, com a ausência de um professor, podendo promover uma desmotivação ou um entendimento mais superficial do funcionamento dos equipamentos. É importante mensurar os objetivos do experimento e observar o que, de fato, deve ser investigado e o que deve ser orientado.

É razoável acreditar que essa modalidade de laboratório não seja frequente, ora pelo custo de implementação e manutenção, ora pelas crenças sobre as abordagens usuais da experimentação como aporte ao ensino de Física. Também é seguro afirmar que quando as APE existem, estas ficam restritas à manipulação do professor ou sobre sua jurisdição, havendo pouco espaço para que os alunos possam propor ou mesmo experimentar fora dos portões da escola. Isso leva a uma minimização do contato do aluno com materiais experimentais, dificultando, sobremaneira, momentos de reflexão e confirmação de suas hipóteses.

Para Ferreira (1978), o laboratório à disposição do aluno, estilo biblioteca, tem como finalidade a verificação de fenômenos físicos. De certo modo, assemelha-se às práticas usuais do laboratório demonstrativo, no qual o professor se apoia em um experimento com o intuito de verificar e confirmar um conceito tratado em sala.

Outro ponto destacado por Pinho Alves (2000b) é que, nessa modalidade, em geral, é transferida a responsabilidade de realização do experimento ao aluno. Isso reforça o aspecto de apêndice da aula teórica de Física, transparecendo a baixa importância da realização da experimentação e sendo ocultada sua real importância. Atribui-se apenas aspectos do tipo motivacional, complementar e lúdico. Isso não quer dizer que esses aspectos não sejam importantes, mas entendemos que esse viés traduz, das ações dos professores, o real valor que se tem atribuído aos aspectos experimentais presentes nos cursos de Física, principalmente, para o ensino médio.

2.2.4 Laboratório pela Redescoberta

Nesta modalidade, da mesma forma que o laboratório tradicional, o experimento é planejado pelo professor, ou pelas obras didáticas, tanto em termos de estrutura quanto dos resultados a serem alcançados, preservando o caráter comportamentalista da concepção de ensino.

No ensino pela redescoberta experimental, o papel da experimentação é propiciar a reconstituição induzida do conhecimento científico, ou seja, através da prática experimental dirigida o aluno alcança a teoria. (AMARAL, 1997, p.11, grifo nosso)

É importante notar que essa modalidade tem como objetivo primeiro a convergência na teoria, mostrando mais uma vez que a ação experimental é um elemento coadjuvante dos objetivos do ensino. A ênfase que se dá aos modelos teóricos e a busca por sua confirmação torna a ação experimental secundária e, portanto, questionável sua necessidade. O estudante se vê em uma situação de verificação de algo que, de certa forma, já conhece, pois, em geral, o resultado já é previamente apresentado pelo professor. Da mesma forma, torna-se um problema quando é questionável a confirmação do modelo em estudo, devido às limitações técnicas ou aos materiais de baixa qualidade. Por um lado, o aluno se sente desmotivado, pois não vê resultado plausível em seus esforços e o professor se sente incomodado em lidar com uma situação de impasse entre os dados obtidos e o modelo em jogo. Amaral (1997) destaca que a necessidade de se colocar uma situação artificial dá a impressão de que os fenômenos estudados são gerados no próprio

experimento e desvinculados do mundo externo. Essa prática reforça as concepções simplistas do método científico e a visão empirista-indutivista da Ciência.

Vale aqui mencionar que essa modalidade de laboratório possui variações com graus de interação maior entre os professor-aluno e aluno-aluno. Segundo Tavares *et al.* (1989):

Não se trata do método da redescoberta, pois não poderíamos usá-lo para cumprir um programa relativamente extenso, mas de uma variante desse método, que dará ao aluno possibilidade de transferir conhecimentos. Parte-se de um mínimo de conhecimentos, que são transferidos para a prática, visando, com essa transferência, adquirir mais conhecimentos, criando assim, um ciclo. Tal método visa levar o aluno ao processo de transferência de conhecimento, ou seja, faz com que o aluno que possui um certo conhecimento, aplique-o para resolver novos problemas, investigando e, assim, adquirindo mais conhecimentos. (TAVARES *et al.*, 1989, p.187)

A proposta alternativa, apresentada por Tavares *et al.* (1989), trata-se de um “combo” entre laboratório por redescoberta e laboratório biblioteca. Pretendem-se que os alunos, a partir de algumas informações, possam redescobrir conceitos e modelos da Física. Os alunos são convidados a medirem e confirmarem os modelos que foram discutidos previamente. O que observamos como elemento essencial é a possibilidade de execução dos experimentos em um período de tempo diferente das aulas tradicionais de laboratórios. Os alunos retiram os *kits* e podem, a partir de informações pré-existentes, realizar a coleta de dados em local e período que seja mais oportuno. Temos uma tímida vantagem em relação ao método convencional do laboratório pela redescoberta; entretanto, há ainda a exacerbação do caráter confirmatório da teoria, levando a crer que o principal alvo é o ensino formal.

Finalmente, Ferreira (1978) aponta que a suposta descoberta por parte do aluno não poderá ser desenvolvida ao acaso. Comenta que não é sensato imaginar que apenas com os instrumentos à mão e pouco tempo destinado a tal ação, os alunos possam trilhar os caminhos seguidos pelos propositores das leis e conceitos, e assim esse processo pode se tornar desmotivador para o professor e para o aluno devido à complexidade de alguns aparelhos e/ou conceitos imbricados durante a realização do experimento. Corroborando, ainda, vale mencionar que mesmo experimentos que foram realizados no século XVIII, como é caso do experimento de Cavendish, com a

balança de torção, ainda se apresenta como um grande desafio para sua reedição, apesar do imenso avanço tecnológico que vivemos.

2.2.5 Laboratório Virtual

O laboratório virtual, também chamado de Objetos de Aprendizagem (OA), congrega simulações de experiências, nas quais o usuário pode interferir, constatar e observar fenômenos físicos, objetivando a complementariedade ou em muitos casos a total substituição do laboratório didático convencional. Por outro lado, vem se tornando cada vez mais popular uma modalidade de laboratório virtual que se constitui pela filmagem de experimentos reais, possibilitando a análise em locais e momentos diversos.

Para Tüysüz (2010), o laboratório virtual pode ser uma alternativa aos laboratórios didáticos convencionais, principalmente aos países em desenvolvimento. Ele aponta que frente aos problemas encontrados nesses países, como: o custo de implantação de laboratório convencional; demora na implementação; classes superlotadas; ausência de equipamentos e perigo na manipulação, especialmente, com a inexistência da figura do técnico, que poderia dar respaldo ao professor antes, durante e após a aula, tal alternativa se mostra interessante.

Um ponto que se deve considerar sobre a viabilidade da virtualização de experimento está ligado ao grande contingente de alunos do ensino médio, e que em muitos casos são segregados ao um ensino livresco. É razoável afirmar que a experimentação não faz parte da imensa maioria das aulas de Física do ensino médio nas escolas do Brasil. Presume-se que a incorporação do laboratório virtual pode ser uma alternativa viável às escolas brasileiras, pois, segundo dados do Censo Escolar⁶ 2013, 91,5% das escolas de ensino médio da rede públicas já possuem laboratório de informática.

Outra possibilidade do laboratório virtual para o ensino de Física, e destacado no artigo dos autores Bezerra Jr et al. (2012), é o uso de filmes de experimentos que

⁶ Disponível em:

http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2013.pdf. Acesso em: 10 de jan de 2016.

podem ser analisados *a posteriori*. Segundo os autores, torna-se uma opção ao professor, já que se pode obter a filmagem do experimento, inclusive em ambientes diferentes da sala de aula, e toda a análise e interpretação pode ser realizada juntamente com o professor em um laboratório de informática, por exemplo. Também é possível utilizar filmes de experimentos previamente concebidos e realizar a análise em momentos e locais diversos, como aponta o trabalho de Fonseca *et al.* (2013).

Uma ferramenta bastante conhecida para análise de vídeo de experimentos é o software (*freeware*) Tracker⁷. Como ilustração, temos na figura 2 uma atividade experimental em que se observa o lançamento de uma bola de basquete. Em análise do vídeo, percebemos a trajetória da bola, ao longo do tempo, e, no piso, a trajetória da sombra da bola. Ao lado, são plotados os gráficos de ambos os movimentos. Vale citar que os dados da tabela podem ser utilizados, no próprio software ou em outra ferramenta, para modelagem.

Figura 2 - Experimento de lançamento oblíquo com bola de basquete.

Fonte: autoria própria.

Diversos grupos de pesquisas em universidades pelo mundo concentram esforços para o desenvolvimento de OA livres, visando o ensino de Ciências. É inegável que se tem muito do mesmo, mas alguns grupos, apoiados em teoria de aprendizagem cognitivista, têm se fixado e, de certa forma, incorporado novas estratégias às práticas de milhares de professores pelo mundo. Um bom exemplo, e

⁷ Disponível em: <http://physlets.org/tracker/>. Acesso em: 20 de nov de 2016.

que pretendemos fazer uma pequena reflexão sobre, é o OA chamado PhET Interactive Simulations⁸ da Universidade do Colorado. Conforme aponta o site da Universidade, mais de 275 milhões de simulações foram distribuídas. O PhET oferece simulações livres em Ciências da Natureza e Matemática. Segundo os idealizadores, as simulações são testadas e atualizadas constantemente, sendo que os testes se baseiam em entrevistas com alunos e observação da aplicação das simulações em sala de aula. As rotinas são produzidas em Java, Flash ou HTML5, sendo, portanto, executáveis on-line ou disponibilizadas para *download*. Isso é importante, pois permitem ao professor escolhê-la e adaptá-la à infraestrutura de sua unidade escolar.

As simulações produzidas pelo PhET, segundo seus idealizadores, têm, na essência, alguns pressupostos, tais como: a) incentivar a investigação científica; b) promover a interação; c) tornar visível o invisível; d) mostrar modelos mentais; e) utilizar múltiplas representações para um fenômeno; f) utilizar conexões com o mundo real; g) dar orientações guiadas; h) simulações que são flexíveis às múltiplas situações educacionais. Observa-se também uma preocupação com as interações entre os diversos agentes (professores e alunos) no processo de ensino e aprendizagem. As simulações, de fato, têm suas limitações que estão no escopo da programação, mas as extrapolações são possíveis e teste de hipótese permitem que um nível de investigação possa acontecer, mesmo que guiado. Um aspecto importante é a ausência de risco atribuído aos laboratórios de Química e de Física térmica, por exemplo.

No artigo de Podolefsky, Perkins e Adams (2010) são analisados aspectos do uso de conexões com elementos familiares e as restrições nas simulações do PhET. Para tal, foram disponibilizadas simulações de interferência de ondas (figura⁹ 3). O trabalho envolveu alunos universitários do 1º ano de Física. Em análise ao desenvolvimento de uma proposição sobre o fenômeno da interferência, os autores destacam que é importante, na concepção de simuladores, a existência de elementos familiares, que permitam conexões com o mundo real, o que pode facilitar a concepção de novos conceitos. Por exemplo, perceberam que a existência de ondas

⁸ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 20 de nov de 2016.

⁹ A simulação PhET de interferência de ondas possuem três possibilidades de ondas: em água, no ar (som) e luz. Para as três condições é possível encontrar os pontos de interferência construtiva e destrutiva a partir de observação simples ou com o auxílio de detectores. É, também, possível ajustar as fendas em números ou dimensões.

geradas pelo gotejamento por uma torneira se tornou mais eficiente para alguns alunos do que o uso direto da luz, para o entendimento do conceito da interferência. Outro ponto que se verifica no artigo é exatamente a importância das restrições que os OA impõem aos usuários. Destacam, ainda, que as restrições permitem que os alunos explorem caminhos favoráveis para a construção de um quadro conceitual mais efetivo; restringindo as articulações de caminhos desnecessários ou mesmo mais complexos que a situação ali deveria impor. Salientam que a proposição da simulação não deve ser apresentada como os clássicos *cookbook*, e é necessário um questionamento contínuo pelo professor para que o aluno venha a testar suas hipóteses e refinar seu quadro conceitual. Todavia, não se deve esperar que tenhamos um “cientista” ávido a propor modelos novos, pois os alunos não apresentam as habilidades e nem congregam os mesmos anseios. Em contrapartida, não se deve resumir a atividade a apenas responder perguntas pré-concebidas pelo professor e/ou roteiro. As múltiplas opções das ferramentas de simulação, associadas às estratégias de condução da aula, podem ser um excelente aliado ao refinamento do quadro conceitual. Contudo, é imprescindível a ação do professor, participando na construção do conhecimento e apoiando as incursões de seus alunos. As mediações pedagógicas viabilizam que o professor participe do processo de construção de esquemas mentais que, em geral, são esquecidos, no tocante aos processos clássicos de ações pedagógicas que valorizam em demasia o produto dessa ação, concluem os autores.

Figura 3 - Simulador de interferência de ondas.

Fonte: PhET.

Questiona-se muito sobre as restrições impostas pelas rotinas dos simuladores, limitando fatalmente as possibilidades e variações de ensaios. No entanto, essa limitação imposta pelo projeto do simulador poder vir a ser uma ampliação, já que é possível incorporar inúmeros materiais, ferramentas e instrumentos. Em alguns casos, tal possibilidade é maior que as encontradas nos laboratórios didáticos das escolas e até mesmo universitários. Vemos, então, uma otimização de recursos e que não se encerra na simulação, mas pode servir como um piloto de implementação futura do experimento em estudo. Manter laboratórios didáticos atualizados com materiais e instrumentos renovando ano a ano se torna uma atividade cara para muitas instituições, constituindo-se como um possível obstáculo para a manutenção do ensino experimental.

É bem verdade que a virtualização de experimento pode dar uma falsa ideia da realidade, pois temos tudo previamente pensado e testado para que não fuja das condições de contorno que o *designer* dimensionou, mas pensando o experimento real, proposto pelo professor, temos também uma situação artificial e, da mesma forma que em simulações, o professor dimensiona o experimento para um limite de validade. Os experimentos didáticos são situações que permitem observar fenômenos explicáveis e que foram inúmeras vezes replicados. Pensemos, por exemplo, no clássico experimento da Lei de Hooke, em que sempre disponibilizamos massas que são condizentes com a constante elástica da mola em uso; portanto, maquiemos uma situação real para que os alunos foquem sua atenção na deformação da mola e verificação da Lei de Hooke. Não se discutem os limites de validade da lei e, muito menos, porque se tem esse limite; logo, temos também uma situação de restrição e direcionamento do objeto de estudo.

Por fim, destacamos o trabalho de Lima e Takahashi (2013) que discute a viabilidade de inserção de conceitos de Física para alunos do ensino fundamental I apoiada em estratégias de experimentos virtuais qualitativos. Apontam que não basta a inserção no currículo de novos conteúdos, mas é necessário se pensar na inserção de atividades que estimulem o aluno a construir e associar os novos conceitos e que possam, de alguma forma, proporcionar uma discussão de Física e contribuir, assim, para sua alfabetização científica. Como resultado de um trabalho de pesquisa realizado em uma escola de ensino fundamental I, com crianças entre 9 e 11 anos, em que se trabalhou conceitos de eletricidade, com o uso de OA, concluem:

[...] o uso da experimentação virtual valeu-se do interesse da criança pelo computador para despertar o aspecto motivacional pela aprendizagem, estimulou habilidades importantes propiciadas pelo uso da tecnologia, permitiu ao aprendiz vivenciar experiências, interferir, fomentar e construir o próprio conhecimento. [...] A interação do aluno com os experimentos virtuais deslocou o aluno da condição de aprendiz passivo para a condição de sujeito atuante na aprendizagem, criou condições para a elaboração e verificação de hipóteses de forma imediata e permitiu o contato do aluno com situações Físicas diferenciadas, facilitando a aquisição dos conceitos trabalhados.

Foi possível identificarmos, durante a aplicação da nossa metodologia [baseou-se em atividades realizadas durante 9 aulas de 50 min, discutindo-se os conceitos de energia elétrica, corrente elétrica, isolante elétrico, condutor elétrico, circuito elétrico], uma progressão do desenvolvimento dos estudantes em cada conceito trabalhado durante o uso da experimentação. (LIMA; TAKAHASHI, 2013, p.9)

2.2.6 Laboratório Remoto

A modalidade de laboratório remoto surgiu da engenharia com o intuito de controle da automação. Atualmente está disponibilizado por algumas universidades espalhadas pelo mundo com finalidade pedagógica. No Brasil, ainda é embrionária sua utilização e disponibilização aos estudantes. De acordo com Takahashi et al. (2014):

Os laboratórios de experimentação remota (ou WebLabs) representam uma grande evolução no conceito de inclusão digital, uma vez que eles permitem que os alunos acessem equipamentos instalados em laboratórios de muitas instituições de ensino, alguns deles complexos e relativamente caros. (TAKAHASHI et al., 2014, p. 147)

É importante destacar que Laboratório Remoto é para permitir experiências remotas destinada ao processo de ensino e aprendizagem, indo, portanto, além da concepção de aparelho remoto para monitoramento. Define-se em última análise como a extensão de um ou mais instrumentos de medição real de uma rede de distribuição. Comentam Cardoso e Takahashi (2011) no excerto a seguir:

Um Laboratório de Experimentação Remota é um laboratório real, porém com a possibilidade de ser acessado de qualquer local por meio de um computador conectado à Internet. Esse tipo de laboratório tem sido utilizado por empresas, no treinamento de pessoal especializado

e no ensino, em particular, nas disciplinas que utilizam práticas experimentais.(CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 186)

Algumas vantagens, frente aos laboratórios virtuais, podem ser listadas, a saber: as informações são reais, não há restrição de tempo e há feedback de resultados. Em contrapartida, diminui a interação com outros estudantes, há limite de acesso simultâneo, necessidade de alta tecnologia (software e hardware) e infraestrutura de rede. Cooper (2005) também destaca algumas vantagens frente aos métodos *in loco* de uso de laboratório: acesso ao experimento durante o período escolhido pelo estudante; compartilhamento de recursos entre instituições; maior segurança; acessibilidade aos estudantes deficientes; acesso aos experimentos para cursos na modalidade de EAD; possibilidade de trabalho colaborativo entre estudantes.

Cooper (2005) completa que equipamentos caros e pouco presentes em instituições podem ser compartilhados e disponibilizados seu uso remotamente. Vence-se as barreiras geográficas, principalmente para estudantes não oriundos dos grandes centros, oportunizando acesso mais intenso e igualitário aos equipamentos. Não obstante, o apoio logístico é imprescindível, haja vista que se deve permitir o acesso em horários diversos, principalmente, pela existência de fuso horário, fato este bastante significativo para países de grandes dimensões geográficas. Outro ponto destacado pelo autor é a minimização de risco de manuseio inadequado, e que pode comprometer a utilização do equipamento ou experimento. A acessibilidade se torna um caminho natural, pois o controle do experimento remotamente oportuniza uma parcela da população que indubitavelmente teria seu acesso cerceado graças à ausência de instalações idealizadas à inclusão. Um fato importante que se deve incluir em um projeto de laboratório remoto é justamente permitir ao estudante trabalhar colaborativamente mediado pelo computador, indo além do simples controle remoto de experimento, tendo como núcleo pedagógico a interação entre os participantes.

A credibilidade atribuída aos experimentos remotos é um argumento forte aos que questionam sua implementação. Em geral, a virtualização de experimentos tem como pressuposto a planificação de experimentos objetivando ao aluno uma visão mais complexa do fenômeno. Evidentemente, a simplificação ou mesmo a concentração de esforços em determinados aspectos do fenômeno é uma técnica muito utilizada, inclusive em laboratório didático convencional, tendo como finalidade

a didatização dos conceitos em estudo. Essa mesma estratégia é usada em ambientes computacionais, até mesmo para reduzir a carga computacional, sem falar de recursos didáticos. Face a essa situação, a credibilidade acaba se tornando discutível, pois, como o experimento não é manipulado pelo aluno, este pode apresentar dificuldade de confirmação ou refutação de suas hipóteses. Pode-se duvidar se realmente aquilo que se observa ou se coleta de dados está acontecendo.

Embora seja evidente que toda simplificação possa acarretar descrédito, não temos os mesmos argumentos sendo usados no emprego do laboratório convencional que, como é sabido, utiliza-se das mesmas simplificações, como destacamos nas seções anteriores.

Entretanto, é notório que para a maioria das situações de laboratório remoto temos uma simples adaptação das modalidades tradicionais de uso dos laboratórios didáticos. Evidentemente, propor experimentos investigativos requer maior interação entre os estudantes e professores. Inclusive, muitas propostas, devido ao seu planejamento inicial, tiram de cena o professor e colocam o tutor como intermediador entre os alunos. É razoável afirmar que para muitas das situações temos um ensino tradicional com uma roupagem mais “moderna” e “democrática”.

A incorporação de tecnologia talvez não seja o mecanismo certo da inovação das práticas experimentais. Deve-se pensar que a inserção de tecnologia deveria incorporar mecanismos que permitam ao professor aumentar sua interação com os estudantes e entre eles. Além de oportunizar o estudante ou grupos de estudantes no sentido de propor mecanismos diversos de resolução de problemas propostos.

Por outro lado, não podemos esquecer que o déficit de experimentos e laboratórios nas escolas brasileiras é muito grande. Nesse sentido, enxergamos que a popularização de experimentos remotos, criando assim uma rede de experimento, pode ser bastante útil aos professores que não dispõem de recursos em suas unidades escolares. Sendo assim, não pensamos o laboratório remoto como um fim, mas um meio de municiar os professores com experimentos reais e que possam pensar quais atividades podem confirmar ou refutar hipóteses elencadas entre seus alunos. Estes podem buscar no experimento remoto não só a técnica de montagem ou coleta de dados, mas, sobretudo, as respostas de suas indagações.

Todavia, as pesquisas e proposições de alternativas de uso do laboratório remoto para o ensino de Física são modestas. Esse segmento vem aumentando nos últimos anos graças à queda no custo de equipamentos exigidos para a comutação de dados. Entretanto, Cardoso e Takahashi (2011) apontam que a maior parte dos trabalhos estão relacionados à área de ensino de engenharia. Destacam ainda que em análise de 31 artigos no período entre 2000 e 2009, separados por área de conhecimento, notou-se a presença de: 25 artigos voltados para o ensino de Engenharia; 4 artigos voltados para a área de Ciências; 2 artigos voltados para Biologia e nenhum artigo com foco para as áreas de Física ou Química, apesar dos autores observarem que alguns experimentos apontados para ensino de Engenharia poderiam ser utilizados perfeitamente para o ensino de Física. Outro aspecto a se destacar é que praticamente a totalidade dos artigos analisados se destinavam ao ensino superior. Ainda, segundo os autores:

[...] acreditamos que pesquisas futuras, voltadas para a experimentação remota no ensino de Física, devem se preocupar com a disponibilização de experimentos básicos de Física, altamente interativos e representativos dos seus diversos campos, dispostos em ambientes virtuais de aprendizagem que contenham materiais instrucionais fundamentados no modelo ativo da mente, agregando recursos de comunicação síncrona e assíncrona entre os estudantes e entre estes e os professores. (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 204)

Por outro lado, os laboratórios remotos estão totalmente dependentes da Internet e, assim sendo, a velocidade de conexão do utilizador é decisiva para a prosperidade do projeto. Por restrições técnicas ou econômicas muitas das plataformas limitam o acesso a um utilizador por vez, obrigando o professor que se dispuser a utilizar esse tipo de laboratório a “cair” nas abordagens demonstrativas. Todavia, o professor pode solicitar que os alunos realizem o experimento em horários alternados; porém, isso implicaria na falta de acompanhamento pelo próprio professor. Algumas plataformas tentam minimizar as restrições de acesso unitário, gravando o experimento e disponibilizando um banco de dados com as medidas geradas anteriormente. Esse aspecto pode reforçar ainda mais as críticas que se faz ao laboratório remoto. De forma geral, os laboratórios remotos são adaptações on-line de experimentos clássicos, muitas vezes utilizados nos cursos superiores e nas cadeiras de laboratório didático convencional. Diante disso, é necessário se pensar

como essas tecnologias podem incorporar as novas proposições do uso da experimentação para o ensino, sugerindo situações de investigação e não só ilustrativa de teoria. Para permitir que os alunos e professores interajam e proponham alternativas, é necessário que passem de simples utilizadores e caminhem para coprodutores. Demandas sociais devem ser levadas em conta, sendo assim, é importante pensar nos grupos de utilizadores e seus anseios, isto é, integrando Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Nesse cenário, entendemos que a versatilidade dos experimentos remotos podem ser um pretexto para estabelecer uma aproximação a partir de cooperação mútua entre a universidade e a escola básica, como sugere o trabalho de Silva *et al.* (2015). Já o projeto WEBLAB¹⁰, destacado em Fretz, Germano e Almeida (2007), interliga experimentos de Física que são utilizados na Divisão Fundamental do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica). A proposição do projeto é disponibilizar via Internet acesso ao software cliente de controle dos experimentos; também o usuário pode, via *webcam*, visualizar o experimento em tempo real. Os alunos ainda contam com mecanismo de comunicação, no qual podem fazer uso para esclarecimento de dúvidas técnicas sobre o experimento escolhido. Após escolhido o experimento, ocorre a aquisição de dados que podem ser visualizados a partir de tabelas e gráficos. Por fim, destacamos o projeto RELLE¹¹ - Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos, no qual estão disponibilizados diversos experimentos remotos, por exemplo: Conversão de Energia Solar em Energia Elétrica; Controlando LEDs com Arduino; Disco de Newton; Leis de Ohm; Leis de Kirchhoff; Lentes – Banco Óptico. Observa-se que as proposições apresentam um cuidado com a contextualização e, na medida do possível, uma abordagem histórica do experimento, além da manipulação real do aparato experimental. Um outro ponto que chama a atenção é a possibilidade da visualização e controle dos instrumentos reais de medida. É evidente que por se tratar de experimento remoto, temos uma margem de manobra muito pequena. Não é possível propor diferentes configurações; no entanto, por se tratar de alguns clássicos experimentos da Física e inexistentes na maioria das

¹⁰ Disponível em: <http://161.24.5.141/weblab/index.php>. Acesso em: 10 de jun de 2017.

¹¹ Disponível em: <http://relle.ufsc.br/>. Acesso em: 10 de jun de 2017.

escolas, as proposições associadas às estratégias investigativas podem ter um papel importante para o ensino.

2.3 Atividades Investigativas

Esta abordagem teve influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey, sendo conhecida como *inquiry*. Em função da polissemia do termo, encontramos na literatura diversas denominações para *inquiry*, como destacam Zômpero e Laburú (2011, p. 68): "ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas, dentre outras."

Apesar da nomenclatura distinta, temos muitos pontos de coincidência metodológica entre os diversos termos adotados pela literatura. Apresentaremos, ao longo desta seção, alguns aspectos fundamentais sobre as APE investigativas e o laboratório de projeto ou por descoberta.

As APE como investigação têm em seu cerne a busca por estratégias que permitam resolver uma questão ou um problema. Nesse contexto, complementa Borges (2002):

O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento. Nesse sentido, podemos pensar que o núcleo dos métodos ativos (pode-se até chamá-lo de trabalhos ou atividades práticas, para significar que está orientado para algum propósito), não envolve necessariamente atividades típicas do laboratório escolar. (BORGES, 2002, p. 295)

Percebe-se uma mudança na estratégia de uso das APE comparando com as atividades demonstrativas e de verificação. Na abordagem investigativa o laboratório pode fazer parte da própria sala de aula e os alunos podem se liberar da passividade rotineira e ocupar uma posição autoral. Rompe-se com a ideia de que a pura manipulação do experimento possa promover a eficiência no aprendizado. Entende-se assim que o aprendizado do conceito não está no objeto e sim na própria ação com ele.

Borges (2002) acrescenta que as atividades práticas vão além da manipulação de experimentos e materiais clássicos de laboratório Didático de Física. Destaca que a resolução de problemas, a partir de modelamento e representação, utilizando diversas mídias, pode cumprir o papel de envolvimento do aluno. Essas estratégias possibilitam que o aluno se debruce sobre suas ideias, almejando a confirmação de suas hipóteses e, possivelmente, adequando suas ideias a partir de formas diversas de comunicação entre seus pares. É interessante apontar que, para essa metodologia, a manipulação de instrumentos passa a ser apenas um detalhe; a reflexão acerca de um problema deve ser o cerne do trabalho proposto aos alunos.

Para Tamir (1977), as atividades experimentais investigativas devem permitir que o aluno formule o problema, estabeleça conexões com trabalhos anteriores, e, sobretudo, desenhe os procedimentos para a realização da investigação. É importante destacar que as estratégias devem ser dimensionadas pelos alunos a fim de estabelecer um lastro entre a prática e a teoria que sustenta o fenômeno estudado. Por outro lado, cabe ao professor, um novo olhar para experimentação, nesse sentido:

[...] é importante que não se atribua às atividades experimentais investigativas a solução para os problemas de aprendizagem. Elaborar e executar atividades dessa natureza não é um processo simples, exige que, além do aluno, o professor também esteja engajado na sua realização. Além de dominar o conteúdo a ser desenvolvido, o docente precisa de tempo e cautela para elaborar uma atividade experimental investigativa e, também, deve se atentar aos pontos frágeis que podem gerar ambiguidades ou dificuldades conceituais nos alunos. (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010, p. 206)

A pura apresentação ou descrição de passos a serem seguidos restringe a elaboração de hipóteses mais refinadas, podendo apenas direcionar a atenção aos conceitos que se tem por finalidade apresentar durante a aula. É importante notar que a proposta investigativa transcende a simples autoria dos alunos, ela deve vir com uma ação dialética constante entre o professor-aluno e aluno-aluno. Não basta a resolução de problemas por *insight* ou por aqueles mais habilidosos que porventura venham a propor um caminho, e que possivelmente já tenham se deparado em outros momentos. Ao professor cabe o papel de constante mediador nas ações dos alunos, focando sempre a problematização para que níveis cognitivos mais altos possam ser alcançados pelos alunos. Nesse sentido, Suart, Marcondes e Lamas (2010, p. 206)

destacam que “a conduta do professor em sala se torna um dos papéis mais importantes durante as atividades experimentais investigativas.”

Na mesma linha, Borges (2002) destaca que

[...] a introdução de atividades práticas nos cursos de Física e de Ciências não resolve as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, se continuarmos a tratar o conhecimento científico e suas observações, vivências e medições como fatos que devem ser memorizados e aprendidos, ao invés de como eventos que requerem explicação. (BORGES, 2002, p. 310)

Por outro lado, Borges (2000) destaca que as crenças tácitas ou explícitas dos professores são elementos que dificultam a adoção de estratégias que possam transcender os usuais métodos tradicionais de ensino. Essas, por sua vez, tendem a carregar o empirismo em sua essência, que pressupõem a objetividade e a neutralidade à observação, como preconizou o método proposto no século XVII, por Francis Bacon¹². Todavia, a observação carrega suas representações e, por conseguinte, seu julgamento e subjetividade. Estes, por sua vez, estão ligados ao seu momento histórico. Caímos, portanto, na necessidade da contextualização juntamente com a problematização como elementos essenciais durante a proposição das APE com caráter investigativo.

A compreensão dos elementos que originaram o problema e o momento que se vive, traz vida ao conhecimento. Desmitificar a Ciência, e apresentá-la como algo a descobrir, reforça constantemente a ideia da construção sistemática a partir de um processo contínuo de rupturas e refutações das teorias consolidadas. Isso poderá trazer o aluno a um patamar de implementador de modelo que dê resposta à sua indagação. Uma Ciência viva e próxima verdadeiramente do aluno, trazendo à discussão suas representações e teorias a respeito dos problemas que podem lhe ser apresentados e que surja do próprio ambiente. Para Borges (2002), a teoria aqui seria algo idealizado para a solução de um problema, não buscando sua comprovação, mas sua refutação, aproximando, assim, de uma metodologia científica do tipo hipotético-

¹² Em síntese, o método de Bacon se caracteriza pelas etapas de observação sistemática, concepção de hipóteses e testes com controle de variáveis e, finalmente, a conclusão e generalização.

dedutiva¹³. Contudo, é notória a existência de grande resistência à inserção de metodologias com um enfoque investigativo e menos técnico-científico.

Variantes dos chamados laboratórios investigativos são, há tempos, citados pela literatura, conhecidos como laboratórios de projeto ou por descoberta. Frente às proposições discutidas nas seções anteriores encontramos diferenças no nível epistemológico e pedagógico, ou seja, está intrínseco uma concepção diferenciada de Ciência e de aprendizagem. O caráter investigativo permite ao aluno ser mais atuante e possivelmente favorecendo a aprendizagem a partir da maior interação. Via de regra, o aluno pode planejar seu experimento, de tal forma que possa colocar suas ideias em prática. Segundo Amaral (1997), o uso dessa metodologia propõe a formação do “cientista mirim”, em situação escolar, objetivando a construção do conhecimento pelo aluno de forma autônoma. Ainda, segundo o autor, a experimentação surge como uma estratégia entre o estudo ambiental e o conhecimento científico; portanto, abrange o trinômio: conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental (fenômenos a ela correspondentes no ambiente). Contudo, o autor adverte que a simplificação do ambiente pode reforçar a visão idealizada da Ciência, bem como a valorização do conhecimento científico em detrimento aos conhecimentos prévios dos alunos. Higa e Oliveira (2012) apontam que as estratégias de descobertas se apoiam em concepções de que a reconstrução do conhecimento científico pelo aluno parte da interação com o meio e o senso comum, e a partir de um processo indutivo é que se estabelece o conhecimento.

Ferreira (1978) aponta, ainda, que essa modalidade de uso do laboratório experimental requer grande aprofundamento de conceitos e fundamentos, restringindo assim as possibilidades de escolha de projetos que possam abarcar um grande número de conceitos que, em geral, são discutidos no ensino de Física, tanto básico quanto universitário. Complementa dizendo que os projetos poderiam impossibilitar que os alunos tenham uma visão ampla da Física e cercear habilidades experimentais.

Para Soares (1977), o laboratório de projeto ou descoberta, no caso universitário, tem por finalidade o treinamento do futuro Físico; portanto, visa resgatar

¹³ Basicamente, nessa concepção, é estabelecida uma hipótese, frente a um fenômeno, e por dedução se buscam evidências para comprovar ou refutar a hipótese.

conhecimentos obtidos em estágios anteriores da sua formação acadêmica. O autor complementa dizendo que aluno deve ter passado por outras modalidades de laboratório a fim de obter técnicas e procedimentos que venham a ser imprescindível em sua ação profissional, havendo, desse modo, a necessidade de algum tipo de recurso ou equipamento disponível para que se possa implementar o projeto proposto pelo aluno. Da mesma forma, no ensino básico, essa modalidade é implementada visando a apresentação em eventos culturais e científicos, organizados pelas instituições de ensino. O projeto é discutido durante um período do ano e os alunos desenvolvem os aparatos a fim de se realizar a exposição. Em muitos casos, ocorrem as chamadas Feiras de Ciências, nas quais os *stands* são constituídos pelos projetos dos alunos. Evidentemente as feiras de Ciências são momentos esporádicos e cada vez mais raro nas escolas; porém, pode ser um espaço importante para diversificação do uso da experimentação no ensino de Física. Mas, é razoável imaginar que, tanto os alunos universitários quanto os da escola básica encontram dificuldades à implementação de seus projetos devido à guisa de recursos financeiros, conhecimentos prévios teóricos e conhecimentos práticos (técnico e processual).

Munford e Lima (2007) apontam ser consensual que o ensino de Ciências por investigação possa promover inovação. Advertem o excesso de crédito sobre a estratégia sem uma real preocupação nas representações que estejam sendo consolidadas. Destacam ainda ser importante reconhecer as diferenças entre a Ciência ensinada nas escolas e as praticadas nas universidades. Nessa mesma linha, as autoras complementam:

É inegável que a ciência, nesses dois contextos [ciência ensina na escola e praticada na universidade], assume papéis e objetivos distintos. O principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o principal objetivo da ciência acadêmica é produzir novos conhecimentos científicos.

Além disso, em espaços de prática da ciência dos cientistas, há o que poderíamos chamar de “recursos de ponta”. Os cientistas contam com aportes tecnológicos e materiais em geral, mais avançados, como equipamentos sofisticados, instalações apropriadas, bibliotecas com acervo especializado etc. (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 6)

Uma estruturação das atividades investigativas, que nos parece razoável, é a utilização das chamadas experiências assistidas por computador (EAC). Contudo, em muitos casos, temos uma “pseudomodernização” do laboratório didático. O

acoplamento de sensores de componentes eletrônicos pode parecer uma melhoria para os processos de ensino, no entanto, podem ocultar situações muito similares aos laboratórios tradicionais com seus *cookbooks* e rotinas previamente definidas, bastando aos alunos a conferência de algo que já foi combinado.

Muitos dos experimentos apoiados em EAC são evoluções de modelos que utilizavam dispositivos manuais de coleta de dados e, de alguma forma, passaram para a coleta automatizada. Muitos desses aparatos disponibilizam uma quantidade grande de dados para que os alunos possam realizar, *a posteriori*, suas análises. Podem ter um ganho na libertação do aluno da função de mero coletor de dados, permitindo que realize funções mais importante, como a análise dos dados. Borges (2002) aponta que o uso de aquisição automática de dados permite ao estudante direcionar sua atenção ao planejamento da atividade, execução da investigação, análise e conclusões de seus resultados. A automação vem colaborar tanto com o professor quanto com o aluno; canalizando os esforços na solução de uma demanda em detrimento das técnicas e procedimentos que geralmente consomem tempo em demasia dos estudantes e da própria aula. Além disso, sabe-se que com as técnicas manuais de coletas de dados, em geral, não se pode refazer medidas, pois, geralmente utilizam grande parte da aula. Também, durante a aula é difícil estabelecer reflexão e conclusões, já que, normalmente, os alunos fazem as análises longe do laboratório, inviabilizando a retomada do experimento e possíveis refinamentos e discussões entre os pares. Entendemos que o uso de ferramentas que possam automatizar a coleta de dados e os métodos investigativos são mecanismos que se completam e se viabilizam em ambiente escolar com as restrições temporais.

Thornton (2002) lembra que o uso de estratégias investigativas associadas à aquisição automatizada de dados, desde que idealizadas com o propósito de não impor os passos a serem seguidos na investigação, podem colaborar para que o aluno se sinta no controle de seu aprendizado. Aponta ainda que parte do problema do insucesso do uso da experimentação para o ensino de Ciências tem sido a dificuldade em fazer medições úteis dos fenômenos complexos e próximos dos alunos. Contudo, destaca que essa interação com elementos tangíveis a sua realidade e, ao mesmo tempo, estabelecendo feedback imediato, pode promover a compreensão científica do fenômeno. Conclui dizendo que os alunos “têm a oportunidade de verificar as suas

próprias ideias e modificar suas concepções alternativas.” (THORNTON, 2002, p. 235, tradução nossa)

Com o intuito de finalizarmos nossa apresentação sobre as diferentes modalidades das APE, apresentamos o quadro resumo, quadro 1, compilado a partir das seções anteriores e apoiado nos autores: Ferreira (1978); Pinho Alves (2000b); Araújo e Abib (2003); Oliveira (2010) e Higa e Oliveira (2012). É possível notar diferenças na interação, tanto do professor quanto do aluno frente as abordagens utilizadas, também, há uma pequena descrição das respectivas abordagens e suas adequações ao ensino tradicional ou congruência com viés investigativo. Vale a pena salientar que as abordagens podem apresentar grande variação quando colocadas em prática; portanto, temos um processo dinâmico e moldável às concepções epistemológicas e pedagógicas exercidas pelo professor na condução das APE. É possível ainda que tenhamos estratégias híbridas, inclusive, com mais de duas modalidades durante uma aula experimental. Nesse sentido, a apresentação do quadro resumo tem por finalidade apenas destacar os traços preponderantes das modalidades consolidadas pela literatura.

Quadro 1 – Quadro resumo das modalidades das APE.

Modalidade	Conformidade com o ensino tradicional	Interação aluno-experimento	Interação aluno-aluno	Abordagem
Laboratório Tradicional	alta	alta	alta	<p>abordagem tradicional</p> <p>verificação de leis, técnicas de medidas; reforço da visão empirista-indutivista da Ciência; operacionalização de instrumentos; “método científico” infalível; <i>cookbook</i>; grande ênfase nos relatórios.</p> <p>(Foco na Atividade)</p>
Laboratório Investigativo	baixa	alta	alta	<p>abordagem investigativa</p> <p>problemas abertos; planejamento de etapas para resolução de problemas com orientação do professor; planejamento do experimento; modelagem como ferramenta; método hipotético-dedutiva.</p>

Modalidade	Conformidade com o ensino tradicional	Interação aluno-experimento	Interação aluno-aluno	Abordagem
				(Foco no Aluno)
Experiências de Demonstração (cátedra)	alta	baixa	baixa	predomínio da abordagem tradicional caráter confirmatório a partir da observação; apoiada na concepção de ensino por transmissão-recepção; idealização da Ciência. (Foco no Professor)
Laboratório Divergente	alta	alta	alta	predomínio da abordagem tradicional 1º momento - mais diretivo - <i>cookbook</i> – 2º momento - proposição de experimento de verificação pelos alunos; finalização com apresentação.
Laboratório à disposição do aluno	moderada	alta	moderada	predomínio da abordagem tradicional roteiro autoinstrutivo; maior tempo de permanência com o experimento; menor preocupação com as técnicas de medidas; caráter de verificação; processo indutivo.
Laboratório pela Redescoberta	alta	alta	alta	predomínio da abordagem tradicional situações que visem a redescoberta dos conceitos científicos; simulação simplificada do fenômeno no laboratório; reforço da visão empirista-indutivista da Ciência.
Laboratório de projeto ou pela descoberta	baixa	alta	alta	predomínio da abordagem investigativa a experimentação é conduzida pelo aluno e assume uma função mediadora entre o estudo ambiental e o conhecimento formal; reconstrução do conhecimento científico pelo aluno a partir do senso comum e de forma indutiva.
Laboratórios Virtuais - Objetos de Aprendizagem e Experiências Assistidas por Computador	alta baixa	alta/baixa alta	alta/baixa alta	predomínio abordagem tradicional simulação; videoanálise e/ou automação na coleta de dados e modelagem para confirmação da teoria; reforço à visão empirista-indutivista predomínio abordagem investigativa

Modalidade	Conformidade com o ensino tradicional	Interação aluno-experimento	Interação aluno-aluno	Abordagem
				simulação; videoanálise e/ou automação na coleta de dados e modelagem são ferramentas para resolução de problemas; abordagem hipotético-dedutiva
Laboratório Remoto	alta	baixa	baixa	predomínio da abordagem tradicional experimentos para demonstração; adaptação do laboratório tradicional; análise de dados e confirmação da teoria.

Fonte: autoria própria.

2.4 Obstáculos para utilização das atividades práticas experimentais

Partindo do pressuposto de que as APE podem ser uma aliada do ensino de Física, e, sem dúvida, apontada pelos alunos e professores como algo que poderia trazer um diferencial às aulas que aí estão, perguntamo-nos por que efetivamente essa incorporação não se estabelece de maneira contínua e duradoura?

Nas próximas seções, passaremos por alguns nuances da história do ensino de Física no Brasil, mas, também, buscando levantar alguns elementos que possam ser indicativos dos obstáculos dessa prática.

2.4.1 Alguns recortes históricos

Quando imaginamos os grandes protagonistas da evolução da Física, sempre vem à mente o gênio solitário desenvolvendo suas teorias em espaços, muitas vezes inadequados para tal, mas que trazem a ideia de um laboratório. Nesse sentido, a figura 4 traz uma síntese desse imaginário.

Especificamente quanto ao laboratório didático de Física, Rosen (1954) destaca que no período compreendido entre o século XIX e início do século XX houve maior popularização de seu uso nas escolas de ensino médio americanas, e que foi influenciado, por exemplo, pela maior valorização do currículo científico, pelo crescimento das pesquisas experimentais nas universidades e a exigência de avaliação experimental nos processos de admissão universitário.

Figura 4 – Experimento de decomposição da luz.

Fonte: Biografia de Isaac Newton¹⁴

No Brasil, segundo Bross (1990), há registro de que o primeiro laboratório de Física e Química tenha sido instalado no Museu Nacional, no Rio de Janeiro, em 1823. Contudo, em 1837 foi adquirido o chamado Gabinete de Física para o Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro, laboratório com caráter demonstrativo. A autora destaca que no início do século XX houve uma demanda por instrumentos para laboratórios, já que as universidades europeias exigiam o conhecimento experimental em seus exames admissionais.

O “declínio do uso” da experimentação veio em meados da década de 40, como aponta Bross (1990):

¹⁴ Disponível em: <http://www.biografiaisaacnewton.com.br/2013/12/Experimentos-de-Isaac-Newton-estudos-com-a-Optica.html>. Acesso em: 26 de out de 2015.

[...] dois fatores parecem concorrer para a modificação da abordagem de ensino de Física nas escolas secundárias: o início da formação de físicos-professores pela faculdade de Filosofia, em substituição aos engenheiros; e o desenvolvimento marcante da Física Teórica.

A “moderna” orientação abolia totalmente dos livros didáticos as descrições de equipamentos, e instituía o estudo através de um grande formalismo matemático e uma grande quantidade de exercícios. O ensino experimental passava de “herói” a “vilão”, e só era mencionado no caso de aquisição de dados e comprovação de leis Físicas. (BROSS, 1990, p. 113)

Por outro lado, Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006) alertam ter havido, em âmbito internacional, três períodos cronológicos relacionados ao uso da experimentação: 1º período - até o início do século XX (já mencionado anteriormente); 2º período - até meados do século XX (destacado como momento de intensa proposição de experimentos); 3º período - a partir dos anos 60 (destacado pelo desenvolvimento de projetos, nos quais as APE eram consideradas centrais).

No Brasil, no período compreendido entre os anos 60 e 70, viveu-se outro episódio que objetivava a inserção da experimentação para o ensino de Física, sobretudo, com a importação dos projetos americanos como o PSSC - Physical Science Study Committee e o Projeto Harvard¹⁵ - Project Physics Course. Pinho Alves (2000b) comenta a importância do PSSC para o ensino de Física:

É inquestionável o aspecto inovador e revolucionário do PSSC. O programa proposto incorpora conteúdos nunca tratados nos programas tradicionais, além de incorporar toda uma gama de metodologias de ensino nunca utilizadas de maneira simultânea. (PINHO ALVES, 2000b, p. 29)

O PSSC trazia inovações em sua proposta metodológica, tanto na ação dos alunos quanto dos professores. Em geral, apresentava roteiros com descrição de equipamentos; porém, direcionava a ação dos alunos por meio de questionamento, sugerindo um aluno mais ativo durante o processo, isto é, abandonando os canônicos *cookbooks*. Os relatórios perderam sua importância, e a preocupação com as medidas se tornaram menos significativas. Os professores também sofreram influências pelas metodologias apontadas pelo PSSC, principalmente, pelo aumento na frequência de uso das APE, maior preocupação na escolha e adoção dos livros didáticos e a

¹⁵ Apesar das similaridades com o PSSC sobre a experimentação, o projeto Harvard teve como elemento inovador a incorporação do contexto histórico-social à ciência e a aprendizagem por meio da descoberta; embora, não houve adesão significativa no Brasil (PINHO ALVES, 2000b).

sugestão, na proposta metodológica do PSSC, da inversão didática, ou seja, a apresentação do experimento antes da teoria (temos aqui, mesmo que de forma fragilizada, uma ruptura com o caráter complementar e comprobatório da experimentação). Todavia, a adoção do PSSC foi baixa graças a grande limitação de infraestrutura encontrada nas escolas brasileiras (PINHO ALVES, 2000b).

Na mesma época também tivemos a era dos projetos nacionais, por exemplo: Projeto Piloto para o Ensino de Física da Unesco (trazia em sua essência a experimentação com materiais de baixo custo e a autoinstrução como proposta metodológica); FAI - Física Auto Instrutiva (a proposta reafirmava o caráter complementar e comprobatório do laboratório, tratando-o como estratégia pedagógica secundária e de visualização da teoria, além disso, é claro, por se tratar de uma metodologia autoinstrutiva, tem-se um ensino individualizado); PEF - Projeto de Ensino de Física – (a abordagem metodológica se assemelhava ao PSSC, onde a experimentação tinha um caráter fundamental e indissociável da teoria, ao mesmo tempo, mantêm-se elementos de autoinstrução apoiados com materiais de baixo custo); PBEF - Projeto Brasileiro de Ensino de Física (nessa proposta, o laboratório não é apresentado como kit, mas delegado ao aluno, tanto a responsabilidade pela montagem quanto a obtenção do material) (PINHO ALVES, 2000b).

Juntamente com todas essas possibilidades metodológicas tivemos o advento dos “kits de experimentos”. Estes poderiam ser incorporados a um custo menor do que se praticava normalmente, já que eram produzidos em larga escala e poderiam ser vendidos em pequenas partes, diferentemente dos experimentos demonstrativos de grande porte que eram excessivamente caros para a maioria das escolas. Algumas empresas ofertavam esses equipamentos e vendiam uma solução para o fracasso do ensino das Ciências.

Nas décadas de 80 e 90 tivemos o advento dos chamados laboratórios de baixo custo. Estes tinham uma vantagem do ponto de vista pedagógico, que são proposições *Hands-on*, ou seja, os alunos poderiam produzir seus experimentos, já que esses eram feitos de materiais facilmente encontrados na própria escola, em papelaria ou até no lixo doméstico. Ferreira (1978) comenta sobre essa alternativa:

Se por um lado, nos parece óbvio que o material que preconizamos atende às necessidades de nosso país, por outro coloca-se ainda uma

questão de igual importância, relativa a eficiência deste material para o ensino. Seria o material construído pelos alunos sob a forma de 'kits' eficiente?

Esta questão pode ser encarada sob dois aspectos: uma eficiência da aparelhagem como instrumento de medida e o aspecto da eficiência sob o ponto de vista educacional. É claro que não podemos comparar a eficácia de um amperímetro encontrado no comércio, em termos de precisão de medidas, com um amperímetro construído por um aluno. Já sob o aspecto educacional sim. (FERREIRA, 1978, p. 47)

Em geral, a demanda pela experimentação tinha como origem as instâncias superiores e não uma solicitação dos professores, aponta Bross (1990). Não se nota uma pauta de reivindicação atribuída aos professores à incorporação de elementos experimentais em sua ação docente. Não encontramos entre os sindicatos ou entidades de classe, algo do gênero. Em muitos casos, as demandas são atribuídas aos gestores que adquirem os "kits experimentais"; contudo, observa-se, não muito raro, uma desarticulação da equipe de professores e os *kits* acabam se perdendo, pois, sua aquisição não partiu de uma reflexão entre todos os agentes do processo.

Encontramos muitas escolas privadas que mantêm as aulas de laboratório no contraturno, aumentando o *gap* entre o curso teórico da Física e o curso experimental ou laboratório de Física. Normalmente, é ofertado para o 1º e 2º anos do ensino médio, todavia, sua ausência no 3º ano é justificada pela alegação de que os alunos devem canalizar suas preocupações para os vestibulares. Essa priorização das APE, para as séries iniciais do ensino médio, pode estar relacionada com a necessidade de preenchimento de uma grade extensa, a qual impõe aos alunos o retorno à escola no contraturno, com a promessa de um ensino completo. Por outro lado, na série final do ensino médio, esquece-se da proposta experimental e se retorna para um ensino mais formal e livresco. Em consonância com essa afirmação, Bross (1990) menciona que já na década de 40, essa mesma estratégia era adotada no país por muitas escolas.

2.4.2 Alguns obstáculos destacados na literatura

Diversos trabalhos buscam entender os obstáculos que justificam a escassez das APE no âmbito escolar. Evidentemente, os fatores estruturais são mais citados, já que inviabilizariam a utilização do laboratório nas proposições tradicionais. Isto é, no laboratório o aluno segue um *cookbook* e os equipamentos estariam à sua

disposição para realização de medidas previamente definidas. Essa modalidade exige uma infraestrutura específica e pessoal de apoio para sua implementação e manutenção.

Diversas razões são encontradas na literatura como obstáculos para a utilização contínua das APE pelos professores de Ciências. Em Borges (2002) temos o apontamento de alguns desses obstáculos:

[...] várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção. (BORGES, 2002, p. 294)

Poderíamos acrescentar outras razões amplamente apontadas pelos professores e consolidadas pela literatura, como destacado no trabalho de Arruda e Laburú (1998): falta de pessoal de apoio (laboratorista/técnico); falta de material e espaço adequado; formação deficitária (acrescentamos também aqui a ausência de reflexão sobre as APE para o ensino de Física, durante a formação); baixa valorização das aulas experimentais; e número grande de aulas. Certamente, podemos acrescentar ao inventário as questões disciplinares dos alunos; turmas excessivamente grandes; adoção de sistemas de ensino que pouco permitem a alternância de estratégias e, sobretudo, não apontam para o uso efetivo das APE; utilização de livros didáticos que não têm as APE como algo relevante, mas quando possuem, ainda, preservam seu caráter confirmatório e complementar, fato esse, encontrado inclusive em coleções que compõem o PNLD/2015 (Programa Nacional do Livro Didático), como assinala o trabalho de Silveira e Teixeira (2017). A falta de infraestrutura, como os espaços clássicos de laboratórios didáticos, também é apontada como um elemento impeditivo para a implementação das APE, pois, não raro, associam-se as APE à obrigatoriedade de infraestrutura, como bancadas, gás, rede elétrica entre outros. De fato, no tocante à segurança, são imprescindíveis esses elementos para que os espaços de laboratório didático possam ser liberados pelos órgãos competentes, e, conseqüentemente, possam manter a segurança de seus usuários. Todavia, há proposições, há tempos divulgadas na literatura, que permitem

ao professor utilizar as APE como recurso didático em situação de sala de aula e com poucos recursos de infraestrutura.

Ainda sobre a infraestrutura nas escolas básicas, segundo dados dos últimos anos do Censo Escolar da Educação Básica (realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP) e compilados pela ONG Todos Pela Educação¹⁶, temos os seguintes percentuais de escolas básicas de ensino médio do país com laboratório de Ciências: 2010 (48,3%); 2011 (não informado); 2012 (44,4%); 2013 (44,4%); 2014 (44,6%). Apesar da baixa evolução dos últimos anos e da não universalização, entendemos ser substancialmente significativo o número de escolas com descrição de laboratório de Ciência em seu projeto arquitetônico. É preciso ponderar que a presença do espaço físico não é garantia da possibilidade de uso. Nesse sentido, o trabalho de Soares Neto *et al.* (2013) parece ser mais realista, pois, a partir dos dados do Censo Escolar da Educação Básica de 2011 e se apoiando em tratamentos estatísticos, propôs quatro categorias para a infraestrutura das escolas da educação básica do país; isto é, elementar, básica, adequada e avançada. Para os autores, pouco mais de 80% das escolas estariam entre elementar e básica, 14,9% como adequada com sua infraestrutura e 0,6% na condição de avançada¹⁷. Nesta categoria entrariam as escolas básicas que possuem laboratório de Ciências, além das melhorias presentes nas categorias anteriores. Para as escolas serem chamadas de adequadas, segundo os autores, devem contar com biblioteca, espaço de convivência, laboratório de informática, acesso à Internet, copiadora entre outros. Presume-se que somente a presença do laboratório de Ciências, de forma isolada, não seja um elemento de diferenciação, mas deve vir associado às outras melhorias que de alguma forma legitimam sua utilização.

Mesmo em situações “ideais”; e entendamos “ideais” como ambientes que foram pensados e construídos para minimizar os diversos limitantes que, em geral, são apontados pelo professor, encontramos a ociosidade desses espaços. Como explicar isso? Em Silva (1985) encontramos algo semelhante, isto é, em sua pesquisa

¹⁶ Disponível em: <https://www.todospelaeducacao.org.br/biblioteca/conteudo-tpe/>. Acesso em: 10 de fev de 2017.

¹⁷ Vale acrescentar que o trabalho de Soares Neto *et al.* (2013) levou em consideração todos os estabelecimentos de ensino de educação básica, evidentemente isso impactou sobre o percentual de laboratório de ciências disponível; pois, segundo os dados do Censo Escolar de 2014 - INEP e compilados pela ONG Todos Pela Educação, o ensino fundamental possui pouco mais de 8% de escolas com laboratório de Ciências.

de amostragem na cidade de Joinville – SC, constatou que 50% das escolas públicas pesquisadas possuíam ao menos material de laboratório que poderia ser usado em aula; entretanto, nenhum docente relatou fazer uso de práticas experimentais. Na mesma linha, nas escolas privadas participantes da enquete, apenas 10,3% dos professores faziam uso das APE. É razoável imaginar que os reforços para a manutenção dessa situação são grandes, haja vista que os vestibulares não exploram questões experimentais ou que de alguma forma sinalizam ao professor que essas atividades poderiam colaborar com a reflexão dos conceitos da Física. Em geral, as editoras também não se envolvem nessa discussão já que têm o respaldo dos próprios exames. As escolas se veem de mãos atadas, mesmo com gestores que entendam as APE como um mecanismo interessante para estabelecer um diálogo reflexivo e de promoção do ensino da Física.

2.4.3 Algumas crenças dos professores sobre o uso das atividades práticas experimentais

É atribuído pelos professores da escola básica às APE grande valor e um instrumento de favorecimento ao aprendizado de conceitos da Física (BORGES, 2002). Em geral, reportam-se às APE como um instrumento ligado à motivação, tornando concreto aquilo que é discutido em sala de aula. Motivados por uma visão empírico-indutivista, como apontam Gil-Pérez et al. (2001), os professores reforçam o caráter da Ciência como um instrumento de “descoberta”, haja vista que as proposições tradicionais de práticas experimentais reforçam essa concepção, bastando ao aluno seguir um único “método científico” infalível e terá uma “descoberta”.

Para Gil-Pérez et al. (2001), a baixa frequência de uso das APE pode, de alguma forma, manter no imaginário do professor que a experimentação poderia, caso utilizada, ser uma espécie de “salvador da pátria”. Isso poderia explicar a valorização que é dada às estratégias experimentais para o ensino de Física.

Na pesquisa com professores de Física realizada na dissertação de Heidemann (2011), nota-se também que a experimentação é um elemento importante para os

professores; embora, não se observa que questões de infraestrutura ou habilidades são determinantes para intensificar o uso da experimentação para o ensino de Física.

Isso nos leva a refletir que por um lado o professor tem um apreço sobre a experimentação; porém, seu vetor ação tem sentido oposto. Heidemann (2011) observou, em seu estudo, que mesmo professores que trabalham em escolas que apresentam condições favoráveis ao uso da experimentação e valorizavam essa prática, a frequência de uso é relativamente baixa. Parece-nos que além dos fatores intrínsecos às instituições (organizacionais e estruturais) outros fatores extrínsecos às instituições, como as concepções, seriam determinantes na ação profissional do professor.

Nesse sentido, em entrevista com professores do ensino fundamental I e II, sobre a função das APE, Arruda e Laburú (1998) agruparam as respostas em três categorias:

as de cunho epistemológico, que assumem que a experimentação serve para 'comprovar a teoria', revelando a visão tradicional de ciência [visão empirista-indutivista]; as de cunho cognitivo, que supõem que as atividades experimentais podem 'facilitar a compreensão do conteúdo' e as de cunho motivacional, que acreditam que as aulas práticas ajudam a 'despertar a curiosidade' ou o 'interesse pelo estudo' nos alunos. (ARRUDA; LABURÚ, 1998, p. 17, grifo nosso)

Arruda e Laburú (1998) acrescentam que também foi encontrado, entre alunos do 3ª ano do curso de Física, concepções de que as APE se prestam a validar/comprovar teorias (hipóteses), dando-as, a partir daí, status de lei científica.

Hirvonen e Viiri (2002), em pesquisa com 31 estudantes de licenciatura em Física, obtiveram, como os elementos principais relacionados aos benefícios promovido pelo uso das APE, durante seu curso, os seguintes aspectos: a facilidade na aprendizagem (60%); aplicação da teoria ao mundo real (cotidiano) (48%); a motivação (45%); e a criação de situações propícias para reflexão e debate (35%).

Mais recentemente, Laburú (2005) apresenta, por meio de relatos de 26 estudantes em estágio final do curso de licenciatura em Física e 11 professores de Física, os aspectos creditados para a adoção das APE, e que foram categorizados da seguinte maneira: motivacionais (51%), funcionais (81%) (facilidade em construir e operar, em geral, com materiais de baixo custo), instrucionais (78%) (facilitar o

aprendizado, aplicação) e epistemológico (51%) (verificar/demonstrar a teoria na prática).

É possível perceber consonância nos três trabalhos citados anteriormente, isto é, há uma grande imputação às APE como elemento facilitador e motivador do aprendizado, ao mesmo tempo, que mantém arraigado o caráter empirista-indutivista. Outro destaque é a busca pela inserção de elementos de fácil manuseio e construção, bem como o caráter reflexivo que as APE possam promover. Presume-se que essas influências derivam dos nuances e estratégias adotadas nos cursos de formação de professores, fato esse, também apontado pelo trabalho de Sebastia (1987), no qual se observou visões mais críticas de alunos de engenharia química e licenciatura em química, a respeito das APE, comparando com os alunos das demais engenharias analisadas. A autora também conclui que há coincidência entre as opiniões de professores e alunos a respeito da intencionalidade das APE. Por outro lado, Almeida (2000) nos adverte que possa haver, no discurso do professor, uma fragilidade apontando para um discurso educacional sem a devida reflexão, e, possivelmente, gerando contradições a esse discurso.

Diante desse cenário, o elemento central desta tese será a busca por indícios que nos façam conjecturar sobre essas concepções, bem como o de mapear os caminhos que as concepções percorrem. Como decorreria dos resultados, mesmo que de forma preliminar, possa-se mediar ações que visem refletir de forma ampla as funções e potencialidades das APE para ensino de Física, tanto para cursos de formação inicial quanto cursos de formação continuada.

Na tentativa de mapear esses elementos, apoiaremos nosso referencial teórico-metodológico na Teoria das Representações Sociais (TRS) e, mais precisamente, na Teoria do Núcleo Central (TNC), e que serão tratadas no próximo capítulo.

CAPÍTULO III: A TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

Neste capítulo discutiremos a Teoria das Representações Sociais e suas ramificações, em especial a Teoria do Núcleo Central das Representações Sociais e as possíveis implicações que esta Teoria pode estabelecer na concretude do núcleo central e sistema periférico das Representações Sociais.

3.1. Teoria das Representações Sociais

A Teoria das Representações Sociais (TRS) teve sua origem no trabalho protagonizado pelo romeno e cidadão francês Serge Moscovici em sua tese de doutorado, em 1961, com o título em francês “La psychanalyse - Son image et son public”, sendo revisada em 1976.

Moscovici categorizou seu trabalho como pesquisa de Psicologia Social do Conhecimento. Buscava compreender como os processos tramitam entre conhecimento gerado pela Ciência até se tornarem senso comum e projetado na sociedade. Moscovici (2007, p. 8) aponta que “[...] o conhecimento é sempre produzido através da interação e comunicação e sua expressão está sempre ligada aos interesses humanos que estão nele implicados.”

Moscovici tinha como preocupação a identificação de como e porque as pessoas compartilham o conhecimento e o tornam uma realidade. Indo mais além, questionou de que maneira as ideias se tornam práticas e consensuais aos grupos. Segundo ele, as Representações Sociais (RS) vão além de variáveis explicativas de um objeto social, transcendem a ideia de um conceito e passam a lidar como fenômeno. Moscovici (2007, p. 10) defende que as RS lidam com uma “forma característica de conhecimento”, e complementa dizendo que as RS

[...] emergem, não apenas como um modo de compreender um objeto particular, mas também como uma forma em que o sujeito (indivíduo ou grupo) adquire uma capacidade de definição, uma função de identidade, que é uma das maneiras como as representações expressam um valor simbólico. (MOSCOVICI, 2007, p. 19)

Jodelet (2001, p. 26) acrescenta ainda que a representação social é “[...] uma forma de saber prático ligando um sujeito a um objeto”.

As RS se estabelecem a partir das interações e da sua comunicação. É importante destacar que elas permitem que as pessoas se comuniquem e se orientem por meio de signos (metáforas) que são aceitos e perfeitamente percebidos pelos membros do grupo. Moscovici (1978, p. 26) salienta que “a representação social é uma modalidade de conhecimento particular que tem por função a elaboração de comportamento e a comunicação entre indivíduos.”

Jodelet (2001) destaca que a construção e manutenção das RS nos ajudam a lidar com a realidade do cotidiano, auxiliando na tomada de decisão. Portanto, são teorias criadas e articuladas para permitir o trânsito de informação e sua compreensão diante do grupo social.

A percepção das RS para o indivíduo permite evidenciar situações familiares e obscurecer outras que não parecem tão familiares em um determinado momento. Em uma situação bastante corriqueira, por exemplo, imagine que um membro próximo de nossa família esteja grávida, pois bem, em um simples passeio pelo parque é possível nos depararmos com algumas mulheres grávidas. Isso não quer dizer que, devido ao fato de estarmos vivenciando uma gravidez, mais mulheres estarão grávidas, mas é que nossa observação se torna mais apurada, já que é uma situação familiar e vivida naquele momento. Possivelmente, quando o evento se findar, nossa observação passará para uma situação da mãe e a criança. Moscovici (2007) destaca que apesar de alguns fatos estarem diante de nossos olhos, tornam-se invisíveis para nós, isto é,

[...] não se deve a nenhuma falta de informação devida à visão de alguém, mas a uma fragmentação preestabelecida da realidade, uma classificação das pessoas e coisas que a compreendem, que faz algumas delas visíveis e outras invisíveis. (MOSCOVICI, 2007, p. 31)

As RS podem colaborar para que as ideias ou comportamentos se tornem aceitáveis ou discutíveis para uma determinada população. Por exemplo, apresentando duas situações idênticas, as percepções podem ser bastante diferentes entre grupos sociais distintos e essa diferença ser mais aguda devido ao momento vivido pela população. Moscovici (2007) acrescenta que nossas reações a um evento estão relacionadas às definições que são comuns aos membros do grupo social. As RS são impostas sobre nós; foram ainda elaboradas e adaptadas, sendo transmitidas ao longo do tempo e das gerações.

Todos os sistemas de classificação, todas as imagens e todas as descrições que circulam dentro de uma sociedade, mesmo as descrições científicas, implicam um elo de prévios sistemas e imagens, uma estratificação na memória coletiva e uma reprodução na linguagem que, invariavelmente, reflete um conhecimento anterior e que quebra as amarras da informação presente. (MOSCOVICI, 2007, p. 37)

Para Moscovici, as RS são criadas por meio da comunicação e da inter-relação entre os indivíduos de um grupo, não se estabelecendo de forma individual; entretanto, uma vez criada, pode circular, associar-se com outras representações ou mesmo se opor, permitindo o surgimento de novas RS. O autor destaca que as RS são

[...] entidades quase tangíveis. Elas circulam, cruzam-se e se cristalizam incessantemente através de uma fala, um gesto, um encontro, em nosso universo cotidiano. A maioria das relações sociais estabelecidas, os objetos produzidos ou consumidos, as comunicações trocadas, delas estão impregnados. Sabendo que as representações sociais correspondem, por um lado, à substância simbólica que entra na elaboração e, por outro, à prática que produz a dita substância, tal como a ciência ou os mitos correspondem a uma prática científica e mítica. (MOSCOVICI, 1978, p. 41)

As RS tiveram sua gênese nas representações coletivas proposta por Émile Durkheim, em seu trabalho intitulado: “As formas elementares da vida religiosa”¹⁸, publicado em 1912. Segundo Oliveira (2012), o conceito de representação coletiva permeia praticamente toda a obra durkheimiana. Dentro do pensamento durkheimiano e sobre as representações religiosas, o autor destaca que

[...] como qualquer outro tipo de representações, são formas de classificação e de pensamento coletivo; são ao mesmo tempo representações da consciência coletiva e de expressões da realidade. [...] Durkheim explora também a constituição mesmo dos fatos religiosos. Com efeito, eles dividem-se em dois elementos: as crenças (ou pensamentos, representações etc.) e os ritos, entendidos como práticas sociais que materializam as primeiras. (OLIVEIRA, 2012, p. 86)

A proposta das representações coletivas, idealizada por Durkheim, estabeleceu que elas eram mais do que apenas escolhas individuais, mas fenômenos ligados à coletividade. As representações coletivas abrangiam elementos como Ciência,

¹⁸ DURKHEIM, É. **As formas elementares da vida religiosa**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

religião, mitos e rituais. Vale destacar que essa ampla abrangência foi criticada por Moscovici, além de apontar que as RS, diferentemente das representações coletivas, têm um caráter mais flexível e contemporâneo. Moscovici não buscava as representações mais primitivas, mas aquelas que circulam em nossa sociedade, e que, muitas vezes, desaparecem dando origem às novas RS, tornando-se algo continuamente mutável. No entanto, Durkheim dava excessiva ênfase à objetividade, apontando neutralidade nas descrições das representações. Suas proposições apresentavam algumas idealizações. Para Durkheim as representações coletivas podem

[...] representar qualquer coisa, ou seja, qualquer objeto pode ser mentalmente representado. As representações são assim funções mentais. Representando, fazemos viver o mundo. Socialmente, as representações coletivas sintetizam o que os homens pensam sobre si mesmos e sobre a realidade que os cerca. (OLIVEIRA, 2012, p. 71)

Moscovici destaca que o termo “representação coletiva”, cunhado por Durkheim, evidencia o pensamento social como contraponto ao pensamento individual, este, por sua vez, atribuído ao sujeito, e, portanto, encarado como um fenômeno ligado à atividade cerebral; porém, Moscovici adverte que o coletivo não pode ser encarado como a somatória dos pensamentos individuais de um grupo social, apesar dos indivíduos serem usuários das representações coletivas (MOSCOVICI, 1978).

Na tentativa de distinguir coletivo e social, Moscovici destaca que

[...] se, no sentido clássico, as representações coletivas se constituem em um instrumento exploratório e se referem a uma classe geral de ideias e crenças (ciências, mito, religião, etc.), para nós, são fenômenos que necessitam ser descritos e explicados. São fenômenos específicos que estão relacionados com um modo particular de compreender e de se comunicar – um modo que saia tanto da realidade como do senso comum. É para enfatizar essa distinção que eu uso o termo “social” em vez de “coletivo”. (MOSCOVICI, 2007, p. 49)

Ainda sobre o conceito de representação coletiva,

[...] este se referia a uma classe muito genérica de fenômenos psíquicos e sociais, englobando entre eles os referentes à ciência, aos mitos e à ideologia, sem a preocupação de explicar os processos que

dariam origem a essa pluralidade de modos de organização do pensamento. (ALVES-MAZZOTTI, 2008, p. 22)

As RS apontam para um dinamismo contínuo entre os indivíduos e grupos. Nesse contexto, Moscovici destaca que

[...] pessoas e grupos, longe de serem receptores passivos, pensam por si mesmos, produzem e comunicam incessantemente suas próprias e específicas representações e soluções às questões que eles mesmos colocam. Nas ruas, bares, escritórios, hospitais, laboratórios, etc. As pessoas analisam, comentam, formulam “filosofias” espontâneas, não oficiais, que têm um impacto decisivo em suas relações sociais, em suas escolhas, na maneira como eles educam seus filhos, como planejam seu futuro, etc. Os acontecimentos, as ciências e as ideologias apenas lhes fornecem o “alimento para o pensamento”. (MOSCOVICI, 2007, p. 44)

Um possível exemplo sobre a plasticidade das RS é a visão que os adolescentes têm sobre o HIV-Aids. Segundo dados do site “Portal sobre aids, infecções sexualmente transmissíveis e hepatites virais”¹⁹, apesar do maior esclarecimento sobre as formas de prevenção do HIV-Aids, há uma tendência de crescimento de casos entre jovens de 17 a 20 anos de idade. Uma possível hipótese seria que à medida que os avanços da indústria farmacêutica passaram a ofertar drogas que mantêm o portador com um aspecto saudável, possivelmente as representações foram se transformando. A imagem da possibilidade de convivência com a doença faz com que os jovens se sintam mais confortáveis e abandonem comportamentos protecionistas, então conquistados a partir da imagem que se tinha dos pacientes acometidos pela doença, no final do século XX. Talvez, para esse exemplo, as RS sobre HIV-Aids se modificaram ou ainda retornaram ao período pré-Aids, aumentando o número de casos de contaminação entre jovens. Evidentemente não nos deteremos ao estudo pormenorizado dessa questão, pois não é o foco desta tese; contudo, para finalizar, vale mencionar o trabalho de Flores-Palacios e Leyva-Flores (2003), que ressalta desacordo entre a cognição e a prática, isto é, contraditoriamente os jovens participantes da pesquisa admitem os riscos e apresentam razoável conhecimento de prevenção do HIV-Aids; porém, esses mesmos jovens se sentem imunes, impactando possivelmente sobre suas ações preventivas.

¹⁹ Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pagina/aids-no-brasil>. Acesso em: 03 de mar de 2017.

Voltando à gênese das RS, além de Durkheim, Moscovici apoiou seu trabalho em outros teóricos que tiveram importância ímpar na consolidação da teoria, destaca Arruda (2002). Podemos citar, por exemplo: Piaget²⁰, Vygotsky, Freud²¹, Mauss e Lévy-Bruhl. Nesse cenário, Sá (1996a) ressalta, ainda, que as RS congregam elementos de naturezas diversas e

são reconhecidas como fenômenos psicossociais histórica e culturalmente condicionados. Sua explicação deve se dar necessariamente aos níveis de análise posicional e ideológico, além de aos níveis intrapessoal e interpessoal. (SÁ, 1996a, p. 23)

Na figura 5 temos esquematicamente os componentes das RS. Vale mencionar que o engendramento desses aspectos constitui a rigidez das RS nos grupos sociais, mantendo-se viva, sendo comunicada aos elementos do grupo e ratificada constantemente.

Figura 5 – Componentes das Representações Sociais.

Fonte: autoria própria.

Por outro lado, o conceito de representação social talvez não seja tão objetivo quanto gostaríamos. Moscovici assegura que essa limitação permite que a Teoria possa abarcar maiores possibilidades, e assim não sendo restritiva. É muito comum encontrarmos situações e exemplificações, mas não uma conceituação objetiva. Nesse cenário, Moscovici (1984, p. 957 apud SÁ, 1996a, p.22) aponta que o “conceito

²⁰ Segundo Arruda (2002, p. 135), “Piaget, por meio da sua contribuição a respeito do desenvolvimento do pensamento infantil – a forma como se estrutura e se configura -, mostra que ele se dá por imagens e também por corte-e-cola, juntando fragmentos do que a criança já conhece para formar uma configuração que traduza o que ela desconhece.” Nesse contexto, o simbolismo é incorporado por Moscovici como um pilar de sustentação da TRS.

²¹ Em Freud, Moscovici procurou a essência dos processos inconscientes que determinam a produção e internalização dos saberes sociais.

de representação social não está perfeitamente claro. Padece de um conteúdo demasiado amplo e mal definido. Não é facilmente apreendido intuitivamente e só ganha sentido graças ao uso concreto.” Constata-se que o próprio Moscovici, aparentemente, não se importava com essa fragilidade conceitual da representação social, e complementava dizendo que “se a realidade das representações sociais é fácil de aprender, não o é o conceito.” (MOSCOVICI, 1978, p. 41)

3.2. Universos consensuais e reificados

Para Moscovici (2007), temos no universo consensual tudo aquilo que é visível, possuidor de sentido e da natureza humana, proporcionando que as pessoas falem pelo grupo e para o grupo. Ao mesmo tempo, o autor destaca que no universo reificado temos um sistema de entidades invariáveis e impessoais, isto é, a sociedade é estratificada e seus elementos são desiguais, sendo a Ciência quem proporciona o entendimento do universo reificado. Já as RS estabelecem a comunicação no universo consensual. Todavia, a interlocução entre esses dois universos é feita pelas ideologias que podem transformar categorias consensuais em categorias reificadas (MOSCOVICI, 2007).

Moscovici (2007) destaca que no universo consensual o indivíduo tem: a segurança, a estabilidade, a ausência de risco e a ausência de conflito. Portanto, temos no pensamento social uma forte influência das convenções, memória e do familiar em detrimento à razão. Nesse sentido, estudar uma representação social significa buscar, sobretudo, as características não-familiares que a gerou e ainda levar em conta o momento de sua manifestação (MOSCOVICI, 2007).

Corroborando com a exposição de Moscovici, Arruda (2002) destaca a funcionalidade dos universos e seus nuances, no extrato a seguir:

Partia da premissa de que existem formas diferentes de conhecer e de se comunicar, guiadas por objetivos diferentes, formas que são móveis, e define duas delas, pregnantes nas nossas sociedades: a consensual e a científica, cada uma gerando seu próprio universo. A diferença, no caso, não significa hierarquia nem isolamento entre elas, apenas propósitos diversos. O universo consensual seria aquele que se constitui principalmente na conversação informal, na vida cotidiana, enquanto o universo reificado se cristaliza no espaço científico, com

seus cânones de linguagem e sua hierarquia interna. Ambas, portanto, apesar de terem propósitos diferentes, são eficazes e indispensáveis para a vida humana. As representações sociais constroem-se mais freqüentemente (*"sic"*) na esfera consensual, embora as duas esferas não sejam totalmente estanques. (ARRUDA, 2002, p. 130)

3.3. Ancoragem e objetivação

Cada vez mais a Ciência passa a fazer parte das nossas vidas. Somos constantemente alimentados por informações oriundas do universo das ideias e do não concreto. O universo reificado transborda de teorias renovando e ampliando o universo consensual. Nesse contexto, Moscovici (2007, p. 60) complementa que a “ciência era antes baseada no senso comum e fazia o senso comum menos comum; mas agora senso comum é a ciência tornada comum.” Ocorre uma busca quase que diária para se apropriar de novas ideias e incorporá-las nas conversas do dia a dia. Todavia, é preciso digerir essas novas ideias e aproximá-las daquilo que já se conhece, daquilo que é familiar, a fim de que se possa posteriormente ser comunicado. Moscovici (2007, p. 60) aponta ser “necessário, para dar-lhes uma feição familiar, pôr em funcionamento os dois mecanismos [ancoragem e objetivação] de um processo de pensamento baseado na memória e em conclusões passadas.”

A ancoragem é um mecanismo capaz de tornar aquilo que é estranho em algo familiar e comum. É um mecanismo que transforma o não-familiar em familiar. A interiorização de conceitos passa por uma busca contínua de encaixe em estruturas ou paradigmas que o sujeito entende como aceitáveis e familiar. Esse enquadramento permite sua aceitação e, por conseguinte, sua verbalização. Moscovici (2007) descreve, no extrato seguinte, com mais detalhes o caminho seguido pelos elementos novos até serem representados.

No momento em que nós podemos falar sobre algo, avaliá-lo e então comunicá-lo - mesmo vagamente, como quando nós dizemos de alguém que ele é “inibido” - então nós podemos representar o não-usual em nosso mundo familiar, reproduzi-lo como uma réplica de um modelo familiar. Pela classificação do que é inclassificável, pelo fato de se dar um nome ao que não tinha nome, nós somos capazes de imaginá-lo, de representá-lo. De fato, representação é, fundamentalmente, um sistema de classificação e de denotação, de alocação de categorias e nomes. (MOSCOVICI, 2007, p. 62)

Temos dificuldade em lidar com algo estranho, a neutralidade é uma condição difícil de manter estabilidade; portanto, é necessário o enquadramento em categorias já conhecidas. A ancoragem passa a ser uma classificação, a qual batizamos a partir de algo que julgamos familiar. Moscovici (2007, p. 63) reforça que categorizar “[...] alguém ou alguma coisa significa escolher um dos paradigmas estocados em nossa memória e estabelecer uma relação positiva ou negativa com ele.” Categorizar exige que façamos comparações com paradigmas confiáveis. Essas comparações geralmente estão ligadas aos protótipos que devem manter aproximações ou congruências a fim de se enquadrarem em grupos que são mais similares. Moscovici (2007) reitera que o processo de categorização faz com que os novos objetos ou novas ideias incorporem as características prévias da categoria. Porém, mesmo diante de inconsistências perceptíveis, há uma adesão para tornar o não-familiar em algo familiar. Nesse contexto, Arruda (2002) descreve sucintamente o processo de ancoragem.

Ancoragem é o outro processo, aquele que dá sentido ao objeto que se apresenta à nossa compreensão. Trata-se da maneira pela qual o conhecimento se enraíza no social e volta a ele, ao converter-se em categoria e integrar-se à grade de leitura do mundo do sujeito, instrumentalizando o novo objeto. O sujeito procede recorrendo ao que é familiar para fazer uma espécie de conversão da novidade: trazê-la ao território conhecido da nossa bagagem nocional, ancorar aí o novo, o desconhecido, retirando-o da sua navegação às cegas pelas águas do não-familiar. (ARRUDA, 2002, p. 136)

A apropriação do não-familiar para torná-lo familiar e, assim, permitir-nos sua comunicação, traz consequências, como aponta Moscovici (2007):

Em primeiro lugar, ela exclui a ideia de pensamento ou percepção que não possua ancoragem. [...] Todo sistema de classificação e de relações entre sistemas pressupõe uma posição específica, um ponto de vista baseado no consenso. [...] Os vieses que muitas vezes são descritos não expressam, como se diz, um déficit ou limitação social ou cognitiva, mas uma diferença normal de perspectiva, entre indivíduos ou grupos heterogêneos dentro de uma sociedade. E não podem ser expressos pela simples razão que seu oposto – a ausência de um déficit ou de uma limitação social ou cognitiva – não tem sentido. [...] Em segundo lugar sistemas de classificação e de nomeação (classificar e dar nomes) não são simplesmente, meios de graduar e de rotular pessoas ou objetos considerados como entidades discretas. Seu objetivo principal é facilitar a interpretação de características, a compreensão de intenções e motivos subjacentes às

ações das pessoas, na realidade, formar opiniões. (MOSCOVICI, 2007, p. 70)

A impossibilidade de ausência de viés nos obriga a tomar decisões sempre a partir de convicções que nos parecem coerentes com os paradigmas pertencentes à nossa memória. Assim, um professor deveria ter suas ações balizadas por paradigmas que, supostamente, foram ancorados durante sua vida. A inserção de elementos novos se dá a partir de elementos que são similares aos seus paradigmas. Não é de se admirar que mudanças profundas sejam raras de se ver. Essas rupturas são visíveis quando observadas em escalas temporais grandes; contudo, em períodos pequenos as rupturas praticamente não ocorrem. Dessa forma, temos na educação o professor que poderia ser protagonista de rupturas com os paradigmas vigentes. Entretanto, a incorporação do abstrato oriundo do universo reificado necessita de pontos de similaridade com paradigmas vigentes. Nesse cenário, Silva e Mazzotti (2009) apontam para a importância do conhecimento das RS dos docentes para que se possa clarificar suas ações, segundo os autores:

A representação social construída pelos professores permite, portanto, identificar suas decisões quanto ao que é legítimo ensinar, ao como ensinar, em que velocidade, e qual o tempo a ser dedicado a cada tema para se cumprir o programa curricular; por fim, permite compreender as razões de a Física ser ensinada desta ou daquela maneira. (SILVA; MAZZOTTI, 2009, p. 520)

Agora, tomemos, por exemplo, a incorporação da educação a distância (EAD) na educação superior. Esta sofre em demasia resistência entre os professores e, inclusive, alunos dos cursos presenciais. Parece-nos que a ruptura com o paradigma da centralidade no professor, no processo de ensino e aprendizagem, faz com que a ideia de uma educação autônoma, na qual o professor, aparentemente, perde seu *status* e passa a propor caminhos e desafios, pode causar estranheza e, portanto, inviabilizando a assimilação e acomodação nas redes de significação dessa nova representação. Gradualmente, percebe-se uma flexibilização no discurso dos professores, apontado como alternativa para uma segunda graduação. No entanto, a EAD deveria ser encarada como uma alternativa aos cursos universitários presenciais e não somente uma complementação. Ao que parece, houve uma adaptação nas RS dos cursos EAD de graduação e suas imbricações na abordagem de ensino tradicional. Talvez, a aceitação parcial se deva a uma grande pressão externa, e que

vem continuamente apresentando o tema como alternativa para a educação superior. Não é nosso propósito nesta tese discutir a validade da EAD, enquanto modalidade de ensino; contudo, parece-nos que os obstáculos são similares à inserção de outros elementos na educação.

O segundo mecanismo para a consolidação das RS apontado por Moscovici (2007) é a objetivação, e que transpõe o abstrato em algo da realidade. É dar vida ao que é inanimado. Esse movimento transforma a imagem de uma ideia em algo concreto, a própria representação na realidade da representação, em outras palavras, constrói-se uma metáfora. Ideias passam a transitar na sociedade como se fossem inerentes a ela. Perdem-se sua origem, entretanto, é creditado realidade a uma ideia que antes era somente coadunação de palavras. Passamos da imagem do conceito como simbólica e temos a realidade. Por exemplo, Moscovici (2007) destaca que a proposição de Newton, sobre a ação à distância entre massas, que no momento de sua idealização era algo místico e improvável, algum tempo depois (menos de um século) passou a ser tratada como uma realidade quase que incontestável. Esse processo é o que Moscovici chamou de objetivação.

Na figura 6 temos, de forma esquematizada, o processo de materialização de uma ideia que segue até se tornar um elemento da realidade. Nessa perspectiva, Moscovici (2007, p. 74) destaca que a "imagem do conceito deixa de ser um signo e torna-se a réplica da realidade, um simulacro. [...] a entidade da qual ela proveio, perde seu caráter abstrato, arbitrário e adquire uma existência quase física." A objetivação permite direcionar para fora o conceito, dando vida à imagem no mundo exterior. Em contrapartida, a ancoragem tem o sentido oposto: traz do mundo exterior, e classificando de acordo com a memória. Todavia, Alves-Mazzotti (2008, p. 29) adverte que no processo de ancoragem: "Não se trata mais, como na objetivação, da construção formal de um conhecimento, mas de sua inserção orgânica em um pensamento constituído."

A aglutinação de termos que reproduzem ideias (imagem) compõe o que Moscovici chamou de núcleo figurativo ou paradigma. Vale mencionar que os termos representativos têm maior peso na representação em se destacam por sua frequência na evocação, portanto, as palavras que remetem ao paradigma são mais usuais. Moscovici (2007) ressalta que:

Embora um paradigma seja aceito porque ele possui um forte referencial, sua aceitação deve-se também à sua afinidade com paradigmas mais atuais. A concretude dos elementos desse sistema psíquico deriva de sua capacidade de traduzir situações comuns. (MOSCOVICI, 1961/1976 apud MOSCOVICI, 2007, p. 72)

Figura 6 – Ilustração do processo de objetivação.

Fonte: autoria própria.

Moscovici (2007) assegura que a sociedade faz escolhas entre diferentes conceitos circulantes, e atribui aos escolhidos, em conformidade com suas crenças, o que chamou de poderes figurativos. Nesse sentido, é razoável acreditar que terão maior chance de persistência os conceitos que tenham alguma congruência com conceitos já consolidados por grupos ou indivíduos; portanto, a probabilidade de consolidação de conceitos totalmente novos acaba sendo mais remota.

Uma vez que uma sociedade tenha aceito tal paradigma, ou núcleo figurativo, ela acha fácil falar sobre tudo o que se relacione com esse paradigma e devido a essa facilidade as palavras que se referem ao paradigma são usadas mais freqüentemente ("sic"). Surgem então, fórmulas e clichês que sintetizam imagens, que eram antes distintas, aglomeram-se ao seu redor. (MOSCOVICI, 2007, p. 73)

3.4. As funções das Representações Sociais

As RS apresentam quatro funções essenciais que permitem desde a comunicação até argumentação sobre a tomada de decisão, apontadas por Abric (1998). Na sequência, elencamos as funções e destacamos algumas características, a saber:

- função de saber: segundo Abric (1998), essa função possibilita a aquisição de novos conhecimentos, e que aderem de maneira inteligível com os conhecimentos consolidados e seus respectivos valores, ao mesmo tempo, que proporciona condições favoráveis para a comunicação de saberes do senso

comum entre os integrantes de grupo social. Abric (1998, p. 28) salienta que as representações “definem o quadro de referência comum que permite as trocas sociais, a transmissão e a difusão deste saber ‘ingênuo’.”;

- função de identidade: permite que os indivíduos se percebam integrantes de um grupo social a partir de características peculiares ao grupo. Além disso, essas representações têm um papel fundamental no processo de socialização que o grupo exerce sobre seus membros (ABRIC, 1998);
- função de orientação: permite, a partir da representação social, orientar condutas e ações, antecipando e definindo estratégias, dada uma determinada realidade. Nesse contexto, Abric (1998, p. 30) destaca que a representação social “define o que é lícito, tolerável ou inaceitável em um dado contexto social.”;
- função de justificar: permite argumentar, justificar e avaliar a respeito de ações e comportamentos realizados, tanto entre indivíduos de um mesmo grupo quanto entre grupos diferentes. Abric (1998, p. 30) destaca que a representação social mantém e valida “a diferenciação social, e ela pode estereotipar as relações entre grupos, contribuir para discriminação ou para manutenção da distância social entre eles.”

3.5. A Teoria do Núcleo Central

A TRS como corpo de pesquisa se divide em três vertentes principais: “a abordagem processual, liderada por Denise Jodelet; a abordagem estrutural, liderada por Jean-Claude Abric e também conhecida como a Escola do Midi; a abordagem societal, liderada por Willem Doise, identificada nos meios acadêmicos como Escola de Genebra.” (ALMEIDA, 2009, p. 716)

Outras abordagens foram e são constituídas, já que as RS permeiam diversas áreas do conhecimento. É preciso sempre observar que a fundamentação da TRS está calcada na busca das relações entre os fatores sociais que possam influenciar sobre os fatores psicológicos que compõem as representações, e, por outro lado, as interferências psicológicas que atuam sobre o social. Independente da metodologia,

têm-se objetivos comuns de atuação. No entanto, respeita-se a peculiaridade das áreas, tornando a TRS um referencial teórico-metodológico bastante abrangente.

Na sequência, passamos a olhar de forma pormenorizada a abordagem estruturalista da TRS ou Teoria do Núcleo Central (TNC). Proposta em 1976 por Jean-Claude Abric, em sua tese de doutorado²², na Université de Provence - França, tem-se consolidado como uma excelente elaboração teórico-conceitual. A partir de seu campo metodológico permitiu um grande desenvolvimento da TRS, com produções experimentais. Nesse cenário, entende-se a teoria estruturalista de Jean-Claude Abric como complementar à grande teoria, evidenciando detalhes estruturais com sua hierarquização. Para Sá (1996a, p. 51), a TNC “não pretende substituir a abordagem teórica primeira, que se confunde com o espírito acadêmico do próprio campo, mas sim proporcionar um corpo de proposições que contribua”. Indo mais além, o autor destaca que a TNC é “uma teoria menor do que a grande teoria, mas é também uma das maiores contribuições atuais ao refinamento conceitual, teórico e metodológico do estudo das representações sociais.” (SÁ, 1996a, p. 52)

Nesse contexto, sobre abordagem estrutural, Abric (1998) comenta que uma representação

é constituída de um conjunto de informações, de crenças, de opiniões e de atitudes a propósito de um dado objeto social. Este conjunto de elementos se organiza, estrutura-se e se constitui num sistema sociocognitivo de tipo específico. Em 1976, nós havíamos proposto a hipótese do núcleo central, que pode ser formulada nos seguintes termos: a organização de uma representação social apresenta uma característica específica, a de ser organizada em torno de um núcleo central, constituindo-se em um ou mais elementos, que dão significado à representação. (ABRIC, 1998, p. 31)

Para Abric (1998), as RS são compostas de dois elementos: o núcleo central ou estruturante e os elementos periféricos. O núcleo carrega a natureza do objeto social, bem como a relação que o grupo tem com esse objeto. Além de manter a estabilidade de uma representação, o núcleo possui a função geradora, isto é, é o agente responsável em dar significado aos demais elementos da representação. Não

²² ABRIC, J. C. **Jeux, conflits et représentations sociales**. (Tese de Doutorado) Université de Provence, Aix-en-Provence, 1976.

menos importante, o núcleo ainda tem a função organizadora entre os elementos constituintes da representação.

Abric (1998) ainda esclarece, no extrato seguinte, sobre a centralidade dos elementos.

É preciso considerar também que a centralidade de um elemento não pode ser atribuída somente por critérios quantitativos. Ao contrário, o núcleo central possui, antes de tudo, uma dimensão qualitativa. Não é a presença maciça de um elemento que define sua centralidade, mas sim o fato que ele dá significado à representação. Pode-se, perfeitamente, identificar dois elementos, dos quais a importância quantitativa é idêntica e muito forte, que aparecem, por exemplo, muito freqüentemente ("sic") no discurso dos sujeitos, mas, um pode ser central e o outro não. (ABRIC, 1998, p. 31)

Em relação aos elementos periféricos, Abric (1998) destaca que são mais acessíveis e próximos da realidade adjacente do indivíduo, dando um caráter individual às RS. Da mesma forma que o núcleo central, os elementos periféricos têm funções primordiais, a saber: função de concretização - estabelece a interface entre o núcleo e a realidade concreta, sendo que "os elementos periféricos resultam da ancoragem da representação na realidade" (ABRIC, 1998, p. 32); função reguladora - permite a evolução da representação com a inserção, modificação ou exclusão de elementos dado um determinado contexto, ao mesmo tempo, traz a matiz da representação individual; função de defesa - permite a defesa da representação, blindando o núcleo central. Abric (1998, p. 32) destaca ainda que é "no sistema periférico que poderá aparecer e ser toleradas contradições".

Em síntese, seguem as principais características do sistema central apresentado por Sá (1996b):

1. é marcado pela memória coletiva, refletindo as condições sócio-histórica e os valores do grupo;
2. constitui a base: comum, consensual, coletivamente partilhada das representações, definindo a homogeneidade do grupo social;
3. é estável, coerente resistente à mudança, assegurando assim a continuidade e a permanência da representação;
4. é relativamente pouco sensível ao contexto social e material imediato no qual a representação se manifesta. Suas funções são gerar o significado básico da representação e determinar a organização global de todos os elementos. (SÁ, 1996b, p. 22)

Na sequência o autor ressalta as principais características do sistema periférico:

1. permitir a integração das experiências e histórias individuais; 2 suporta a heterogeneidade do grupo e as contradições: 3. é evolutivo e sensível ao contexto imediato. Sintetizando, suas funções consistem, em termos atuais e cotidianos, na adaptação à realidade concreta e na diferenciação do conteúdo da representação e, em termos históricos, na proteção do sistema central. (SÁ, 1996b, p. 22)

Temos, portanto, o núcleo central como um sistema rígido e representante do caráter coletivo da representação, em contrapartida, o sistema periférico é flexível e que manifesta as características individuais dos membros do grupo social. Frente a esse cenário de aparente conflito entre as funções dos constituintes (núcleo/periferia) da representação, Sá (1996b) articula dizendo que:

O que, portanto, poderia aparecer na pesquisa empírica como contradições, em nível conceitual, vem a ser explicitamente reconhecido como inerente aos fenômenos de representação social e satisfatoriamente explicado pela teoria do núcleo central. (SÁ, 1996b, p. 22)

Complementando, Flament (2001) aponta que o sistema periférico garante o funcionamento da representação, agilizando sua compreensão; dessa constatação emerge que uma representação social

comporta esquemas periféricos, estruturalmente organizados por um núcleo central, que é a própria identidade da representação. Desacordos entre realidade e representação modificam de início os esquemas periféricos; depois, eventualmente, o núcleo central, isto é, a própria representação. Se há contradição entre realidade e representação, surgem esquemas estranhos e, a seguir, vê-se a desintegração da representação. Se a realidade ocasiona simplesmente uma modificação da atividade dos esquemas periféricos, pode seguir-se uma transformação progressiva, mas estrutural, do núcleo central. (FLAMENT, 2001, p. 184)

Os aspectos contraditórios entre ação do sujeito e suas representações têm sido investigados, e estes estudos têm demonstrado algumas interpretações à suposta dualidade da representação. Nessa perspectiva, Gilly (2001) aponta a presença de contradições em sistemas de representações, como no discurso educacional, a saber:

[...] contradições se articulam em totalidades coerentes, em torno de esquemas dominantes que conferem às representações sociais níveis funcionais de adaptação, de acordo com os níveis de realidade com os quais se confrontam os sujeitos. Desse modo, as representações sociais garantem a estes últimos a possibilidade de preservar seu próprio equilíbrio e sua própria necessidade de coerência no exercício de suas práticas sociais e em suas relações com o entorno. (GILLY, 2001, p. 322)

Esses esquemas dominantes trazem segurança e estabilidade na representação. Contudo, elementos que possam indicar mudança devem estar presentes na representação como “raízes antigas” (GILLY, 2001). O autor destaca ainda que uma representação pode conviver com elementos contraditórios, permitindo uma evolução do sistema representacional a partir de “modelos adaptativos”. Suas ideias foram exemplificadas com a análise representacional do objeto social “democratização do ensino”, que ocorreu no sistema de ensino francês a partir dos anos 60. Gilly (2001, p. 325) destaca que o “discurso oficial vai recusar, cada vez mais, a ideia de uma hierarquização dos indivíduos baseada em suas diferenças”, e, supostamente, a escola passa a ter papel no “desenvolvimento de potencialidade”. Antes o fracasso escolar, especialmente dos menos favorecidos, era atribuído à falta de “dom” ou de aptidão, agora temos um novo paradigma: a falta de bagagem cultural. Nota-se, portanto, uma busca por um discurso que contemple uma escola “igualitária”, mas que exige esquemas que expliquem de forma coerente as diferenças de resultados entre grupos sociais.

Em estudo pormenorizado com professores franceses, do equivalente 5º ano do ensino fundamental do modelo brasileiro de ensino, Mollo (1986 apud Gilly, 2001) relata a presença no discurso dos professores do modelo hierárquico, em justificativa ao desenvolvimento de seus alunos, portanto, contraditório ao modelo oficial do desenvolvimento de potencialidades. O autor salienta que os professores têm clareza do modelo oficial, mas trazem em suas práticas um “modelo adaptativo” com elementos oriundos de modelos antigos, como o “dom” e a aptidão. Ele também destaca que o discurso dos professores passa a incorporar a “bagagem cultural” como um elemento que possa justificar o fracasso escolar. Gilly (2001, p.329) complementa dizendo que a inserção da bagagem cultural “é facilmente integrável ao sistema de representação, em função do fato que ele não é suficiente para questioná-lo em sua dupla função defensora e justificadora das práticas.”

Indo mais além, e buscando interpretações para aparentes contradições e/ou representações ambíguas de um mesmo objeto social, Flament (2001) destacou que dada uma representação social de um objeto que porventura esteja condicionada à representação de outros objetos, o autor denominou essa como sendo “não autônoma”, em outras palavras, uma representação estaria imbricada em outras representações, possivelmente, condicionais. Por outro lado, a representação social de um objeto que esteja apoiada no próprio objeto, ele nomeou de representação “autônoma”. Em linhas gerais, podemos dizer que uma representação pode apresentar uma cognição, ao mesmo tempo, conduções diversas, caso estejamos lidando com representação não autônoma. Caso contrário, teríamos para uma representação autônoma a descrição e prescrição coerentemente estabelecidas. Na tentativa de distinguir as representações autônomas e não autônomas, Flament (2001) complementa dizendo que:

o lugar de coerência do campo representativo do objeto x está na representação de objetos y, z,... mais ou menos [representação não autônoma] ligados a x. Exemplo (Abric, 1979): homens de negócios, habituados a viajar de trem, dizem que a baldeação de um trem para outro é muito desgastantes/bastante agradável. É desgastante quando se passa de um trem de prestígio a outro medíocre; é agradável no caso inverso. Portanto, a representação da baldeação entre dois trens não é autônoma: ela remete à representação dos trens (objeto y) em relação com a auto-imagem (objeto z) que os homens de negócios têm (apenas um trem de prestígio é digno deles). [...] o lugar de coerência da representação do objeto x está no próprio nível deste objeto [representação autônoma]. Exemplo (Jodelet, 1985): observam-se camponeses que alojam doentes mentais que não são da família; em alguns lares, o doente é integrado à família; em outros, ao contrário, é segregado. A oposição das práticas é tão nítida que, na primeira fase da pesquisa, a autora levantou a hipótese da existência de duas representações. Mas o aprofundamento do trabalho mostrou a unicidade da representação em toda a população estudada; a coerência é assegurada por uma teoria psiquiátrica ingênua, que vê o organismo – no que se refere à doença mental – polarizado entre o cérebro e os nervos: os doentes do cérebro são inofensivos e podem ser integrados; os doentes dos nervos são perigosos e devem ser segregados. Portanto, a coerência do corpus relativo à doença mental é uma teoria ingênua da mesma. (FLAMENT, 2001, p. 174, grifo nosso)

3.6. Aspectos teórico-metodológicos da TNC

A escolha do objeto de pesquisa talvez seja um dos momentos fundamentais no desenrolar de uma pesquisa em representação social. Para Sá (1998), tratamos como fenômeno de representação social o que pertence ao universo consensual do pensamento e tem uma dinâmica própria e bastante complexa, mesmo se tratando do senso comum. Em contrapartida, a transposição para o objeto de pesquisa, esse pertencente ao universo reificado, carrega leituras e nuances que, em geral, simplificam o fenômeno para que este possa ser tornar tangível e organizado nos moldes da teoria. Sá (1998, p. 22) complementa dizendo que “quando simplificamos o fenômeno da representação social [pertencente ao universo consensual] transformando-o em um objeto de pesquisa, fazemos isso através de uma teoria, a teoria das representações sociais [pertencente ao universo reificado].”

Com o intuito de encontrar os elementos norteadores da pesquisa, Abric (2001b) destaca as seguintes proposições teóricas:

- [...] o estudo das representações necessita de métodos que, por um lado, levante e faça emergir os elementos constitutivos da representação, por outro lado, identifica a organização desses elementos e delimita o núcleo central. Por fim, sendo possível, verificar a centralidade e a hierarquia. No estado atual dos nossos conhecimentos, esse tríplice objetivo vai envolver uma abordagem plurimetodológica de pesquisa, organizada em três etapas sucessivas:
1. a identificação do conteúdo da representação;
 2. o estudo das relações entre os elementos e sua importância relativa e hierárquica;
 3. a determinação e o controle do núcleo central. (ABRIC, 2001b, p. 54, tradução nossa)

A relevância dos elementos centrais está no fato destes identificarem a representação, ao passo que os elementos periféricos, por serem mais flexíveis, podem ser alterados, mantendo, mesmo assim, sua representação social do objeto inabalada. Todavia, os elementos periféricos podem influenciar também nas ações e mudanças comportamentais. Os elementos centrais são mais resistentes às mudanças e às pressões de comunicação, pois com sua alteração a representação social deixa de existir ou é modificada. Assim, os elementos mais centrais promulgam a constância e uniformidade do social, já os elementos periféricos permitem coexistir representações diversas.

A formação das RS e a constituição de seus elementos está ligada, primeiramente, à associação de um tema relevante à consciência do indivíduo e, em seguida, à objetivação pertencente a uma realidade.

Para Abric (2001b), os métodos tradicionais de questionários para coleta de dados podem fornecer, ao pesquisador, aspectos quantitativos, destacando fatores explicativos das RS, ao mesmo tempo, permitindo mapear grupos discriminantes entre a população focal. Podem ainda fornecer um norteador ou talvez um refinamento para os elementos que possam ter ficado obscuros a partir de outras metodologias, por exemplo, a entrevista ou desenho, que por sua vez, apresentam-se de forma interrogativa. Na outra ponta, e mais alinhada com a TNC, temos as evocações livres. São métodos associativos que permitem aos pesquisadores se apropriarem de palavras (léxicos) e/ou expressões que podem indicar o núcleo central da representação ou ainda os elementos periféricos. Cabe aqui esclarecer que as evocações livres permitem a ordenação das expressões pelos sujeitos da pesquisa, e, portanto, atribui-se importância a sua ordem de evocação. Devemos ainda lembrar que as RS se distinguem por conterem núcleos com elementos distintos.

Moliner (1994 apud Sá, 1996a, p.115) atribui quatro propriedades distintas aos elementos centrais, a saber: o valor simbólico (ligado à indissociabilidade dos elementos centrais à representação); o poder associativo (ligado à associação de termos diversos à representação); a sua saliência (ligado à mensuração da frequência de evocação do termo usado no discurso) e a conexidade (ligado ao poder associativo a partir da mensuração do número de ligações com outros termos).

As saliências dos elementos podem ser obtidas de duas maneiras principais, como sugere Abric (2001b): 1ª) pela Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP); 2ª) a Hierarquização de itens. Por outro lado, o método da indução por cenário ambíguo²³ (não foi usada no escopo desta tese) permite testar as hipóteses sobre os elementos centrais a partir do valor simbólico e poder associativo. Discutiremos em detalhes nas próximas seções as duas técnicas destacadas anteriormente, pois fazem

²³ Técnica proposta por Moliner (1993 apud Sá, 1996a, p.133), em que é solicitado ao sujeito que escreva um texto sobre o termo indutor (representação social). De posse dos hipotéticos termos que compõem a centralidade da representação, é apresentado um cenário ambíguo, isto é, um novo texto é apresentado, mas retirando qualquer informação ou termos similares aos da centralidade. Nesse cenário, é questionado sobre as relações entre o novo texto e os hipotéticos termos da centralidade.

parte das metodologias escolhidas nesta pesquisa para obtenção das propriedades de saliências e da conexidade dos elementos das RS.

3.6.1. Técnica de Associação Livre de Palavras - TALP

A Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) ou evocação livre se baseia na solicitação ao respondente que registre as palavras e/ou expressões que lhe venham à mente quando mencionado o termo indutor, isto é, este [termo indutor] é a própria representação social. Abric (2001b) destaca que o caráter diretivo da TALP pode facilitar o acesso aos elementos mais importantes da representação social em estudo. O autor adverte que a TALP pode, inclusive, permitir ao pesquisador acesso aos termos que poderiam se apresentar ocultos nas transcrições de entrevistas.

Uma das propostas para identificar e sistematizar os elementos que compõem o núcleo central vem da proposição de Vergès (1992), em que são relacionadas a frequência e Ordem Média de Evocação (OME) das expressões para o termo indutor. A partir dos termos levantados, busca-se os que têm maior frequência, em seguida, calcula-se a OME de cada palavra.

Para exemplificarmos, utilizamos os dados adaptado de pesquisa sobre o termo indutor “dinheiro”, apresentado em Vergès (1992) e Sá (1996a). Para tal, simplificamos para apenas quatro respondentes com quatro evocações, para facilitar nosso cálculo. As evocações são meras ilustrações com fins didáticos, logo são ficcionais e não condizem com a pesquisa apontada em Sá (1996a, p.116). No quadro 2 temos as quatro evocações para cada respondente, sendo que a sequência da evocação segue a ordem de importância atribuída pelo respondente. Deve-se frisar que a sequência das evocações é um elemento importante para caracterização do núcleo central.

Quadro 2 – Evocações acerca do termo indutor “dinheiro”.

	1ª evocação	2ª evocação	3ª evocação	4ª evocação
Respondente 1	riqueza	trabalho	conforto	salário
Respondente 2	conforto	felicidade	riqueza	poder
Respondente 3	trabalho	riqueza	poder	compra
Respondente 4	felicidade	trabalho	poder	salário

Fonte: Sá (1996a, p.117) – adaptado.

Segundo Vergès (1992), a obtenção dos elementos estruturais das RS se dá a partir dos valores de frequência e da OME. Estes são dispostos em uma representação gráfica chamada de Diagrama de Quatro Casas ou Quadrante de Vergès, caracterizando assim uma análise prototípica das evocações livres. A frequência é a simples contagem da evocação do termo, já o valor da OME²⁴ pode ser obtido pela equação 1:

$$OME = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i f_i)}{\sum_{i=1}^n f_i}, \quad (1)$$

onde h é a hierarquia (posição da evocação) e f é a frequência na posição, sendo que $i \in N$.

Dessa forma, é possível encontrar os possíveis candidatos ao núcleo central e sistema periférico, como apresentaremos mais adiante, para o nosso exemplo. Porém, vale advertir que caso haja um número grande de palavras com baixa frequência, o pesquisador poderá optar em estabelecer uma frequência mínima, isto é, indicaria o ponto de corte para a confecção do Quadrante de Vergès. Contudo, para o nosso exemplo, não utilizamos a frequência mínima²⁵, já que a amostra possui finalidade exclusivamente didática, além de contar com dimensões bastante reduzidas (N=4). Inclusive, não se recomenda a utilização de amostras com essas dimensões para estudo das RS. Também, em situações em que os respondentes citem duas ou mais vezes a mesma palavra, sugere-se desconsiderar as que tiveram importância menor.

Vale registrar que a construção do Quadrante de Vergès²⁶ se baseia na frequência média, sugerida em Vergès (1992) ou ainda pela frequência mediana,

²⁴ Cabe salientar que em Wachelke (2009) encontramos menção à busca por critérios que valorizam o ordenamento que o respondente possa fazer após as evocações, isto é, a ordem de importância. Contudo, optamos, nesta tese, pela manutenção do critério da OME para a confecção dos Quadrantes de Vergès.

²⁵ Discutiremos de forma pormenorizado, no capítulo V, algumas estratégias utilizadas para obtenção da frequência mínima.

²⁶ No Quadrante de Vergès (**nota-se que no eixo das ordenadas temos a frequência e no eixo das abscissas temos a OME**), obtém-se em sua construção quatro quadrantes dispostos da seguinte maneira 1º quadrante (superior esquerdo) - evocações com número maior ou igual a frequência média/mediana e OME menor ou igual que a MOME (maior probabilidade de constituir o núcleo central das RS); 2º quadrante (superior direito) – evocações com número maior ou igual a frequência média/mediana e OME maior que a MOME (constituem a primeira coroa do sistema periférico, e podem ter sido induzido a partir dos elementos do núcleo central); 3º quadrante (inferior esquerdo) – evocações com número menor que a frequência média/mediana e OME menor ou igual que a MOME (são elementos de contraste das RS, podendo evidenciar a existência de subgrupo com núcleo próprio); 4º quadrante (inferior direito) – evocações com número menor que a frequência média/mediana e OME maior que a MOME (última coroa do sistema periférico), e podem evidenciar os processos de ancoragem, isto é, novos elementos podem estar se agregando à região periférica das RS.

sugerida por Wachelke e Wolter (2011). Entendemos ser mais razoável a segunda opção para os casos em que há uma concentração nas extremidades da distribuição de frequência. Contudo, para o nosso exemplo, não há prevalência de termos tornando a frequência média e a frequência mediana similares. Outro fator importante na construção do Quadrante de Vergès é o valor da MOME, isto é, a Média Ponderada das Ordens Médias de Evocação, e é obtida pela equação 2:

$$MOME = \frac{\sum_{i=1}^n (OME_i f_i)}{\sum_{i=1}^n f_i}, \quad (2)$$

onde f é a frequência e OME a ordem média de evocação, sendo $i \in N$. Vale mencionar que são considerados apenas os valores de OME dos termos que estão acima da frequência de corte.

Continuando com nosso exemplo, temos na tabela 1 a apresentação da f e OME para todos os termos do quadro 2. Para exemplificar, apresentamos o cálculo da OME para o termo “trabalho” no quadro 3.

Tabela 1 – Frequência e OME dos termos.

Termo (palavra)	Frequência	OME
trabalho	3	1,67
riqueza	3	2,00
poder	3	3,33
felicidade	2	1,50
conforto	2	2,00
salário	2	4,00
compra	1	4,00

Fonte: autoria própria.

Quadro 3 – Cálculo da OME para o termo “trabalho”.

Termo: trabalho
Número de vezes em que foi evocada e hierarquizada em 1º lugar: 1
Número de vezes em que foi evocada e hierarquizada em 2º lugar: 2
Ocorrência total: $1+2 = 3$
$OME_{trabalho} = \frac{[(1 \cdot 1) + (2 \cdot 2)]}{3} = 1,67$

Fonte: autoria própria.

De posse da equação 2 e dos valores da tabela 1, foi possível construir o quadro 4, isto é, o Quadrante de Vergès para o termo indutor “dinheiro”. Podemos notar que no 1º quadrante (núcleo central) temos os possíveis candidatos “trabalho” e “riqueza” ao núcleo central das RS sobre o termo indutor “dinheiro”. Na 1ª periferia, a palavra “poder” pode ter sido lembrada a partir das menções dos elementos do 1º quadrante (núcleo central). Na zona de contraste, temos as palavras “felicidade” e “conforto”, trazendo indícios da existência de um possível subgrupo, isto é, talvez tenhamos representações distintas para o subgrupo presente na amostra. Na 2ª periferia encontramos as palavras “compra” e “salário” que poderia sugerir o caminho da ancoragem, uma vez que, o acesso ao dinheiro oportunizaria a aquisição de produtos, portanto, novos elementos se integrariam as RS do grupo em estudo.

Quadro 4 – Quadrante de Vergès – termo indutor “dinheiro”.

NÚCLEO CENTRAL			1ª Periferia		
$f \geq 3$ OME $\leq 2,5$			$f \geq 3$ OME $> 2,5$		
TERMO	FREQUÊNCIA	OME	TERMO	FREQUÊNCIA	OME
trabalho	3	1,7	poder	3	3,3
riqueza	3	2,0			
ZONA DE CONTRASTE			2ª Periferia		
$f < 3$ OME $\leq 2,5$			$f < 3$ OME $> 2,5$		
TERMO	FREQUÊNCIA	OME	TERMO	FREQUÊNCIA	OME
felicidade	2	1,5	salário	2	4,0
conforto	2	2,0	compra	1	4,0

Fonte: Sá (1996a, p.117) – adaptado; f (média) = 2,29 (utiliza-se o inteiro maior mais próximo); MOME = 2,5.

3.6.2. Hierarquização de itens

A hierarquização de itens é uma técnica de refinamento dos dados, com o intuito de produzir medidas de saliência. Em Sá (1996a, p.120) encontramos duas variantes do método da hierarquização: a) triagens hierarquizadas sucessivas, destacada por Abric (2001b, p. 66) e b) escolhas sucessivas por blocos, desenvolvida por Guimelli (1989 apud SÁ, 1996a, p.120) e que incorpora, em sua ação, elementos quantitativos, possibilitando a comparação entre possíveis termos da representação.

O processo de hierarquização, em especial na metodologia de triagens hierarquizadas sucessivas, permite que o pesquisador possa voltar a campo e refinar sua coleta de dados. Propõe-se, dessa forma, que a partir das evocações coletadas, separa-se em 32 termos mais citados pelos respondentes. De posse desses elementos com maior frequência, solicita-se aos sujeitos que separem em grupo de 16 com maior importância e grupos de 16 com menor importância, para ele. Em seguida, repete-se o processo com os 16 termos mais importantes, pedindo que o respondente obtenha os 8 termos mais representativos dentre suas concepções, e assim sucessivamente (ABRIC, 2001b).

A técnica das escolhas sucessivas por blocos, além de permitir a observação das relações de similitude entre os termos da representação, possibilita notar as relações de antagonismo e exclusão, pois a proposição se vale do cálculo da distância entre os termos. Em geral, são apresentados 20 itens para o sujeito, sendo que ele [respondente] deverá escolher os 4 mais representativos e atribuir valor +2. Em seguida, escolhe os 4 menos importantes dos 16 restantes e, assim, atribui valor -2. Dentre os 12 restantes se atribui valor +1 para os 4 mais importante e -1 para os quatro menos importantes. Por fim, os 4 itens restantes receberão valor 0 (SÁ, 1996a).

3.6.3. Análise de Similitude

A análise de similitude permite averiguar a quantidade de conexões entre um elemento e os demais. Proposta por Claude Flament nos anos setenta, tornou-se uma das principais técnicas de medida do grau de conexidade (SÁ, 1996a).

No entanto, uma forma mais simples de visualização dessa associação é a proposição de Abric (2001b), na qual é solicitado ao respondente que durante a coleta de dados da evocação livre associe pares de palavras que lhe pareçam ser similares. Essa técnica foi nomeada por Abric (2001b) como constituição de pares de palavras e pode fornecer as relações que o sujeito utilizou para sua composição. Além disso, é possível utilizar uma técnica similar, chamada de comparação pareada, que consiste em apresentar ao sujeito os pares por ele proposto e solicitar que destaquem aqueles que são mais ou menos semelhantes.

Vergès (1994a apud SÁ, 1996a) propôs uma variante das técnicas de agrupamentos de pares, onde solicita ao respondente que, a partir de itens que são apresentados, faça ligações com traço entre os elementos que se relacionam. Assim, o tratamento desses dados fornece três tipos de estruturas: a “estrela” (um elemento com muitas ligações, maior probabilidade de ser o organizador central); o “triângulo” (liga três termos dois a dois); o “círculo” (liga mais de três termos).

A similitude consiste nas relações valoradas entre os termos, permitindo ao pesquisador entender melhor as relações entre os termos, dos tipos: organização, relacionamento, antagonismo, equivalência, semelhança, causalidade entre outras.

A mensuração da similitude pode ser feita pelas técnicas mais simples e intuitivas, por exemplo, técnica das escolhas sucessivas por blocos ou ainda a co-ocorrência (medida a partir do número de ligações entre dois termos). Moliner (1994a) citado por Sá (1996a) discute o uso da co-ocorrência para a análise de similitude, afirmando que:

Realizando essa operação para cada par de itens, vai se dispor da matriz de similitude para todos os itens do *corpus*. Para facilitar a compreensão e a interpretação de tais matrizes, constrói-se 'a árvore máxima'. (MOLINER 1994a, p. 214 apud SÁ, 1996a, p. 128)

Como exemplo, para facilitarmos a discussão acerca da obtenção da árvore de similitude e, conseqüentemente, a similitude entre os termos evocados pelos respondentes, utilizaremos novamente os dados do quadro 2, com o termo indutor “dinheiro”.

Utilizamos o software IRAMUTEQ versão 0.7 alpha²⁷, do acrônimo Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires, para a montagem da árvore de máxima similitude, permitindo a visualização gráfica dos termos com suas conexões com os demais termos presentes na amostra. Nesse contexto, é possível perceber a frequência do termo dada pelo tamanho dos círculos, bem como as ramificações que indicam a conexidade.

O procedimento de exportação dos dados para o software IRAMUTEQ versão 0.7 alpha deve seguir os seguintes passos: 1) salvar em uma planilha eletrônica, por

²⁷ Desenvolvido por: Pierre Ratinuad (Université de Toulouse – Laboratoire LERASS), Sébastien Déjean (Université de Toulouse), David Skalinder (Mash Strategy), sob licença GNU GLP.

exemplo a planilha eletrônica Excel²⁸, com extensão “.xls” (obrigatoriamente); 2) carregar o arquivo “.xls”; 3) em formato do arquivo, escolher as opções sim para ambas as perguntas e 1 em nº da pasta (Feuille), caso utilize os dados na primeira pasta da planilha criada no Excel.

Figura 7 – Tela IRAMUTEQ – menu de opções de análise.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Depois de importar a planilha para o IRAMUTEQ, para solicitar a construção da árvore máxima de similitude, basta pressionar com o botão direito sobre a matriz importada para nosso exemplo (Dinheiro.xls). No menu, escolha a opção “Análise de similitude”. Escolha em seguida as quatro evocações (termo 1, termo 2, termo 3 e termo 4) e mantenha o *default*, para as demais opções. Teremos a árvore máxima de similitude apresentada na figura 8. Vale destacar ainda que a análise prototípica, apresentada anteriormente com a confecção do Quadrante de Vergès (quadro 4), também pode ser desenvolvido utilizando o software IRAMUTEQ. Para tal, foi necessário inserir, na planilha gerada no Excel, entre as colunas dos termos, as colunas com título: rang_1, rang_2, rang_3 e rang_4, e numerando a ordem de evocação dada pelos respondentes, veja figura 7.

Em seguida, dispendo desses resultados, obtivemos a construção da árvore de máxima similitude, que nada mais é que um grafo, nos quais os vértices são as palavras (o tamanho indica a frequência) e as arestas indicam o número de co-

²⁸ Microsoft Excel é parte do Microsoft Office – Desenvolvido pela Microsoft Corporation.

ocorrência entre as palavras. Moliner (1994) citado por Sá (1996a) ainda completa dizendo que a árvore máxima de similitude é

[...] um 'grafo' conexo sem ciclo cujos vértices são os itens do *corpus* e as arestas são os valores dos índices de similitude entre esses itens. O procedimento de construção da árvore máxima permite reter apenas as relações mais fortes entre os itens. (MOLINER, 1994a, p. 214 apud SÁ, 1996a, p.128)

A associação dos elementos da árvore máxima de similitude e a Teoria dos Grafos nos abrem uma porta bastante extensa de referencial teórico-metodológico, ampliando muito as possibilidades de identificação dos possíveis candidatos ao núcleo central das RS. Além disso, discutiremos na seção sobre a Teoria dos Grafos um pouco mais sobre a possibilidade de adesão e ampliação ao referencial metodológico já consolidado pela TNC.

Dando continuidade em nossa análise do exemplo da representação social “dinheiro”, tomemos como base as palavras “conforto” e “salário”, observa-se que na árvore de máxima similitude (figura 8) não há aresta ligando-as; porém, na árvore de similitude (figura 9), temos a exposição de todas as ligações, da mesma forma, podemos notar na tabela 2 (matriz de co-ocorrência ou similitude²⁹) todas as co-ocorrências dentre as citações evocadas. Nesse contexto, nota-se que a árvore máxima não possui todas as ligações entre os pares, pois são suprimidos os laços mais tênues. Mantendo os laços com maior força entre as linhas que unem as palavras, temos assim a chamada árvore máxima. Outra ligação a se destacar é “trabalho” e “riqueza”, nesta não há indicação na árvore máxima de similitude, isto é, como temos uma árvore, logo não é permitido o círculo, mantendo-se apenas as conexidades de maior força e com termos mais importantes. Apesar desse quadro ser bastante revelador, Sá (1996a) adverte que, apesar da análise de similitude ressaltar a conexidade e a saliência dos termos, é interessante a associação com outras

²⁹ A tabela 2 foi obtida computando o número de vezes que cada par de palavras aparece junto entre as evocações do respondente. Assim, a co-ocorrência ou similitude nos dá uma medida de quanto as palavras são similares. Por outro lado, a simetria da matriz indica o bidirecionamento das relações, sendo que em nosso exemplo não julgamos necessário. É importante lembrar que na obtenção de uma matriz de similitude, a partir das evocações, em geral, temos uma medida binária ou dicotômica [0,1], isto é, o respondente disse ou não a palavra; contudo, Vergès e Bouriche (2001) lembram que o zero não significa obrigatoriamente que a palavra não faça parte do jargão do sujeito, apenas não foi mencionada ou não veio espontaneamente à sua mente no momento da enquête. Sendo, portanto, diferente para o caso de uma apresentação de palavras e a escolha ou não representaria necessariamente 0 ou 1.

técnicas³⁰ que possam corroborar para as análises e confirmação dos elementos centrais da representação social.

Tabela 2 – Matriz de co-ocorrência – termo indutor “dinheiro”.

	Trabalho	Riqueza	Poder	Felicidade	Conforto	Salário	Compra
Trabalho	--	2	2	1	1	2	1
Riqueza		--	2	1	2	1	1
Poder			--	2	1	1	1
Felicidade				--	1	1	0
Conforto					--	1	0
Salário						--	0
Compra							--

Fonte: autoria própria.

Fonte: gráficos produzidos via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Voltando ao software IRAMUTEQ, além de habilitar ou não o recurso de árvore máxima de similitude, existem diversas funções de parametrização e formatação que podem ser ajustadas em acordo com os anseios do pesquisador. Optamos, nesta

³⁰ Por exemplo, o método da indução por cenário ambíguo que pode revelar aspectos qualitativos como o poder associativo e o valor simbólico da cognição central da representação.

tese, em utilizar a formatação Kamada Kawai com agrupamento por comunidade. Na formatação Kamada Kawai é utilizado um algoritmo que associa o vértice a uma massa e a aresta a uma mola, dispondo, portanto, a um sistema massa-mola bidimensional. Busca-se a partir daí o estado de menor energia do sistema, e, portanto, a configuração gráfica mais adequada para tal estado (KAMADA; KAWAI, 1989).

Figura 10 – Árvore Máxima de Similitude com agrupamento – termo indutor “dinheiro”.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2 – Formatação: Kamada Kawai - Comunidade: leading.eigenvector.community.

Além do exposto, o agrupamento em comunidade ou *cluster* permite uma nova associação de termos por afinidade e que se possa apresentar relações de proximidade, em outras palavras, os vértices de um *cluster* devem apresentar maiores densidades de conexão entre si, em comparação com vértices de outros *clusters*. Escolhemos, para esta tese, dentre as várias opções disponíveis no IRAMUTEQ, o algoritmo de detecção de comunidade chamado “leading.eigenvector.community”, proposto por Newman (2006), este permite de forma hierárquica associar os termos a partir da determinação do autovetor dos vértices (discutiremos um pouco mais sobre os autovetores na seção Teoria dos Grafos). É importante salientar que o agrupamento por comunidade será uma metodologia auxiliar, uma vez que, o processo de agrupamento será feito por lematização e em seguida por associação por

termos similares (discutiremos melhor esses passos no capítulo da metodologia). Desta forma, o agrupamento por comunidade será utilizado no final do processo, podendo trazer alguma associação residual para os termos ou ainda corroborar com as análises.

Na figura 10, nota-se um único agrupamento por comunidade, permitindo estabelecer relações entre os elementos da representação social. Também é possível visualizar as relações que os termos mais importantes têm com os demais elementos, isto é, esse arranjo pode ajudar a esclarecer as funções preditora e/ou condutora de comportamento. Reiteramos que o exemplo dado é fictício e com finalidade didática, além é claro, de possuir um número de respondente muito reduzido ($N=4$), logo, não retrata dados coletados e nem transcritos *ipsis litteris*; contudo, podemos conjecturar sobre a forte associação que os possíveis termos centrais “poder”, “trabalho” e “riqueza” têm com os demais; indicando, por exemplo, que “riqueza” tem associação imediata com “conforto”, já “trabalho” está associado ao “salário” e, por fim, “poder” traz a ideia de “felicidade” e “compra”.

3.6.4. Teoria dos Grafos

A Teoria dos Grafos estuda objetos combinatórios: os grafos³¹. Em Feofiloff, Kohayakawa e Wakabayashi (2011), temos a definição de grafo como um par $G = (V, A)$ em que V é um conjunto qualquer e A é um subconjunto de V . Nomeia-se os elementos de V como vértices e A como arestas.

A representação gráfica de um grafo pode ser exemplificada pela figura 11. Dessa forma, nota-se que um grafo nada mais é que uma rede que pode ser utilizada para representar um sistema complexo. Nessa rede temos 4 vértices e 5 arestas, e cada vértice é representado pelo círculo e suas ligações ou arestas são indicadas por arco que se conectam. Existe a possibilidade de as ligações entre os vértices serem direcionadas, isto é, são representadas por setas nas arestas.

³¹ A origem da palavra grafo está na palavra em inglês *graph*. O termo foi proposto pelo matemático inglês James Joseph Sylvester (1814-1897).

Percebe-se que o vértice nº 4 conecta-se com os vértices: nº 1, nº 2 e nº 3 com setas apenas chegando, sendo assim nomeados de vértice incidentes, na outra ponta, temos o vértice nº 1 com saídas apenas. Podemos mensurar as ligações entre os vértices, contabilizando o número de arestas incidentes a ele, chamada valência, que pode ser representada pela saída do vértice – grau de saída (Out-Degree) – ou ainda a entrada do vértice – grau de entrada (In-Degree). Para o nosso exemplo, temos o vértice nº 4 com maior In-Degree, o vértice nº 1 com menor valor para o grau de entrada e o vértice nº 2 com o maior valor para Out-Degree, entre os vértices da rede.

Figura 11 – Rede com 4 vértices e 5 arestas.

Fonte: Rede produzida via ORA-LITE–NetScenes³² versão 3.0.9.9.33.

A rede da figura 11 pode assumir o formato de uma matriz, conhecida como matriz de adjacência (tabela 3). Percebe-se ser análoga à matriz de co-ocorrência, apresentada na seção anterior. Vale lembrar que a completude ou simetria da tabela ocorre em situação de ligações bidirecionais. Não por acaso, mas como já havíamos mencionado, a análise de similitude deriva da Teoria dos Grafos, ou seja, a própria árvore de similitude é um grafo. Ademais, tanto na matriz de adjacências quanto na matriz de similitude, estamos medindo o número de ligações entre os elementos, isto é, temos uma ideia da proximidade dos termos/vértices.

Indo um pouco mais além na discussão sobre as redes, Canato Jr (2014) destaca que

importantes semelhanças topológicas têm sido reveladas em redes de natureza tão diferentes como as conexões neuronais, as amizades entre usuários do *facebook*, as interligações entre dispositivos de um circuito elétrico, os hipertextos da *web* e os mapeamentos de atuações conjuntas em filmes de cinema ou de coautorias de artigos científicos. Assim também, textos têm sido investigados enquanto redes de

³² Software sob licença gratuita, para uso em pesquisas, elaborado e distribuído pelo CASOS - Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Institute for Software Research International, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA. Disponível em: <http://www.casos.ece.cmu.edu>. Acesso em: 11 de nov de 2016.

palavras e expressões que, em suas frequências de uso ou articulações, revelam características linguísticas, culturais e autorais. (CANATO JR, 2014, p. 49)

Tabela 3 – Matriz de adjacência – Rede Completa.

	1	2	3	4
1	--	1	0	1
2		--	1	1
3			--	1
4				--

Fonte: autoria própria.

Entendendo que muitas redes, devido a sua complexidade, exigem para um estudo pormenorizado um arcabouço teórico mais robusto, ao qual chamamos de Teoria das Redes Complexas, e que possibilita, entre outras coisas, estudar a “importância relativa de cada nó depende, portanto, de sua capacidade para contribuir à eficácia da rede, com nós que absorvem e processam mais informações relevantes podendo ser considerados como centros.” (CANATO JR, 2014, p. 56)

Um bom exemplo de aplicação das Teoria das Redes Complexas é a Análise de Redes Sociais (ARS)³³. Trata-se de uma técnica para estudar interações sociais, permitindo uma análise de tendências, sendo essa última um fator preponderante e norteador de ações e perspectivas. Wasserman e Faust (2006) ressaltam que a

noção de rede social e os métodos de análise de rede social atraíram o interesse de pesquisadores em ciências sociais e comportamental, nas últimas décadas. Parte desse interesse pode ser atribuído ao fato da análise de redes sociais estar ligada ao relacionamento entre entidades sociais, e sobre os padrões e as implicações dessas relações. (WASSERMAN; FAUST, 2006, p. 3, tradução nossa)

Os autores destacam, no extrato seguinte, alguns fatores da ARS sobre a abordagem em pesquisa.

Os atores e suas ações são vistos como unidades interdependentes; os vínculos entre os atores são canais para transferência ou "fluxo" de recursos (material ou não material); ARS com foco em indivíduos proporciona boas oportunidades para vermos, na estrutura da rede,

³³ A expressão “redes sociais” foi usada pela primeira vez por volta dos anos 50. Sendo essa apoiada na Teoria do Grafos, com vista a analisar dados sobre o comportamento social.

restrição ou ação individual. (WASSERMAN; FAUST, 2006, p. 4, tradução nossa)

Para Rossoni e Guarido Filho (2006), existem diversas metodologias de ARS e com um grande número de indicadores focados na estruturação e avaliação de características das redes. Com o objetivo de estabelecer proximidade e coerência com as metodologias usuais para planificação do provável núcleo central da representação (Quadrante de Vergès e Árvore Máxima de Similitude, por exemplo), escolhemos indicadores de centralidade, que para Hanneman e Riddle (2005), permitem identificar, a partir das ligações entre os atores, os componentes centrais de uma rede complexa.

Nesse cenário, as medidas de centralidade são ferramentas de mensuração dos nós (vértices) de uma rede, e que permitem determinar a importância dos nós em uma rede de acordo com sua posição estrutural, além de estampar as relações existentes entre os demais nós da rede em análise. Alves e Santos (2010, p. 78) destacam que a “medida de centralidade também pode fornecer insights inesperados sobre o funcionamento da rede. Essa medida se refere ao grau com que as atividades da rede são centradas em um ou mais atores – o núcleo da rede.”

No quadro 5 apontamos algumas medidas de centralidade e sua função no estudo de ARS. Vale reiterar que, tanto para o objeto da representação social quanto para o objeto da rede social, apesar da natureza ser distinta, temos a configuração de uma rede complexa. Portanto, entendemos ser adequada a incorporação das técnicas e metodologias de análise oriundas da ARS, para os estudos das RS.

As Centralidades de entrada (In-Degree), de saída (Out-Degree) e Total-Degree, trazem, para o estudo das RS, a valoração da conexidade, indicando a somatória da co-ocorrência entre os termos evocados. Essa situação traz um substancial ganho sobre as medidas visuais realizadas por meio da árvore máxima de similitude, uma vez que, esta normalmente apresenta uma redução das conexões, excluídos, portanto, os termos de ligações mais tênues e com frequência abaixo do corte escolhido pelo pesquisador. Vale ressaltar que as redes oriundas das RS, geralmente, não são direcionais, logo, as centralidades de grau são idênticas. Devido a essa uniformização, adotaremos apenas a denominação Centralidade de Grau para mensurar a somatória da co-ocorrência para cada termo.

Quadro 5 – Algumas medidas (indicadores) de centralidade.

Centralidade de Grau de Entrada (In-Degree)	Número de links (entrando) de um vértice (nó).
Centralidade de Grau de Saída (Out-Degree)	Número de links (saindo) de um vértice (nó).
Centralidade de Grau Total³⁴ (Total-Degree)	Número total de links de entrada e saída em um vértice (nó).
Centralidade de Intermediação (Betweenness)	Razão entre os caminhos geodésicos (menor caminho entre dois nós) de todos os pares de vértices (nós) da rede passando por um vértice (nó).
Centralidade de Proximidade (Closeness)	A proximidade é o inverso da somatória das distâncias de um vértice (nó) para todos os outros vértices (nós).
Centralidade de Autovetor (Eigenvector)	Determina o autovalor de maior valor absoluto de uma matriz de adjacência e seu componente autovetor. Tem-se assim uma medida de interação entre os vértices (nós) mais centrais.

Fonte: autoria própria.

A Centralidade de Intermediação (Betweenness) traz uma medida de quanto um nó é usado para o fluxo de informação. Para Hanneman e Riddle (2005), a centralidade de intermediação fornece os elementos com maior força de mediação (realizam trocas) entre os demais termos. Sem dúvida, essa centralidade tem importância ímpar no estudo da ARS, indicando, por exemplo, qual o membro de uma corporação que apresenta maior articulação entre os demais membros do grupo social. Porém, ainda não se mostrou totalmente elucidada sua função entre os elementos núcleo/periferia da representação social, deixando para estudos futuros a conjectura do papel da Centralidade de Intermediação entre os elementos da representação social.

³⁴ Cabe citar que em geral a Centralidade de Grau é utilizada em sua forma normalizada.

A Centralidade de Proximidade (Closeness) nos traz indicação sobre a disseminação da informação em uma rede complexa, isto é, os elementos com Centralidade de Proximidade mais elevados apresentam caminhos mais curtos para os demais elementos da rede, indicando a centralidade na rede. Apesar de sua importância no estudo da ARS, também não encontramos paridade com os indicadores oriundos das RS.

A Centralidade de Autovetor (Eigenvector) nos permite mensurar os elementos centrais de uma rede complexa. Mede-se assim a interação dos elementos centrais com os seus vizinhos próximos. Para Bonacich (1987), a Centralidade Eigenvector leva em consideração os elementos que possuem maior número de ligação, ao mesmo tempo, adiciona à centralidade os que estão conectados. Dessa forma, os elementos mais importantes (centrais) são os que possuem alta conexidade com elementos que também tenham alta conexidade (pertencem ao centro). Comparando com a estrutura do núcleo central das RS, temos um indicativo dos elementos mais representativos dentre os elencados pelo grupo social. Acreditamos que a associação de técnicas, já discutidas anteriormente, possa corroborar com nossas escolhas a respeito dos constituintes estruturais das RS.

A título de exemplo, calculamos manualmente e com o software ORA-LITE-NetScenes versão 3.0.9.9.33 os valores da Centralidade Eigenvector. Todavia, a fim de resultar em álgebra mais leve, simplificamos a matriz de adjacência em uma matriz 3 x 3 (tabela 4). Outrossim, acrescentamos simetria (bidirecional), elevando o número de ligações, bem como a adoção de ligações diferentes.

Tabela 4 – Matriz de adjacência – Rede Simplificada.

	1	2	3
1	0	0	1
2	0	0	1
3	1	1	0

Fonte: autoria própria.

Para a determinação dos autovetores, partimos da relação:

$$A\vec{x} = \lambda\vec{x}, \quad (3)$$

onde $\vec{x}$ é um autovetor, A é a matriz de adjacência (tabela 4) e λ é um autovalor associado à matriz A . Nota-se que o produto do autovetor com a matriz A é equivalente ao produto do autovetor com o autovalor. Adotando que: $\lambda\vec{x} = \lambda I\vec{x}$, onde I é a matriz identidade (elemento neutro para multiplicação de matrizes) e substituindo na equação 3, encontramos a equação: $(\lambda I - A)\vec{x} = \vec{0}$ (4). Impondo que $\vec{x} \neq \vec{0}$, temos a subtração das matrizes com resultado nulo. Todavia, λ é um autovalor se e somente se as matrizes não apresentam em seus núcleos elementos exclusivamente nulos. Sendo a matriz $(\lambda I - A)$ singular, decorre a equação:

$$\det(\lambda I - A) = 0. \quad (5)$$

Substituímos os valores da matriz de adjacência (tabela 4) na equação 5, obtivemos:

$$\det \left[\begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \right] = 0.$$

Daí resultou o polinômio: $\lambda(\lambda^2 - 2) = 0$. As raízes do polinômio resultaram nos autovalores associados à matriz A : $\lambda = 0$, $\lambda = \sqrt{2}$ e $\lambda = -\sqrt{2}$.

Para determinar os autovetores, utilizamos a equação 4, segue:

$$\left[\begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \right] \vec{x} = \vec{0} \leftrightarrow \begin{bmatrix} \lambda & 0 & -1 \\ 0 & \lambda & -1 \\ -1 & -1 & \lambda \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Na sequência, aplicamos aos autovalores (λ), determinados anteriormente. Assim, resultou que: para $\lambda = 0$, encontramos as relações $x_2 = -x_1$ e $x_3 = 0$; para $\lambda = \sqrt{2}$, encontramos as relações $x_2 = x_1$ e $x_1 = \frac{\sqrt{2}x_3}{2}$; para $\lambda = -\sqrt{2}$, encontramos as relações $x_2 = x_1$ e $x_1 = \frac{-\sqrt{2}x_3}{2}$.

Adotando $x_3 = 1,000$, para o caso 2, resultou em $x_1 = 0,707$ e $x_2 = 0,707$, isto é, são os valores da Centralidade Eigenvector para os nós nº 1, nº 2 e nº 3, apontando, portanto, que este último é o nó mais importante na rede para esse indicador. Cabe salientar que estamos lidando com ranking, sendo assim, podemos desprezar as soluções que possam dificultar essa ordenação.

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo apresentar-se-ão as diversas metodologias utilizadas na pesquisa, mostrando os percursos das escolhas e redirecionamentos necessários a partir das análises dos dados. Apresentaremos as abordagens, os sujeitos da pesquisa e sua significação para a constituição dos resultados obtidos.

4.1. A escolha da metodologia de pesquisa

A escolha da metodologia de pesquisa em Ciências Sociais traz diversas dúvidas a respeito da fidedignidade dos dados, além da dificuldade de generalização dos resultados. Por outro lado, o referencial teórico-metodológico da TNC nos impõe algumas peculiaridades, obrigando-nos por uma pesquisa plurimetodológica, isto é, temos a coleta de dados através de questionários, TALP e Hierarquização de itens, por exemplo, mapeamento da estrutura da representação (núcleo/periferia) e verificação da centralidade (SÁ, 1996a). Todavia, esta última exige do pesquisador o retorno ao campo, buscando a articulação entre os resultados e o contexto social. É importante mencionar que, em nosso estudo, optamos pela coleta única de dados, portanto, a fase de verificação da centralidade foi adaptada e realizada juntamente com a coleta única de dados, solicitando ao respondente que citasse, dentre os termos elencados por ele, aquele que fosse mais representativo sobre o termo indutor.

A configuração do núcleo central das RS, por se tratar de um estudo estatístico simples de evocações livres³⁵, obrigou-nos a buscar um número grande de respondentes para trazer maior confiabilidade aos resultados; caracterizando, portanto, como um estudo descritivo com natureza mista, aporte quantitativo e qualitativa, e que buscou identificar os elementos da representação social. Indo mais além, Triviños (1987, p. 110) destaca que o “estudo descritivo pretende descrever ‘com exatidão’ os fatos e fenômenos de determinada realidade.” Sobre outra perspectiva, mas com o intuito de ampliação do estudo, nosso escopo se assemelha a uma pesquisa explicativa, pois, segundo Gil (1987), esta modalidade de pesquisa permite ampliar o entendimento da realidade com o estudo das relações entre

³⁵ Abric (2001b) assegura que essa metodologia permite evidenciar elementos implícitos ou latentes.

variáveis, e que foram obtidas a partir de questionário aplicado juntamente com a TALP. Apesar de compreendermos que temos uma fonte única de dados, a associação de técnicas nos permitiu maior consistência aos resultados e suas conclusões.

O processo de coleta de dados se baseou em questionário com perguntas abertas e fechadas, dados de identificação e variáveis descritivas. O questionário foi disponibilizado em formulário eletrônico, via plataforma GoogleDoc, e enviado, por meio de correio eletrônico, para os respondentes. A partir da escolha da questão 1, isto é, se o respondente era professor ou não, este era automaticamente endereçado para uma versão específica para alunos, ou uma versão completa para professor (vide questionário completo em Apêndice A).

Diante da complexidade que envolve o entendimento do comportamento humano, e as representações norteadoras das ações e objeções, iniciamos nossa pesquisa estabelecendo os possíveis participantes. À medida que os dados foram surgindo, novos cenários se configuraram, obrigando-nos a um redirecionamento com estratégias e metodologias diversificadas. Inclusive, dando-nos mais informações para estabelecermos paralelos e confirmações de hipóteses. Desta forma, permitiu-nos minimizar a abordagem tecnicista imbricada nos processos, baseando nossa análise, não somente nos resultados obtidos com a modelagem, mas também correlacionando com a literatura, depoimentos dos sujeitos e as nossas próprias impressões dos fenômenos sociais envolvidos no estudo.

4.2. Desenho da pesquisa

Com o objetivo de mapear as RS acerca do uso das APE para ensino de Física, do ponto de vista dos agentes do processo de ensino de Física (professores universitários, professores de educação básica e estudantes universitários), utilizamos múltiplas estratégias para refinar os resultados obtidos e traçar um panorama dos possíveis descritores e prescritores das ações docente.

Como descrevemos no capítulo III, a obtenção do núcleo das RS e seus elementos periféricos pode ocorrer a partir de um método associativo chamado TALP, amplamente utilizado em pesquisas baseadas na TNC. Por outro lado, é interessante

se cercar de outras ferramentas que possam nos dar mais clareza sobre os elementos que compõem a representação. Para tal, utilizamos um processo adaptado de Hierarquização de itens, no qual o sujeito foi questionado sobre a palavra ou expressão que julgasse mais relevante e, também, justificasse a sua escolha dentre as que descreveu no processo inquisitivo.

Também pudemos correlacionar alguns parâmetros presentes no questionário (Apêndice A), como: frequência de uso das APE (questão 13) e infraestrutura do laboratório (questão 18); frequência de uso das APE (questão 13) e a idade do professor (questão 5); e além de alguns comentários e justificativas encontrados nas questões abertas (questões 16 e 17) e que puderam ser extraídos em apoio às análises e considerações do trabalho. Cabe, ainda, mencionar que solicitamos aos respondentes que escrevessem 7 a 10 palavras/expressões sobre o objeto social, apesar de pesquisas em RS considerarem excessivo esse número de evocação, pois geraria esforço cognitiva. No entanto, entendemos que nossa proposta poderia aumentar o número médio de evocações, pois é razoável acreditar que muitos dos respondentes acabam não evocando o número máximo de palavras solicitado.

4.3. Sujeitos da pesquisa

Os múltiplos caminhos da coleta de dados também exigiram a coexistência de múltiplos sujeitos. Evidentemente, como tratamos os dados de forma estatística, precisamos abordar um número grande de atores ($N > 30$) para que pudéssemos dar credibilidade aos resultados obtidos (LARSON; FARBER, 2007). Assim, escolhemos os seguintes sujeitos para participação da pesquisa: professores universitários e/ou professores formadores de professores, professores de ensino básico e estudantes universitários. Dentre o grupo de professores mantivemos um grupo geral, tanto para professores universitários quanto de ensino básico, e subgrupos com professores com pós-graduação em ensino e/ou educação e outro com pós-graduação em áreas técnicas. De forma análoga, criamos subgrupos de professores da escola básica com pós-graduação em ensino e/ou educação e outro com graduação somente ou pós-graduação em áreas diversas, exceto ensino/educação. Nessa perspectiva, acreditamos que a subdivisão dos grupos de professores poderia trazer maior homogeneidade aos respondentes, aumentando, portanto, os pontos de

congruências, e que, assim, fez-nos acreditar que estaríamos diante de grupos sociais mais consolidados; contudo, acreditamos que a formação não é garantia de pertencimento a um grupo social, porém, a participação quase que total dos professores respondentes como autores de trabalhos em um Simpósio de Ensino de Física (será discutido mais à frente) reforça a tese de que possa haver outros pontos de similaridade entre esses professores. Em relação aos alunos universitários, parece ser mais natural a condição de grupo social, o fato de estarem vinculados à mesma instituição. Ainda assim, procedemos com a subdivisão de grupos, buscando maior homogeneidade a partir do curso de matrícula, quando possível. Na sequência, detalharemos as multiplicidades dos sujeitos e o caminho da abordagem de cada grupo.

PROFESSOR UNIVERSITÁRIO (PU) - Para este grupo, temos a composição de professores de diversas licenciaturas, professores de cursos de bacharelado, professores de engenharia, professores de cursos de tecnologia e afins. Vale ponderar que muitos professores respondentes lecionam concomitantemente nos cursos supracitados. Vale lembrar que o contato com os professores foi via correio eletrônico, no qual enviamos o link de pesquisa desenvolvido na plataforma Googledoc (vide Apêndice A). Os e-mails³⁶ foram obtidos por meio de dados públicos dos autores de trabalhos publicados nos Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – XX SNEF, realizado em 2013, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, em São Paulo, SP. Nesse cenário, temos 119 respondentes que se enquadraram no perfil proposto, isto é, são professores universitários; contudo, 75 respondentes se identificaram como possuidor de pós-graduação em ensino e/ou educação. Nessa perspectiva, acreditamos haver similaridade entre o grupo PU, pois a formação básica em Física conjugada com a participação e publicação no XX SNEF são características peculiares, portanto, é razoável acreditar que estamos diante de um grupo social.

No gráfico 1 temos a distribuição de frequência absoluta de faixa etária e gênero. Constata-se que há predominância masculina com faixa etária de mais de 34 anos de idade. Na figura 12 temos a distribuição geográfica da população de professores universitários que participaram como respondentes da investigação, nota-

³⁶ A base de dados contava com 1.250 professores cadastrados (universitário e de escola básica), sendo que 199 professores responderam à solicitação de pesquisa, com 119 professores universitários e 80 de professores da escola básica.

se uma predominância do eixo Rio-São Paulo dada à densidade demográfica da região e a proximidade ao local do evento, no entanto, temos uma contribuição expressiva da região sul e Minas Gerais.

Professor de Escola Básica (PEB) - Neste grupo temos os professores que participaram da pesquisa respondendo-a por via eletrônica. Foram encaminhados aos respondentes o link da pesquisa via e-mail. A base de dados foi constituída da seguinte forma: I) a partir de dados públicos, nome e e-mail apresentados em trabalhos publicados nos Anais do XX SNEF, como descrito para os professores universitários; II) envio de e-mail às escolas privadas da cidade de São Paulo e região metropolitana de São Paulo. O e-mail foi encaminhado à coordenação pedagógica e, assim, solicitado que direcionasse aos professores de Física. Como retorno tivemos: 80 professores da escola básica para a estratégia I e 5 professores da escola básica para a estratégia II (dentre um universo de 200 escolas cadastradas). Da mesma forma que no grupo PU, fizemos a separação de professores com pós-graduação em ensino e/ou educação, totalizando 28 respondentes, sendo os demais (57) com graduação somente ou pós-graduação em áreas diversas. É importante mencionar que temos professores das diversas redes de ensino: municipal, estadual, federal e privada. Sendo que 78 professores declararam possuir licenciatura em sua formação acadêmica, e que 68 (80%) professores indicaram que possuíam licenciatura em

³⁷ Disponível em: <http://pt.batchgeo.com>. Acesso em: 24 de mar de 2017.

Física. A distribuição completa está descrita no quadro 6. Reiteramos que a utilização de respondentes com características ímpares (licenciados em Física, detentores de titulação e autores de publicações nos Anais do XX SNEF) nos permitiu focar nossos estudos em representantes que compartilham de informação entre os demais componentes do grupo, ao mesmo tempo, que pudemos filtrar elementos de grupos sociais diversos que, ocasionalmente, estariam ocupando as cadeiras de professor de Física. É fato que a composição de professores de Física no Brasil apresenta um cenário bastante diferente do que estamos nos apoiando, conforme quadro 7. No entanto, entendemos que a formação inadequada poderia ser impactante na configuração da representação, pois seria um impeditivo natural à utilização das APE para o ensino de Física.

Quadro 6 – Perfil de formação dos Docentes - amostra de PEB.

	absoluto	%
Total de docentes de Física da amostra	85	100,0%
Sem formação superior	0	0,0%
Licenciatura em Física	68	80,0%
Licenciatura em Matemática	1	1,2%
Licenciatura em Ciências Biológicas	4	4,7%
Licenciatura em Química	2	2,4%
Licenciatura em Pedagogia	1	1,2%
Licenciatura em Ciências da Natureza	1	1,2%
Licenciatura em Ciências Exatas	2	2,4%
Bacharelado em Física	1	1,2%
Tecnologia em Pavimentação*	1	1,2%
Tecnologia em Sistemas Eletrônicos*	1	1,2%
Engenharia Mecânica*	1	1,2%
Engenharia Elétrica	2	2,4%

Fonte: autoria própria. *Com complementação pedagógica em Física.

Em comparação com os dados do Censo Escolar INEP/MEC de 2015 e compilados pela ONG Todos pela Educação³⁸, vide quadro 7, os dados de nossa amostra (vide quadro 6) apresenta um adensamento (80%) de licenciados em Física, já que, para o país, tínhamos 26,7% dos professores nessa situação. Esse percentual pode ser ligeiramente maior se incluirmos os professores que declararam possuir complementação pedagógica em Física, bem como os professores com Licenciatura

³⁸Disponível

https://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/2016_11_aprmeta15_opne.pdf. Acesso em: 05 de abr de 2017.

em:
Acesso

em Ciências da Natureza e Ciências Exatas, que seguramente são habilitados para lecionar Física.

Quadro 7 – Perfil de formação dos Docentes de Física no Ensino Médio - 2015

	absoluto	%
Total de docentes de Física	53341	100,0%
Sem formação superior	6498	12,2%
Com formação específica em Física*	14277	26,7%
Licenciatura em Matemática	15915	29,8%
Licenciatura em Ciências Biológicas	2817	5,3%
Licenciatura em Química	2613	4,9%
Licenciatura em Pedagogia	1709	3,2%
Licenciatura em Letras	468	0,9%
Bacharelado em Física	777	1,5%
Bacharelado em Matemática	542	1,0%
Bacharelado em Engenharia Elétrica	132	0,2%

Fonte: MEC/INEP/Microdados do Censo Escolar 2015 – Dados Parciais – Elaboração: ONG Todos Pela Educação. (Adaptado). *Licenciatura ou Bacharelado com complementação.

No gráfico 2 temos a distribuição de frequência absoluta de faixa etária e gênero de nossa amostra de PEB. Repara-se que a predominância é masculina com faixa etária mais distribuída, diferentemente do grupo de professores universitários. Na figura 13 temos a distribuição geográfica da população de professores da escola básica que participaram da investigação, nota-se, novamente, uma predominância no eixo Rio-São Paulo dada à densidade demográfica da região e a proximidade do local do evento.

Gráfico 2 – Distribuição faixa etária e gênero – PEB.

Fonte: autoria própria.

Figura 13 – Distribuição geográfica – PEB.

Fonte: imagem produzida via batchgeo.

Outra possibilidade de participantes de nossa pesquisa foram exatamente os alunos universitários. Estes foram escolhidos a partir da condição de existência das APE ao longo do curso, nas disciplinas de Física. Portanto, isso nos obrigou a procurar instituições que possuísem infraestrutura adequada para tal e, ao mesmo tempo, privilegiasse as APE dentro das disciplinas de Física. Por outro lado, entendemos que seria bastante interessante um contraponto com as mesmas instituições que congregam os professores universitários, participantes da pesquisa; porém, essa abordagem se tornou inviável, tendo em vista o montante de instituições de origem e a própria dificuldade de acesso aos estudantes. Diante do exposto, contatamos alunos de graduação de duas Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES). Optamos por instituições que pudessem servir de base à pesquisa e, ao mesmo tempo, unidades comparativas, mesmo que não sendo o foco da pesquisa a avaliação da licenciatura ou mesmo as ações dos professores sobre as APE, mas, impreterivelmente, a busca pelo mapeamento das RS e, talvez, indícios da tramitação destas entre os grupos sociais. Nessa perspectiva, escolhemos duas IPES Federais, sendo uma na cidade de São Paulo e a outra na região metropolitana de São Paulo, SP. As instituições mantêm algumas semelhanças, que, a partir destas, permitiu-nos algumas comparações sobre as RS. Entre as semelhanças principais podemos citar que: são Instituições Públicas Federais, isto é, uma é constituída como Instituto Federal³⁹ e a outra Universidade Federal; possuem aproximadamente dez anos de funcionamento e/ou criação; o ingresso é por meio do ENEM/SISU⁴⁰; quase a totalidade dos alunos ingressantes possuem disciplinas de Física com carga horária específica às APE; e possuem licenciatura em Física. Vale destacar ainda que a Lei 11.892/2008 condiciona os Institutos Federais a manterem a oferta mínima de 50% das vagas para cursos técnicos de nível médio, mas 20% de suas vagas devem ser direcionadas para os cursos de licenciatura e formação especial de professores, principalmente, em Ciências, Matemática e Educação Profissional (BRASIL, 2008).

Alunos Universitários - Como foi antecipado, neste grupo utilizamos como parâmetro a obrigatoriedade dos alunos terem ou estarem cursando ao menos uma

³⁹ O Instituto Federal nasceu com a promulgação da Lei Nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Conforme o Art. 2 § 1º “Para efeito da incidência das disposições que regem a regulação, avaliação e supervisão das instituições e dos cursos de educação superior, os Institutos Federais são equiparados às universidades federais.” (BRASIL, 2008)

⁴⁰ SISU - Sistema de Seleção Unificada do Ministério da Educação.

disciplina de Física com aula experimental. Dessa forma, acreditamos que os respondentes possuíam maior condição de análise, bem como uma maior consolidação das RS sobre as APE para o ensino de Física, haja vista que muitos estudantes só têm contato com atividades práticas ou laboratório didático na universidade. É importante destacar que a participação dos alunos de graduação como sujeitos da pesquisa teve como propósito primeiro a tentativa de analisar a tramitação da representação. Nesse contexto, gostaríamos de esclarecer que não nos ativemos às instituições de forma pormenorizada, nem tampouco aos seus projetos pedagógicos. Entendemos que a formação acadêmica tem um papel importante na constituição das RS dos alunos, principalmente, quando há interação incisiva com vertentes pedagógicas específicas. Nesse sentido, sua ausência na discussão não configura um negligenciamento, mas sim a impossibilidade diante de nossas escolhas metodológicas. Em particular, para as licenciaturas em Física, presume-se que o projeto pedagógico e a forma de condução das APE, ao longo da graduação, devem apresentar peso expressivo na configuração das RS sobre as APE dos futuros professores. Contudo, sua discussão necessitaria um aprofundamento maior das instituições participantes e, conseqüentemente, fugiria do escopo desta pesquisa.

Apresentadas as devidas ponderações sobre as escolhas e lembrando que coletamos os dados em duas IPES, destacamos que a coleta dos dados foi efetivada a partir do formulário com questionário via plataforma GoogleDoc (Apêndice A), isto é, de forma similar aos professores respondentes; contudo, vale reiterar que os alunos eram direcionados eletronicamente para uma versão mais simples do formulário. Nesse contexto, separamos em dois grupos de alunos universitários, a saber:

Instituição A - Este grupo é caracterizado por alunos pertencentes à Instituição A (Universidade Federal) em um total de 48 alunos de maneira voluntária e anônima. Estes se distribuem em diversos cursos (bacharelados e licenciaturas) ofertados pela Instituição. Contudo, todos declararam estar cursando ou ter cursado disciplinas de Física com APE. Nesse cenário, temos 43 cursistas de carreiras diversas em áreas técnicas⁴¹ e 5 alunos que se declararam alunos de licenciatura em Física. Cabe mencionar que 24 respondentes cursavam disciplinas do ciclo básico (até o 3º ano do

⁴¹ Vale destacar que usaremos o termo “áreas técnicas” para todos os cursos de bacharelado e de tecnologia das Instituições A e B, exceto as licenciaturas.

curso) e os demais cursavam disciplinas das carreiras específicas. No gráfico 3, nota-se que a predominância de gênero é masculina com faixa etária bastante jovem.

Gráfico 3 - Distribuição faixa etária e gênero – Aluno de Graduação - Instituição A.

Fonte: autoria própria.

Instituição B - Neste grupo temos alunos de diversos cursos ofertados pela Instituição B (Instituto Federal); no entanto, todos os alunos escolhidos como participantes dessa pesquisa tiveram como parâmetro de aceitação a declaração de estar cursando ou ter cursado disciplina de Física com atividades práticas. Além disso, o grupo se caracteriza por alunos que definem sua trajetória acadêmica na instituição já no ingresso via SISU. Em geral, as disciplinas têm especificidades e inviabilizam a migração de um curso para outro, diferentemente da Instituição A, a qual permite a migração ou até a concomitância de cursos. Vale mencionar que a instituição B, por se tratar de um Instituto Federal, oferta cursos técnicos em nível médio, tecnologias, bacharelados, licenciaturas e alguns cursos de pós-graduação. Nesse sentido, tomamos o cuidado de verificar se o curso de matrícula do respondente tem, de fato, as APE nas disciplinas de Física. Ainda assim, encontramos entre os respondentes 19 alunos que se declararam alunos de graduação ou pós-graduação na Instituição B, mas não fizeram uso das APE em nenhum momento de sua formação na Instituição, pois seu curso não contempla essa disciplina em sua grade curricular ou não cursaram ainda disciplinas de Física. Após esse crivo, foram escolhidos 192 alunos que, necessariamente, são alunos de graduação e se declararam usuários do laboratório de Física em sua graduação. Tendo uma amostra mais elástica que a da Instituição A, pudemos separar os alunos que cursavam licenciatura em um subgrupo formado por 56 respondentes e, ainda, subdividir entre os que optaram por licenciatura em Física (25 respondentes), além daqueles que optaram por carreiras diversas em áreas técnicas, com 136 respondentes. No gráfico 4 temos a distribuição de frequência absoluta de faixa etária e gênero. Verifica-se que a predominância é

masculina, contudo, observa-se um espalhamento entre as faixas etárias. É razoável acreditar que, por se tratar de uma instituição técnica, acaba atraindo alunos de faixa etária maior, comparando com a Instituição A.

Gráfico 4 - Distribuição faixa etária e gênero – Aluno de Graduação - Instituição B.

Fonte: autoria própria.

Por fim, para facilitar a visualização e familiarização das siglas para a apresentação das análises dos dados, construímos o quadro 8 com o resumo dos grupos e sua consolidação, conforme descrito anteriormente.

Quadro 8 - Quadro resumo dos respondentes.

Grupos		Nº de respondentes
Professor Universitário (PU)	PU_PGE - com pós-graduação em ensino/educação	75
	PU_PGAT – com pós-graduação em áreas técnicas	44
Professor Escola Básica (PEB)	PEB_G com graduação somente ou pós-graduação diversa	57
	PEB_PGE - com pós-graduação em ensino/educação	28
Total de Professores		204
Aluno Instituição A (INST_A) – cursos diversos de graduação⁴²		48
Aluno Instituição B (INST_B)	INST_B_AT - graduação - áreas técnicas	136
	INST_B_L - licenciatura ⁴³	56
Total de Alunos de Graduação		240

Fonte: autoria própria.

⁴² 5 alunos da Instituição A se declararam matriculados no curso de licenciatura em Física.

⁴³ 25 alunos da Instituição B se declararam matriculados no curso de licenciatura em Física (INST_B_L_Fis).

CAPÍTULO V: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo exibiremos os dados e delinearemos as discussões a partir da coleta realizada com os diversos grupos participantes da pesquisa. Para tal, apresentaremos os Quadrantes de Vergès e as Árvore Máxima de Similitude, e, como metodologia auxiliar e confirmatória, traremos os resultados dos indicadores oriundos dos estudos das Redes Complexas, bem como os resultados das questões abertas, propostas para os professores.

5.1. Descrição dos dados e análise do grupo geral

Um momento crítico que antecede a análise dos dados no estudo das RS é exatamente o processo de categorização semântica, nessa perspectiva, Wachelke e Wolter (2011, p. 523) destacam que a “categorização semântica das respostas tende a alterar a distribuição dos dados, aumentando a homogeneidade das frequências”. Na tentativa de minimizar esses efeitos procuramos estratégias que pudessem manter a originalidade das evocações mencionadas pelos participantes, e que viabilizasse a análise com a manutenção razoável de termos diferentes. Nos próximos parágrafos descreveremos os processos empregados e variação dos números de termos em cada etapa.

Primeiramente, vale ressaltar que possuíamos 444 respondentes, e com 10 evocações solicitadas para o termo indutor, portanto, 4.440 possibilidades de evocações. Todavia, obtivemos nas evocações brutas 5.235 palavras e 1.295 formas diferentes.

É possível verificar que a distribuição de frequência de palavras (léxicos) das evocações se comporta de forma muito semelhante à Lei de Zipf⁴⁴ (VERGÈS, 1992).

⁴⁴ A Lei de Zipf é observada em diversos fenômenos na natureza, entretanto, foi proposta na década de 40 por George Kingsley Zipf, linguista americano, que notou uma relação de potência entre a posição (ranking) e a frequência de ocorrência de palavras em um texto. Essa distribuição de palavras em texto pode ser expressa por uma função de potência do tipo $f(x) = bx^a$, onde a e b são constantes. A distribuição de Zipf é obtida a partir do ordenamento da frequência de ocorrência e, conseqüentemente, seu posicionamento (ranking). Dessa forma, é possível traçar o gráfico frequência de ocorrência versus posição (ranking); porém, como temos uma relação de potência, geralmente, o gráfico é uma curva. Contudo, aplicando logaritmo aos dois eixos, temos o processo de linearização, e como decorrência desse processo a relação entre as variáveis se torna aproximadamente linear, todavia, é possível

Assim, como um primeiro processo de redução de termos, apresentamos no gráfico 5 as evocações dos 444 respondentes depois da submissão ao processo de lematização, em outras palavras, unificação por sinônimos, radicais comuns, gênero entre outros. A partir da lematização passamos a ter 1.008 palavras de formas diferentes, mas sem a exclusão de artigos e preposições. A partir do processo de linearização, podemos notar que a distribuição se torna linear para a escala logarítmica. Plotamos, no gráfico 5, a reta ajustada utilizando o método dos mínimos quadrados, e encontrando excelente correlação⁴⁵ com os dados ($R^2 = 0,96$) e, consequentemente, consonância com a Lei de Zipf. Levando-nos a crer na validade empírica da Lei de Zipf para os dados coletados por evocação, servindo, portanto, de balizador para aglutinações e refinamentos que foram necessários para a consolidação de nosso estudo. Evidentemente, não temos no corpus um texto, mas sim as evocações com fragmentos a respeito da representação social do termo indutor; porém, o comportamento nos indica ser válida a aproximação das evocações à Lei de Zipf, e que em geral é aplicada a um texto.

Gráfico 5 - Distribuição de Zipf – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

Na sequência, voltamos aos dados na tentativa de reduzir ainda mais as formas diferentes de palavras e expressões. Para tal, excluímos artigos e preposições

observar (gráfico 5) uma pequena mudança de tendência (salto) de comportamento (esse salto será utilizado como referência em nossos estudos).

⁴⁵ O quadrado do coeficiente de correlação de Pearson (R^2) fornece um parâmetro entre a curva de tendência e os dados empíricos, sendo que a proximidade de 1 daria o melhor ajuste.

isolados, bem como as palavras que fossem extremamente similares. Fechamos essa etapa com 948 palavras e/ou expressões. Na sequência, optamos pela união de palavras, por exemplo, *senso crítico*, que foi contada inicialmente como duas palavras, e assim utilizando a união com o símbolo *underline* “_”, passou para “*senso_crítico*”. Contudo, nova tentativa foi utilizada para minimizar a presença de termos diferentes, mas que apresentassem significados similares dentro do contexto. Por fim, conseguimos uma redução para 345 palavras (léxicos) e/ou expressões de formas diferentes, e que foi utilizada como padrão durante todo nosso estudo (no Apêndice B é possível verificar as associações utilizadas entre as evocações originais e as ajustadas). É oportuno mencionar que na tentativa de minimizar efeitos de polissemia e confusão semântica entre as evocações dos respondentes, utilizamos duas estratégias com esse propósito, a saber: i) leitura das palavras ou evocações anteriores e posteriores às evocações, principalmente, as que remetessem à ambiguidade; ii) utilização das justificativas para as escolhas da primeira evocação. Acreditamos que essas estratégias associadas à leitura geral das evocações nos deram maior confiança na escolha do agrupamento para cada evocação.

É importante destacar que uma preocupação foi a busca pela redução de formas diferentes, mas que mantivesse proximidade com os dados brutos e o comportamento em acordo com a Lei de Zipf. Na tentativa de minimizar os efeitos da categorização semântica, optamos em utilizar as evocações com a menor interferência possível; contudo, algumas expressões foram unificadas quando apresentavam em sua essência o mesmo significado. Para exemplificar, podemos notas que o termo “aprendizagem” foi utilizado em substituição de palavras e/ou expressões que remetiam à ideia de “facilitar o processo de ensino e aprendizagem”. Embora tenham sido unificadas as terminologias recorrentes na literatura (apontada no capítulo I) quando se discute as APE, entendemos que nesse momento seria mais coerente manter separada as palavras **prática** (ligado à ideia de oposição da aula exclusivamente teórica), **experimentação** (processo ligado ao método científico) e **experimento/experiência** (no sentido de ensaio). Reiteramos que no Apêndice B é possível verificar todas as unificações e ajustamentos utilizados para as análises dos dados.

Por outro lado, para a obtenção da frequência mínima para a construção do Quadrante de Vergès foram levados em conta dois critérios apontados por Wachelke

e Wolter (2011, p. 524): “observação de um ‘salto’ na distribuição de Zipf; metade da frequência da forma com mais ocorrências no *corpus*...”. Nessa perspectiva e na busca pelo “salto” na distribuição de Zipf, optamos em realizar dois ajustes de reta para a distribuição de Zipf, com o gráfico linearizado. Dessa forma, buscamos o ponto de inflexão da curva, isto é, a mudança de comportamento das evocações. A reta 1 do gráfico 6 representa as evocações com maior frequência, portanto, entendemos ser mais representativa para o nosso estudo. Paralelamente, adotamos o critério de utilização da metade da frequência acumulada das evocações, como uma metodologia confirmatória para a determinação da frequência mínima.

Gráfico 6 - Distribuição de Zipf – Dados Tratados – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

A reta 1 do gráfico 6 possui coeficiente de correlação ($R^2=0,96$) e a reta 2 ($R^2=0,95$), logo, temos ajustes bem adequados às evocações tratadas. Por outro lado, o ponto de inflexão (3,494;2,884) foi obtido a partir do prolongamento das retas 1 e 2, trazendo assim $f = e^{2,884} = 18$ como frequência mínima, isto é, 49,6% da frequência acumulada das evocações.

Estabelecido a frequência mínima em $f_{\min}=18$, obtivemos 31 palavras e/ou expressões do universo de um total de 345, ou seja, usamos 2,4% das evocações brutas (1.295 formas diferentes) e 8,9% (345 formas diferentes) das evocações após o processo de lematização e respectivos ajustes, como destacado anteriormente. Já a Média Ponderada das Ordens Média de Evocação (MOME) foi 3,3 (MOME foi calculado utilizando o ordenamento original estabelecido pelos respondentes durante

a TALP). Cabe citar que a ordem de importância é outra técnica que poderia ser utilizada para o ordenamento, como destacamos em nossa revisão. Porém, nota-se que no escopo da pesquisa (questão 16, Apêndice A) era solicitado apenas que o respondente mencionasse a palavra e/ou expressão mais importante dentre as que evocou, e não um ordenamento completo, como se sugere na técnica supracitada. Em nossa proposta inicial chamamos essa técnica de Hierarquização de itens adaptada. Mesmo diante dessa limitação, realizamos ensaios com as palavras e/ou expressões elencadas pelos grupos de respondentes. Notamos a presença de poucas palavras com frequência significativa, em outras palavras, tivemos uma pulverização com frequência unitária, inviabilizamos, portanto, o processo de análise.

O pressuposto seguinte foi a definição do critério para a determinação da frequência de corte para composição dos Quadrantes de Vergès. A literatura traz tanto o uso da média da frequência (procedimento utilizado pelo próprio Vergès e sugerido pelo software IRAMUTEQ) quanto o uso da mediana sugerida por Wachelke e Wolter (2011). Para o nosso caso (Grupo Geral) encontramos 34,45 como média das frequências e 27 como mediana das frequências. O distanciamento das medidas de tendência central se deve ao fato das três palavras mais frequentes terem valores discrepantes das demais, deslocando para cima o valor da média. Portanto, buscando maior uniformização na distribuição e, consequentemente, nos Quadrantes de Vergès, optamos em utilizar a mediana como frequência (f_{mediana}) de corte para os quadrantes durante todo o estudo.

Cabe ainda ponderar que a união de todos os respondentes em um só grupo, apesar de trazer uma visão geral e compacta, destoa das demais análises relativas aos subgrupos, pois as características próprias dos grupos são ocultadas pelos cortes e parametrizações utilizados para a confecção do quadrante. Contudo, optamos em utilizar o Grupo Geral para descrever e exemplificar os caminhos metodológicos seguidos para apresentação e análise de todos os demais grupos e subgrupos desta tese.

No quadro 9 temos a apresentação do Quadrante de Vergès para a análise prototípica, e que permite um estudo mais apurado da saliência dos elementos da representação. Contabilizamos 16 termos entre o núcleo central e a 1ª periferia. É razoável pensar que a variabilidade de termos e expressões, com forte influência na

representação, esteja ligada à heterogeneidade do Grupo Geral; portanto, além da separação de grupos e subgrupos, outras estratégias de aglutinação de termos e expressões (serão discutidas mais adiante) foram utilizadas a fim de trazer maior consistência aos elementos centrais da representação.

Quadro 9 - Quadrante de Vergès – Grupo Geral (N=444).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 27$ OME $\leq 3,3$			$f \geq 27$ OME $> 3,3$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	137	2,7	motivação	85	3,5
visualização	54	2,7	confirmação da teoria	48	3,6
prática	47	2,9	trabalho em grupo	40	4,3
demonstração	38	2,8	investigação	36	3,4
interessante	37	2,6	interação	35	3,4
aplicação	37	3,0	medida	32	3,7
importante	35	1,5	relatório	32	4,6
observação	28	3,2			
experimento	27	2,6			
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 27$ OME $\leq 3,3$			$f < 27$ OME $> 3,3$		
	f	OME		f	OME
articular teoria e prática	26	3,1	erro	25	4,5
laboratório	23	2,8	analisar	24	4,5
			conhecimento	24	3,6
			curiosidade	24	4,0
			manipulação	21	4,1
			método científico	21	4,6
			complementação	20	3,5
			experimentação	20	3,5
			dificuldade	20	4,3
			lúdico	18	3,4
			roteiro	18	4,2
			participação	18	4,3
			uso de tecnologia	18	4,3

$f_{\min} = 18$; (representa 49,6% da freq. acumulada); 31 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 27$; MOME = 3,3.

Fonte: autoria própria.

Como mencionado no capítulo III, outra possibilidade de apresentação dos dados é a confecção da Árvore Máxima de Similitude. Nesta temos os mesmos cortes da frequência estabelecidos para o Quadrante de Vergès. Percebe-se na figura 14 a presença de comunidades com termos que supostamente tenham maior afinidade entre as evocações. Além disso, é possível visualizar aspectos da saliência dos vértices mais frequentes (tamanho do círculo), bem como a conexidade entre os

vértices (termos), isto é, o número de co-ocorrência, e que é ilustrado pelas arestas existentes entres os termos. Observa-se também a valoração dessas ligações, representando a intensidade da co-ocorrência. Nesse contexto, é possível reorganizar ou confirmar os elementos do núcleo central, apontados pelo Quadrante de Vergès. Para tal, utiliza-se a conexidade obtida com a contagem do número de arestas e a respectiva somatória da co-ocorrência para os termos mais relevantes, técnicas apontadas nos trabalhos de Vogel (2016) e Pereira (2016).

Figura 14 - Árvore Máxima de Similitude – Grupo Geral.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ⁴⁶ 0.7 alpha 2.

Com vista a ampliar nossa análise, propomos, além das estratégias supracitadas, articular com alguns indicadores provenientes do estudo das Redes

⁴⁶ Todos as Árvore Máxima de Similitude, abordadas nesse estudo, foram confeccionadas com formatação Kamada Kawai e comunidade [leading-eigenvector.community](https://github.com/leading-eigenvector/community).

Complexas⁴⁷. Estes trazem informações da conexidade, permitindo, portanto, a ordenação dos termos de maior importância dentro da rede. Como apresentado na seção Teoria dos Grafos do capítulo III, diversos indicadores podem ser usados para o estudo das Redes Complexas, contudo, entendemos que alguns apresentam maior aderência aos estudos das RS. Além disso, as relações entre esses indicadores devem ser investigadas dentro do escopo da pesquisa a fim de se validar possíveis comparações, evitando, portanto, redundâncias ou distorções. Nesse sentido, os indicadores de intermediação e proximidade foram descartados para nossa análise, pois carecem de mais estudos para a identificação de sua paridade e/ou função no estudo das RS. Todavia, a Centralidade de Grau (mede-se a somatória da co-ocorrência) e Centralidade Eigenvector (mede-se a interação dos elementos centrais com os seus vizinhos próximos), ao que parece, apresentam similaridades entre as estratégias utilizadas no estudo das RS, para tratamento da conexidade entre os elementos. Além disso, o indicador Simmelian Ties (indica o número de arestas de cada termo) foi incorporado em nossa análise preliminar devido a sua equivalência direta no estudo da conexidade em representação social, fortalecendo, portanto, sua inserção como indicador para os estudos das RS.

Diante do exposto, produzimos três gráficos (7, 8 e 9) a partir dos dados dos 31 elementos⁴⁸ do Grupo Geral, a fim de averiguar a linearidade entre os indicadores e, assim, estabelecer elementos de comparação. Inicialmente podemos observar que o gráfico 7 (Simmelian Ties versus Centralidade Eigenvector) apresenta baixa correlação ($R^2 = 0,46$). Isto quer dizer que a comparação entre os termos pode ser prejudicada; no entanto, em ensaios com a rede completa (345 termos) essa correlação passou para ($R^2 = 0,71$), pois os termos mais periféricos asseguram a linearidade da curva. No gráfico 8 encontramos alta correlação ($R^2 = 0,95$) entre a Centralidade de Grau e Centralidade Eigenvector, elegendo como indicadores

⁴⁷ Cabe esclarecer que as redes foram confeccionadas a partir da mesma base de dados utilizada para as análises prototípica e similitude. Entretanto, a matriz de adjacência (base para a construção das redes e determinação de indicadores) foi construída assumindo que cada palavra é um vetor na tabela de dados (palavra x respondente), e o produto escalar de dois vetores (palavras) foi utilizado como medida de similitude. A fim de não comprometer preliminarmente nossas análises, foram descartadas as palavras em duplicidades por respondentes (mantendo apenas a de maior importância para o respondente), transformando a tabela de dados em binária, e, conseqüentemente, tornando idênticas as matrizes de co-ocorrência e adjacência.

⁴⁸ É oportuno destacar que a redução de 345 para 31 termos (49,6% da frequência acumulada) pode gerar alguma alteração nos indicadores de rede, porém, mesmo diante desse fato, optamos em manter a paridade metodológica utilizada nos estudos de representação social.

possíveis de comparação. Por fim, o gráfico 9 confirma a baixa correlação ($R^2 = 0,46$) do indicador Simmelian Ties com a Centralidade de Grau, no entanto, utilizando os 345 termos passamos para ($R^2 = 0,92$), evidenciando o mesmo papel dos termos mais periféricos.

Gráfico 7 – Simmelian Ties versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 8 – Centralidade de Grau versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 9 – Simmelian Ties versus Centralidade de Grau – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

A fim de confirmar se poderíamos utilizar os indicadores em nosso estudo, relacionamos a posição ocupada pelos elementos em função dos valores normalizados dos indicadores. Percebem-se nos gráficos 10 e 11 que há um comportamento similar, haja vista que esses indicadores apresentaram forte correlação entre si. No entanto, o gráfico 12, que relaciona a posição dos elementos e o indicador Simmelian Ties (normalizado), apresentou padrão diferente dos anteriores. Com o intuito de aperfeiçoarmos nossa análise, utilizamos o coeficiente de correlação de Spearman⁴⁹ para comparar a posição (ranking) ocupada pelas palavras, e que foram obtidas pelos indicadores de Centralidade Eigenvector, Centralidade de Grau, Simmelian Ties, Frequência, Ordem Média de Evocação (OME), Árvore Máxima de Similitude (AMS) e posição no Diagrama de Vergès (Vergès). Cabe lembrar que a Frequência e OME são obtidas diretamente do Quadrante de Vergès (vide quadro 9), AMS é obtido a partir da contagem diretamente na Árvore Máxima de Similitude (vide figura 14) com sua ordenação a partir da somatória de co-ocorrência. Todavia, Vergès, por não se tratar de um indicador, foi ordenado usando a posição ocupada no

⁴⁹ O coeficiente de correlação de Spearman ou ρ (rô) de Spearman é mais adequado para o estudo de variáveis que não apresentam distribuição normal (geralmente dados ordenados não apresentam distribuição normal), não tenham dimensão superior a 30 pontos (nossos grupos apresentaram aproximadamente 30 palavras com o corte de 50% da frequência acumulada e/ou Distribuição de Zipf) e dispensa a obrigatoriedade de tendência linear. Nesse contexto, torna-se mais sugestivo sua adoção para estudos baseados em ordenamento (ranking). A determinação de ρ é dada por: $\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)}$, onde, para o nosso estudo, n é o total de palavras e/ou expressões (31) e d_i é a diferença da posição (ranking) da palavra/expressão entre dois indicadores analisados.

Quadrante de Vergès, na seguinte sequência: Núcleo Central, 1ª Periferia, Zona de Contraste e 2ª Periferia, além de respeitar o próprio ordenamento de cada palavra ou expressão do respectivo quadrante, isto é, ordenamento por frequência maior e OME menor, como é possível observar no quadro 9.

Tabela 5 - Matriz de Correlação – Grupo Geral

	AMS	Frequência	OME	Vergès	Eigenvector	Grau	Simmelian
AMS	--	0,844	0,343	0,766	0,832	0,794	0,740
Frequência		--	0,537	0,932	0,927	0,897	0,846
OME			--	0,717	0,359	0,310	0,271
Vergès				--	0,807	0,798	0,732
Eigenvector					--	0,886	0,817
Grau						--	0,949
Simmelian							--

Fonte: autoria própria.

Nota-se, na tabela 5, correlação bastante favorável entre os indicadores; porém, é importante frisar que apenas a OME tem valores discriminantes, indicando baixa correlação entre os demais indicadores, com exceção à posição no Quadrante de Vergès, logo, não sendo indicado sua utilização de forma desarticulada da frequência. Nesse sentido, para os demais indicadores, parece ser bastante plausível sua adoção e comparação das posições entre os elementos. Cabe acrescentar que em estudo análogo realizado com os grupos e subgrupos desta tese, obtivemos resultados similares ao Grupo Geral.

Os gráficos 10, 11 e 12 permitiram visualizar a existência de um padrão de declínio para os primeiros elementos e queda menos acentuada para os demais elementos. Isso nos fez supor que talvez haja entre 5 e 6 elementos centrais, pois, apresentam indicadores mais intensos, comparados com o restante da rede. Também nos valem de técnica análoga utilizada na determinação de corte na Distribuição de Zipf, isto é, determinamos, quando possível, a região de corte a partir da intersecção de duas retas ajustadas aos pontos dos gráficos 10 e 11. Cabe ponderar que os gráficos da Posição versus Simmelian Ties, para todos os grupos estudados, apresentaram muitos pontos com valores iguais, graças à natureza da medida (número de ligações entre as palavras). Isto dificultou a determinação do ponto de corte a partir de ajustes de reta ou mesmo visualmente, como nos demais indicadores.

Todavia, uma estratégia adotada foi buscar a uniformidade numérica de palavras entre os indicadores, bem como a região que por ventura pudesse ter apresentado o 2º salto mais intenso (vide gráfico 12). Outra preocupação foi se assegurar de que os indicadores não são redundantes entre si ou mesmo com outras análises propostas no estudo das RS, evitando, portanto, a utilização da contagem de arestas e a somatória da co-ocorrência a partir da Árvore Máxima de Similitude, passando, portanto, essas análises para os indicadores Centralidade de Grau e Simmelian Ties. Face a esses resultados, resolvemos concentrar nossas análises com os indicadores de Simmelian Ties, Centralidade de Grau e Eigenvector. Vale ainda ponderar que o indicador Simmelian Ties se baseia na totalização do número de arestas ou links (normalizado) de cada termo, isto é, ampliando bastante a contagem direta que encontramos na Árvore Máxima de Similitude, já que esta não tem ligação fechada, temos, portanto, a supressão de laços mais tênues, como foi discutido no capítulo III.

Gráfico 10 – Posição versus Centralidade Eigenvector – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

De posse da definição dos indicadores de rede complexa, da análise prototípica e da análise de similitude, fechamos as técnicas que serão utilizadas para o mapeamento dos elementos centrais das evocações coletadas. Outrossim, faremos uso, quando apropriado, das justificativas dadas pelos respondentes sobre o termo que julgaram de maior importância, dentre os evocados. Vale mencionar que não faremos, para o Grupo Geral, um estudo pormenorizado dos elementos centrais, pois,

como já argumentado, entendemos não se tratar de um grupo social homogêneo, portanto, tornar-se-ia irrelevante a nosso ver essa análise.

Gráfico 11 – Posição versus Centralidade de Grau – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 12 – Posição versus Simmelian Ties – Grupo Geral.

Fonte: autoria própria.

A consolidação dos elementos centrais é apresentada no quadro 10. Os elementos grafados em negrito (aparecem pelo menos três vezes no quadro comparativo) apresentam, a nosso ver, maior probabilidade de composição do núcleo central. Todavia, não se descarta a possibilidade de outros elementos se integrarem ao núcleo. Vale citar que o termo “motivação” não estava *a priori* no núcleo central, conforme a análise prototípica, porém é legítimo afirmar que sua presença em outros indicadores traz confiabilidade em sua inserção, além disso, sua alta frequência corrobora com essa condição. Ainda cabe lembrar que a inserção dos elementos mais importantes, a partir da análise de similitude, traz, além da objetividade com o número de laços e sua valoração, aspectos subjetivos ligados ao posicionamento do elemento na árvore e a formação estratégica de ramificações. Dessa forma, buscamos aspectos mais amplos na análise de similitude e, ao mesmo tempo, mitigamos a redundância com os indicadores de Centralidade de Grau e Simmelian Ties, como já foi antecipado. Por fim, a confrontação com as justificativas dadas pelos respondentes, bem como as discussões sobre os elementos centrais e eventual impacto sobre as condutas ou previsões dos grupos sobre o objeto social não foram utilizadas para o Grupo Geral, no entanto, reiteramos que estas análises serão feitas para os demais grupos e subgrupos analisados no decorrer deste capítulo.

Quadro 10 - Quadro Comparativo – Centralidade – Grupo Geral.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
visualização	prática	motivação	motivação
prática	trabalho em grupo	visualização	visualização
demonstração	motivação	prática	confirmação da teoria
interessante	visualização	confirmação da teoria	prática
aplicação		trabalho em grupo	trabalho em grupo
importante			
observação			
experimento			

Fonte: autoria própria.

5.2. Análise do grupo - Professor Universitário

Pautado nas estratégias citadas anteriormente, iniciamos nossas análises pelo grupo Professor Universitário – PU, com 119 respondentes. Neste grupo temos representantes de diversas instituições, como descrito no capítulo IV; no entanto, cabe ressaltar que, além de serem professores de Física de instituições de ensino superior também foram autores do XX SNEF, fato este, a nosso ver, pode corroborar com a homogeneização do grupo social.

Inicialmente plotamos o gráfico 13 da distribuição de Zipf linearizada, com as evocações do grupo – PU. Traçando duas retas que melhor se ajustassem aos dados. Constata-se que a reta 1 possui coeficiente de correlação $R^2=0,94$ e a reta 2, coeficiente de correlação $R^2=0,94$, portanto, temos ajustes bem adequados à distribuição linearizada. O ponto de inflexão (3,165; 2,096) trouxe a frequência mínima $f_{min} = e^{2,096} = 8$, com 48,53% da frequência acumulada das evocações, com 29 palavras ou expressões. A mediana tem valor 10 e a MOME foi calculada, via IRAMUTEQ, com valor 3,8.

Gráfico 13 - Distribuição de Zipf – PU.

Fonte: autoria própria.

De posse dessas informações, pudemos realizar a análise prototípica com o Quadrante de Vergès (quadro 11). Verifica-se, portanto, a presença de 12 termos ou expressões no núcleo central. Talvez tenhamos aí a presença de subgrupos consolidados. Como destaque, nota-se a presença da palavra “aprendizagem”, trazendo a ideia de uma estratégia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo, temos a palavra “motivação” como possível estratégia

diversificadora para as aulas de Física. Vale a pena mencionar a presença, no NC do Quadrante de Vergès, dos termos “medida” e “observação”, remetendo ao método científico. Percebe-se também a presença no NC da expressão “confirmação da teoria”, denotando um papel confirmatório da teoria, comumente tratado nos métodos tradicionais de uso do laboratório didático, como apontado por Pinho Alves (2000b) e mencionado em nossa revisão da literatura. Os termos “investigação”, “interação”, “contextualização” e a expressão “aprendizagem significativa” apontam para um repertório que evidencia um predomínio de abordagem investigativa das APE.

Quadro 11 – Quadrante de Vergès – PU (N=119).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 10$ OME $\leq 3,8$			$f \geq 10$ OME $> 3,8$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	28	2,6	analisar	13	4,3
motivação	28	3,5	trabalho em grupo	13	4,5
investigação	19	3,8	prática	11	3,9
medida	18	3,4	uso de tecnologia	10	4,8
interação	14	3,4	roteiro	10	4,8
demonstração	13	3,8	modelagem	10	5,2
observação	13	3,0	erro	10	5,4
experimentação	12	3,8			
contextualização	11	3,6			
confirmação da teoria	10	3,1			
aprendizagem significativa	10	3,2			
articular teoria e prática	10	3,7			
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 10$ OME $\leq 3,8$			$f < 10$ OME $> 3,8$		
	f	OME		f	OME
importante	9	1,6	procedimento	9	4,1
visualização	9	3,7	criatividade	9	4,6
laboratório	8	3,4	dados	9	5,1
			manipulação	8	3,9
			hipótese	8	4,1
			modelo	8	4,6
			relatório	8	6,1

$f_{\min} = 8$; (representa 48,53 % da freq. acumulada); 29 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 10$; MOME = 3,8.

Fonte: autoria própria.

Além do exposto e dando continuidade em nossa análise, a Árvore Máxima de Similitude (figura 15) traz 5 agrupamentos (região A) que reafirmam a forte ligação entre o método científico e os termos, por exemplo: “medida”, “observação”, “analisar” e “investigação”. Além disso, ressaltam estratégias didáticas amplamente utilizadas

nos laboratórios tradicionais, como “roteiro” e “relatório”. Por outro lado, temos na região B a presença de termos ligados ao aprendizado, com a palavra “aprendizagem” e sua eventual efetivação. Nota-se uma preocupação com estratégias didáticas, como “interação” e “trabalho_em_grupo”. Portanto, temos a presença de duas “forças” atuando nas RS do grupo PU. Por um lado, temos a consolidação das APE para o desenvolvimento de habilidades ligadas ao contexto da Ciência, em contrapartida, temos as APE presentes como um elemento integrador e corresponsável pelo ensino de Física.

Figura 15 - Árvore Máxima de Similitude – PU.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Todavia, era de se esperar que a análise prototípica, de todos os professores universitários, poderia trazer evidências da presença de subgrupos entre os participantes. Nesse contexto, e com vista a articular as possíveis diferenças entre as RS, faremos o desdobramento em dois subgrupos: professores universitários com pós-graduação em ensino/educação (PU_PGE) e professores universitários com pós-graduação em áreas técnicas (PU_PGAT).

Partindo para os indicadores de redes complexas, temos, nos gráficos 14 e 15, claramente uma ruptura no padrão entre a 1ª e 2ª palavra, além disso, temos outras rupturas mais suaves. Para nossa consolidação adotamos a 2ª ruptura como ponto de corte para a construção do quadro 12. Dessa forma, temos a presença das palavras “aprendizagem”, “motivação” e as demais palavras que trazem a ideia do “método científico”. Era de se esperar que os cursos universitários apresentassem o método científico de uma forma sistemática, porém, as APE, para esse grupo, afastam-se da ideia de estratégia motivadora ou facilitadora para as aulas de Física, em outras palavras, elas assumem um papel de desenvolvedor de habilidades científicas. A intensidade dos termos “medida”, “experimentação”, “observação”, “analisar” e “erro”, constatada entre os indicadores, traz indícios da consolidação do uso das APE como elemento autônomo e dissociável dos cursos teóricos de Física.

Gráfico 14 – Posição versus Centralidade Eigenvector - PU.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 15 - Posição versus Centralidade de Grau - PU

Fonte: autoria própria.

Gráfico 16 – Posição versus Simmelian Ties - PU.

Fonte: autoria própria.

A consolidação dos termos de maior importância entre as metodologias utilizadas em nosso estudo está disposta no quadro 12. Como discutido anteriormente, entendemos que os termos ou expressões que possivelmente congregam o núcleo das RS são os que são mais frequentes entre as metodologias adotadas. Notamos, na consolidação que temos para as RS sobre as APE para o ensino de Física um apreço sobre o aspecto cognitivo-motivacional, ao mesmo tempo, há uma valorização contundente no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao

método científico. Portanto, constata-se uma coerência com a literatura, como destaca Krasilchik (2000, p. 88, grifos nossos), que para um modelo de ensino técnico-científico “o trabalho em laboratório é motivador da aprendizagem, levando ao desenvolvimento de habilidades técnicas e principalmente auxiliando a fixação [facilitando a aprendizagem], o conhecimento sobre os fenômenos e fatos.”

O termo “investigação” claramente pode remeter ao ensino investigativo; contudo, não se pode negar que se trata de uma clichê amplamente utilizado pelos professores, e que pode ratificar elementos do ensino tradicional, especialmente, o ensino por redescoberta, como foi apontada na justificativa da evocação da palavra “investigação” pelo respondente ID 444, professor universitário com mestrado e doutorado em Física da Matéria Condensada e que leciona há 18 anos nas cadeiras de Física Básica (teoria/prática) e Instrumentação para o Ensino, a saber: “investigação como recurso para o estudante construir modelos a partir de dados experimentais.” Cabe ainda mencionar que as evocações originalmente elencadas pelo ID 444 foram: “medidas”, “erros”, “empírico”, “teoria”, “demonstração” e “investigação”, reafirmando a ideia do valor no desenvolvimento das habilidades de medida e a confirmação da teoria a partir da ideia de “ver na prática”. Apesar do ID 444 destacar que possui boa infraestrutura em sua Instituição, sua frequência de uso do laboratório é anual com práticas que objetivam a reprodução de experimentos mais sofisticados.

Quadro 12 - Quadro Comparativo – Centralidade – PU.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	medida	medida	medida
motivação	analisar	aprendizagem	experimentação
investigação	experimentação	motivação	observação
medida	motivação	experimentação	investigação
interação	prática	observação	aprendizagem
demonstração	aprendizagem	investigação	erro
observação	investigação		motivação
experimentação	dados		
contextualização			
confirmação da teoria			
aprendizagem significativa			
articular teoria e prática			

Fonte: autoria própria.

5.2.1. Análise dos subgrupos de PU

Com o objetivo de apurarmos nossa análise, realizamos a divisão do grupo PU em dois subgrupos: professores universitários com pós-graduação em ensino/educação (PU_PGE) e professores universitários com pós-graduação em áreas técnicas (PU_PGAT), como já havíamos antecipado. Da mesma forma que os grupos analisados anteriormente, construímos a distribuição de Zipf para os subgrupos de PU (gráficos 17 e 18). Percebe-se que há excelente correlação entre as retas ajustadas e os trechos da Distribuição de Zipf. Todavia, no gráfico 18, temos uma ruptura mais suave, em contrapartida, no gráfico 17 temos uma ruptura mais incisiva, apesar do número de respondentes ser menor.

Fonte: autoria própria.

De posse das frequências mínimas, pudemos construir os Quadrantes de Vergès para os subgrupos. Nota-se que há uma similaridade com o grupo PU, contudo, o subgrupo PU_PGAT apresenta maior valor aos aspectos técnicos voltados às habilidades do método científico. Outrossim, chama a atenção a presença da expressão “confirmação da teoria”, que revela o caráter complementar das APE, como foi destacado por Pinho Alves (2000b). Um típico exemplo, ligado à aplicabilidade do experimento à teoria tratada em sala de aula, são as evocações originais do professor de ID 592: “confirma a teoria, traz sentido empírico à teoria, ajuda a visualizar, traz concretude à abstração teórica, faz com que os estudantes pratiquem, desenvolve habilidades ferramentais, aluno não gosta de fazer relatório.” O respondente acrescenta ainda: “Ressalto ainda que: quando os alunos realizam experimentos eles gostam, mas no momento em que se deve realizar algum exercício, ou relatório eles

reclamam; atrapalha as aulas teóricas de conteúdo.” O respondente possui mestrado em ensino de Ciências e atua como professor universitário de disciplina de Física Clássica, tanto teoria quanto prática. Percebe-se a valorização do aspecto teórico em detrimento ao prático, inclusive pelos próprios alunos. A experimentação tem a função de salvaguardar a teoria e permitir que os alunos aprendam determinadas habilidades, que muitas vezes os próprios professores consideram irrelevantes.

Apesar dos professores do subgrupo PU_PGE apresentarem também elementos do método científico em suas evocações, aparentemente valorizam as APE como estratégia cognitiva-motivacional. Também surgem em suas evocações as palavras e/ou expressões, como: “lúdico”, “trabalho em grupo” e “contextualização”, apontando uma preocupação pedagógica. Elementos tecnológicos parecem não estar fortemente ligados às APE para os subgrupos. Por outro lado, temos, mesmo que na 2ª periferia, a presença da expressão a “baixo custo” somente no quadro 14. É legítimo afirmar que as proposições com materiais a baixo custo sejam frequentes entre o grupo de professores do subgrupo PU_PGE, possivelmente visando munir seus alunos com proposições que possam ser inseridas na escola básica.

Quadro 13 - Quadrante de Vergès – PU_PGAT (N=44).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 6$ OME $\leq 4,1$			$f \geq 6$ OME $> 4,1$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	8	3,4	analisar	10	4,6
confirmação da teoria	7	4,0	prática	6	4,2
observação	7	2,7	dados	6	4,2
experimentação	7	3,1	modelagem	6	4,3
medida	7	3,6	roteiro	6	4,8
motivação	6	3,7	erro	6	6,2
			gráfico	6	7,0
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 6$ OME $\leq 4,1$			$f < 6$ OME $> 4,1$		
	f	OME		f	OME
importante	5	2,0	uso da tecnologia	5	5,0
demonstração	5	3,4	modelo	4	4,5
laboratório	4	2,0	trabalho em grupo	4	5,2
aprendizagem significativa	4	2,8	procedimento	4	5,5
visualização	4	3,0	conclusão	4	6,5
contextualização	4	3,5			

$f_{\min} = 4$; (representa 50,55 % da freq. acumulada); 24 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 6$; MOME = 4,1.

Fonte: autoria própria.

Indo mais além, na Árvore Máxima de Similitude do subgrupo PU_PGE da figura 17 temos a presença de agrupamentos ligados aos fatores cognitivo-motivacional, diferentemente da Árvore Máxima de Similitude do subgrupo PU_PGAT, figura 16, a qual apresenta apenas um agrupamento com essa atribuição. Outro aspecto relevante encontrado na figura 17 é a associação dos termos “lúdico” e “baixo custo” ao agrupamento de “aprendizagem”. Isso nos faz imaginar que para esses professores a adoção de estratégias que fogem ao laboratório tradicional estão ligadas diretamente a um processo facilitador da aprendizagem.

Quadro 14 - Quadrante de Vergès – PU_PGE (N=75).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 6$ OME $\leq 3,6$			$f \geq 6$ OME $> 3,6$		
	f	OME		f	OME
motivação	22	3,5	trabalho em grupo	9	4,1
aprendizagem	20	2,2	demonstração	8	4,0
investigação	16	3,5	contextualização	7	3,7
interação	11	3,4	lúdico	7	3,9
medida	11	3,4	hipótese	6	4,8
articular teoria e prática	7	3,3	criatividade	6	4,8
manipulação	6	2,8	desafio	6	4,5
observação	6	3,3			
aprendizagem significativa	6	3,3			
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 6$ OME $\leq 3,6$			$f < 6$ OME $> 3,6$		
	f	OME		f	OME
interessante	5	1,4	visualização	5	4,2
aplicação	5	2,8	baixo custo	5	4,4
procedimento	5	3,0	uso da tecnologia	5	4,6
construir conhecimento	5	3,2	experimentação	5	4,6
dificuldade	5	3,4	curiosidade	5	5,2
prática	5	3,6	relatório	5	5,2
			discussão	5	6,0

$f_{\min} = 5$; (representa 48,73 % da freq. acumulada); 29 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 6$; MOME = 3,6.
Fonte: autoria própria.

Utilizando a saliência (Quadrante de Vergès) e análise de conexidade (Centralidade de Grau, Centralidade Eigenvector e Simmelian Ties), a partir dos gráficos 19, 20 e 21, com a busca de rupturas, estratégia já delineada em grupos anteriores, apresentamos no quadro de consolidação (quadro 15) os possíveis elementos do NC para o subgrupo PU_PGAT. É razoável crer que os elementos grafados em negrito tenham maior probabilidade de composição do NC. Dessa forma,

temos referência ao método científico e habilidades adjacentes, bem como a confirmação da teoria.

Figura 16 - Árvore Máxima de Similitude – PU_PGAT.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Na consolidação do subgrupo PU_PGE (quadro 16) temos a presença dos termos “aprendizagem” e “motivação”, indicando uma preocupação com o aspecto cognitivo-motivacional dos alunos. Todavia, temos a presença dos termos ligados ao método científico, como “medida” e “investigação”. Não obstante, temos a presença da expressão “trabalho em grupo”, remetendo a um trabalho colaborativo durante o uso das APE. A palavra “interação” traz a ideia de ruptura com a passividade. Em

justificativa pela escolha da palavra interação, como a mais importante de suas evocações, o professor universitário (ID 485), com mestrado em ensino de Ciência, destaca que “em aulas experimentais percebo uma maior interação entre os alunos e também na relação com o professor.”

Figura 17 - Árvore Máxima de Similitude – PU_PGE.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Constatam-se diferenças significativas nas RS dos subgrupos, fatalmente isso impacta na condução das aulas e proposições experimentais. Nota-se, entre o subgrupo PU_PGAT, uma maior valorização do conteúdo. Nesse cenário, Thomaz (2000, p. 367) destaca que “[...] também em nível universitário, a perspectiva sobre o papel dos trabalhos da experimentação no ensino da Física é majoritariamente centrada nos conteúdos e não no indivíduo.” A região A, destacada na figura 16, mostra a pequena importância dada ao aspecto cognitivo-motivacional pelo subgrupo PU_PGAT. Em contrapartida, nota-se na figura 17, região A, uma maior valorização e articulação entre os termos que denotam elementos ligados ao aspecto cognitivo-motivacional. Cabe salientar que ambos os subgrupos são responsáveis pela

formação do futuro professor de Física. Portanto, é razoável que este [futuro professor] incorpore elementos em suas RS oriundos de cada subgrupo de PU a depender do tempo de exposição durante o curso universitário e/ou a própria identificação com o subgrupo.

Gráfico 19 – Posição versus Centralidade Eigenvector – PU_PGAT.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 20 – Posição versus Centralidade de Grau – PU_PGAT.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 21 – Posição versus Simmelian Ties – PU_PGAT.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 22 – Posição versus Centralidade Eigenvector – PU_PGE.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 23 – Posição versus Centralidade de Grau – PU_PGE.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 24 – Posição versus Simmelian Ties – PU_PGE.

Fonte: autoria própria.

Por fim, vale a pena observar que a palavra “dificuldade”, apesar de estar na Zona de Contraste do Quadrante de Vergès (quadro 14), subgrupo PU_PGE, não foi encontrada no Quadrante de Vergès do subgrupo PU_PGAT (quadro 13). Isso pode

indicar a fragilidade estruturante das IES, especialmente, quando destinadas aos cursos de licenciatura.

Quadro 15 - Quadro Comparativo – Centralidade – PU_PGAT.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	analisar	analisar	analisar
confirmação da teoria	gráfico	gráfico	gráfico
observação	confirmação da teoria	medida	medida
experimentação	experimentação	confirmação da teoria	observação
medida	roteiro	erro	confirmação da teoria
motivação	aprendizagem	experimentação	erro
	prática	observação	
	erro		
	medida		

Fonte: autoria própria.

Quadro 16 - Quadro comparativo – Centralidade – PU_PGE.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
motivação	motivação	motivação	motivação
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
investigação	interação	investigação	interação
interação	investigação	interação	investigação
medida	medida	medida	trabalho em grupo
articular teoria e prática	trabalho em grupo	trabalho em grupo	medida
manipulação	manipulação		
observação			
aprendizagem significativa			

Fonte: autoria própria.

5.3. Análise do grupo - Professor Escola Básica

Passamos agora à análise do grupo PEB. Para tal, utilizamos as mesmas estratégias metodológicas propostas e discutidas nos grupos Geral e PU. À vista disso, inicialmente apresentamos o gráfico 25 com a distribuição de Zipf para o grupo PEB, com 85 respondentes. Vale destacar que as duas retas possuem coeficiente de correlação $R^2=0,94$, indicando excelente ajuste, porém, nota-se que o ponto de

inflexão (2,892;1,487) apresentou suave ruptura, dificultando bastante sua escolha. No entanto, a partir da escolha do ponto de inflexão, determinamos a frequência mínima $f = e^{1,487} = 4$, com 50,34% da frequência acumulada de evocação, a mediana com valor de 5 evocações e a MOME com valor de 3,5.

Gráfico 25 - Distribuição de Zipf – PEB.

Fonte: autoria própria.

Quadro 17 - Quadrante de Vergès – PEB (N=85).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 5$ OME $\leq 3,5$			$f \geq 5$ OME $> 3,5$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	26	2,3	motivação	27	3,9
visualização	10	2,4	confirmação da teoria	12	4,2
interessante	8	3,4	trabalho em grupo	9	4,7
investigação	7	3,0	interação	8	3,6
importante	6	1,3	falta de tempo	6	4,2
aplicação	6	3,0	participação do aluno	6	5,5
articular teoria e prática	5	3,0	dificuldade	6	5,8
demonstração	5	3,4	material	5	3,6
trabalhoso	5	3,4	prática	5	3,6
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 5$ OME $\leq 3,5$			$f < 5$ OME $> 3,5$		
	f	OME		f	OME
vivenciar	4	2,2	alternativo	4	3,8
método científico	4	3,5	conhecimento	4	4,0
			atenção	4	4,2
			inovação	4	4,2
			falta de infraestrutura	4	4,5
			participação	4	5,0
			avaliação	4	5,5

$f_{\min} = 4$; (representa 50,34% da freq. acumulada); 27 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 5$; MOME = 3,5.

Fonte: autoria própria.

A confecção do Quadrante de Vergès (quadro 17) traz a confirmação do valor positivo dado pelo grupo PEB às APE. Além disso, temos a presença das palavras “interessante” e “importante”, denotando um caráter motivacional e fundamental para se facilitar o aprendizado. Novamente encontramos o termo “visualização”, trazendo um cenário confirmatório, e que pode estar associado aos termos e/ou expressão “demonstração”, “aplicação” e “articular teoria e prática”. O termo “trabalhoso” passa a ocupar o NC, trazendo indícios sobre as dificuldades que o professor da educação básica encontra para a implementação das APE. Além do exposto, percebe-se, na Árvore Máxima de Similitude (figura 18), a associação das expressões “falta de tempo” e “falta de infraestrutura”, indicando como obstáculo para a implementação dessa estratégia, apesar do reconhecimento da importância sob o aspecto motivacional.

Figura 18 - Árvore Máxima de Similitude – PEB.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Com vista a ampliar os resultados inferidos a partir da análise prototípica e de similitude, passamos a nos ater aos indicadores de rede. Nota-se a confirmação do aspecto cognitivo-motivacional, bem como o caráter complementar, evidenciado pela expressão “confirmação da teoria”. Outrossim, a palavra “visualização” tem forte intensidade para os três indicadores. Já a palavra “investigação” remete ao método científico, como apontado nas figuras 17 e 18. Todavia, é possível interpretá-la de forma diferenciada, como destaca o professor com ID 235, licenciado em Física, com 8 anos de docência em Física na rede estadual, em sua justificativa de escolha da palavra mais importante em suas evocações, a saber: “investigação favorece o protagonismo e, por conseguinte, o aprendizado”. Revelando, sobretudo, uma preocupação com o aprendizado, mas não descartando a importância da participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, podemos entender a presença da palavra “interação”, remetendo à ideia de que as APE possam potencializar uma ação proativa do aluno em sala de aula. Mesmo diante dessa possível ruptura com os modelos tradicionais, Krasilchik (2000, p. 89) adverte que

[...] é possível identificar as representações sociais que prevalecem entre professor e alunos. O docente é autoridade que não corre o risco de ser questionada, ou que se permita ouvir diferentes opiniões. Se, por um lado, esse papel autoritário é prejudicial, o outro extremo cada vez mais freqüente (“sic”) por força do refrão de que o “aluno constrói seu próprio conhecimento” leva o professor a abdicar da sua função de orientador do aprendizado. Nesses casos, o laboratório e as aulas práticas podem até ser divertidas mas não levam à formulação ou reformulação de conceitos.

Portanto, é preciso uma análise com cautela, observando as RS como um todo, evitando, assim, a associação direta dos termos com sua função na literatura. É legítimo que as expressões circulem entre os professores, no entanto, sua transformação em ação talvez seja fragilizada diante de RS mais consolidadas e mais adaptadas ao ensino tradicional. Nesse cenário, retomando Amaral (1997), mesmo o aluno manipulando as APE não se tem, necessariamente, uma mudança do modelo de ensino e o significado epistemológico.

A consolidação dos elementos centrais do quadro 18 traz uma paridade entre os elementos centrais do subgrupo PU_PGE (quadro 16), mostrando a consolidação das RS durante a formação acadêmica de PEB. Da mesma forma, temos a confirmação da literatura, na qual Gil-Pérez et al. (2001) comentam que a

experimentação apresenta um caráter de “salvador da prática”, entre os professores, deliberando, de forma indiscriminada, como uma estratégia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem e promotora de aspectos motivacionais.

Gráfico 26 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 27 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 28 - Posição versus Simmelian Ties – PEB.

Fonte: autoria própria.

Não obstante, faremos, nas seções seguintes, uma análise mais apurada de dois subgrupos de PEB, isto é, realizamos a divisão de PEB em professores da escola básica com pós-graduação em ensino/educação (PEB_PGE) e professores de escola básica com graduação somente ou com pós-graduação em áreas diversas (PEB_G), buscando, sobretudo, diferenças entre as RS.

Quadro 18 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	motivação	motivação	motivação
visualização	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
interessante	confirmação da teoria	visualização	visualização
investigação	investigação	confirmação da teoria	interação
importante	visualização	investigação	confirmação da teoria
aplicação		interação	
articular teoria e prática			
demonstração			
trabalhoso			

Fonte: autoria própria.

5.3.1. Análise dos subgrupos de PEB

Como o intuito de homogeneizarmos o grupo PEB e, por conseguinte, apurarmos diferenças nas RS entre subgrupos, procedemos a divisão do grupo PEB em dois subgrupos: professores de escola básica com pós-graduação em ensino/educação (PEB_PGE) e professores de escola básica com graduação somente ou com pós-graduação em áreas diversas (PEB_G). É razoável acreditar que os professores que compõem o subgrupo PEB_PGE possam apresentar maior paridade com o subgrupo PU_PGE, entre os elementos constituintes do NC de suas RS, pois, segundo ABRIC (1998), os mecanismos de ancoragem e objetivação são necessários, e demandam tempo para sedimentar uma nova representação, por outro lado, a incorporação de termos similares aos seus paradigmas ocorre de forma mais estável e segura, permitindo a adoção de novas práticas em virtude da modificação da representação.

Da mesma forma que os grupos analisados anteriormente, construímos a distribuição de Zipf para os subgrupos de PEB (gráficos 29 e 30). As retas 1 e 2 do gráfico 29 possuem excelentes coeficientes de correlação. O ponto de inflexão (2,735;1,235) trouxe a frequência mínima $f = e^{1,235} = 3$, com 56,34% da frequência acumulada das evocações. A mediana foi de 4 evocações e a MOME foi 3,6. No gráfico 30 encontramos o ponto de inflexão (4,341;-0,444), com frequência mínima $f = e^{-0,444} = 1$, colocando, portanto, 100% da frequência acumulada de evocação. A mediana foi de uma evocação e a MOME foi 3,7. Nota-se que a reta 1 tem um ajuste muito bom com a totalidade dos dados, indicando a falta de ruptura na distribuição de Zipf, desta forma, acarretando 106 evocações diferentes no Quadrante de Vergès. Além disso, teríamos incoerência com o pressuposto de uso de 50% da frequência acumulada das evocações. Presume-se, portanto, que o baixo número de respondentes (N=28) possa ter impactado no comportamento descrito. Diante desse cenário, optamos em utilizar a frequência mínima 2, indicando, portanto, 47,37% da frequência acumulada de evocação. Wachelke, Wolter e Matos (2016) também nos alertam sobre possíveis discrepâncias que possam ocorrer durante a identificação dos elementos do núcleo central, com a técnica de análise prototípica, a partir de amostras inferiores a 100 indivíduos.

É oportuno assinalar que utilizamos, para os subgrupos de PEB, a frequência média como frequência de corte na confecção dos Quadrantes de Vergès, pois para os dois subgrupos as frequências mínimas coincidiram com os respectivos valores das medianas. Destacamos ainda que para valores fracionados da frequência média utilizamos o arredondamento para o inteiro maior mais próximo.

Fonte: autoria própria.

Nota-se, no Quadrante de Vergès de PEB_G (quadro 19), a presença do caráter cognitivo-motivacional. Também é ratificado o caráter comprovatório atribuído às APE. Na justificativa de escolha da evocação mais importante, o professor com ID 466, licenciado em Física, docente há 4 anos pela rede estadual, fez a seguinte ponderação: “visualização da teoria, pois mostra ao aluno as possibilidades de uso do conteúdo no seu cotidiano”. Percebe-se uma visão utilitarista da Física, e que também pode ser confirmada pela presença da palavra “aplicação” no NC do Quadrante de Vergès (quadro 19). Do mesmo modo temos o ID 442, licenciado em Física, atua como professor de Física na rede estadual há 1 ano, destaca que não possui infraestrutura adequada em sua instituição, porém, faz uso bimestralmente das APE com material de baixo custo. Ratifica, em sua justificativa, o caráter cognitivo-motivacional atribuído às APE, a saber:

Torna a teoria mais visível, torna a teoria mais fácil de ser entendida, é divertido fazer experimentos, é atrativo para os alunos, permite que os alunos sejam mais ativos durante a aula, possibilita maior fixação da teoria trabalhada, faz com que o professor saia da sua zona de conforto. (ID 442)

Quadro 19 - Quadrante de Vergès – PEB_G (N=57).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 4$ OME $\leq 3,6$			$f \geq 4$ OME $> 3,6$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	20	2,2	motivação	17	3,9
visualização	7	2,7	confirmação da teoria	8	4,4
interessante	6	2,8	interação	5	3,8
aplicação	6	3,3	alternativo	4	3,8
importante	4	1,5	dificuldade	4	4,8
			trabalho em grupo	4	3,8
			falta de tempo	4	4,2
			atenção	4	4,2
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 4$ OME $\leq 3,6$			$f < 4$ OME $> 3,6$		
	f	OME		f	OME
vivenciar	3	2,0	material	3	4,3
investigação	3	2,3	método científico	3	4,3
inovação	3	3,3	diversidade	3	4,3
			descoberta	3	4,7
			falta de infraestrutura	3	4,7
			falta de formação profissional	3	5,0
			avaliação	3	5,0
			demonstração	3	5,0
			participação do aluno	3	5,3
			falta de compromisso	3	5,3
			participação	3	6,0

$f_{\min} = 3$; (representa 56,34% da freq. acumulada); 27 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 4$; MOME = 3,6.

Fonte: autoria própria.

Por outro lado, no Quadrante de Vergès do subgrupo PEB_PGE, percebe-se, além dos termos supracitados, a palavra “investigação” entre os elementos do NC. Indo mais além, na análise de similitude (figuras 19 e 20) permite observar configurações com nuances distintos, contudo, conserva-se paridade com o grupo PEB. Vale a pena destacar que a palavra “interação” tem forte ligação com a palavra “motivação”, diferentemente do grupo PU e subgrupos que mantinham ligação com “aprendizagem”. Uma possibilidade de entendimento pode estar na própria proposição da atividade. É legítimo afirmar que para os cursos superiores as APE estão ligadas ao desenvolvimento de habilidade e/ou aprendizado de conceitos de Física, enquanto que para a educação básica as APE carregam um aspecto alternativo às metodologias didáticas consolidadas, por exemplo a resolução de exercícios. Nesse contexto, temos a justificativa das evocações dada pelo professor de ID 260, docente há 4 anos na rede estadual, com licenciatura em Física e com mestrado em ensino de Física, relata

que faz uso quinzenalmente das APE com materiais de baixo custo, destaca suas evocações e respectivas justificativas, a saber:

Esclarecimento: julgo ser importante a atividade prática para melhor compreensão de conceitos. Comprovação: é possível através das atividades práticas comprovar conceitos. Interatividade: é possível tornar a aula mais interativa. Diversidade: proporcionar uma aula diferente, fugindo do padrão giz e lousa. Alternativo: possibilita ao aluno entender o conceito por um outro viés além da resolução de exercícios. Desmistificação: a maioria dos alunos desconhecem certos fenômenos físicos. Formação do conhecimento científico: uma das formas de apresentar para o aluno o conhecimento científico. (ID 260, grifos nossos)

Quadro 20 - Quadrante de Vergès – PEB_PGE (N=28).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 4$ OME $\leq 3,7$			$f \geq 4$ OME $> 3,7$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	6	2,7	motivação	10	3,8
investigação	4	3,5	trabalho em grupo	5	5,4
			confirmação da teoria	4	4,0
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 4$ OME $\leq 3,7$			$f < 4$ OME $> 3,7$		
	f	OME		f	OME
visualização	3	1,7	prática	3	4,0
aprendizagem significativa	3	3,0	articular teoria e prática	3	4,3
interação	3	3,3	participação dos alunos	3	5,7
trabalhoso	3	2,7	segurança	2	4,0
importante	2	1,0	falta de tempo	2	4,0
demonstração	2	1,0	conhecimento	2	4,5
material	2	2,5	analisar	2	4,5
planejamento	2	3,5	habilidade científica	2	4,5
			interessante	2	5,0
			conceito	2	5,0
			dificuldade	2	8,0

$f_{\min} = 2$; (representa 47,37% da freq. acumulada); 24 palavras; ($f_{\text{mediana}} = 4$; MOME = 3,7.

Fonte: autoria própria.

Ainda, para o subgrupo PEB_G, evidencia-se maior preocupação com fatores organizacionais e estruturais, além da formação insuficiente como foi destacado em nossa revisão da literatura por Borges (2002); Galiazzi et al. (2001); Heidemann (2011) dentre outros. Nota-se na região A da figura 19 a presença de elementos apontando as dificuldades encontradas pelo professor, como “falta de tempo”, “falta de infraestrutura” e “falta formação profissional”, elementos não revelados pela figura

20 do subgrupo PEB_PGE. Talvez, tenhamos aqui o apontamento dos anseios do grupo PEB_G na forma de utilização das APE para o ensino, em outras palavras, talvez haja a preocupação em utilizar as atividades com proposições tradicionais de uso do laboratório, evidenciando aspectos relacionados ao desenvolvimento de habilidade técnico-científica, portanto, exigindo infraestrutura material e pessoal para sua utilização.

Nesse contexto, temos algumas justificativas, em relação ao termo de maior importância, e que destaca alguns obstáculos para a implementação das APE na educação básica. O professor com ID 544, licenciado em Física, atua há 20 anos como professor de Física na rede privada de ensino. Apesar de reconhecer a utilidade e a importância das APE para o ensino, faz uso semestralmente dessa modalidade; porém, atribui a baixa frequência de uso à carga horária imposta pelos sistemas educacionais e ausência de laboratório em sua unidade escolar. Por outro lado, o professor com ID 471, licenciado em Física e professor de Física da rede estadual há 9 anos, destaca que um obstáculo para a utilização das APE em seu curso é a fragilidade de sua formação universitária, com poucas aulas práticas.

Um aspecto importante, e mais evidenciado no subgrupo PEB_PGE, é o envolvimento do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Essa valoração é apresentada na figura 20, no entanto, pode ser constatada sua maior adesão a partir dos indicadores de rede (gráficos 34, 35 e 36). Além de que, podemos atinar pela justificativa dada pelas evocações do professor com ID 572, com licenciatura em Física e mestrado em ensino de Física, com 9 anos de docência em Física na rede estadual, destaca que possui laboratório limitado em sua instituição. Todavia, realiza as APE com material de baixo custo com periodicidade bimestral, a saber:

Dentre as expressões, destaco o papel ativo do aluno. Embora isso não necessariamente aconteça em atividades práticas experimentais, acredito que tais atividades possibilitem tal fato. Desse modo, o professor poderá desenvolver suas aulas oportunizando mais o protagonismo do aluno diante do conhecimento, o qual poderá assumir um papel mais ativo durante as situações de ensino e aprendizagem. (ID 572)

Apesar do professor (ID 572) sinalizar que as APE podem corroborar com o rompimento da passividade dos alunos, ainda assim reconhece que as APE não garantem seu envolvimento, especialmente, quando as proposições são

apresentadas na forma de *cookbook*, nas quais o aluno tem o papel de verificar o que muitas vezes já conhece. Vale a pena ainda citar a justificativa de escolha das evocações do professor de ID 496, com licenciatura em Física, docente de Física da rede estadual há 1 ano, relata que faz uso das APE com periodicidade mensal, utilizando atividades investigativas e simuladores, a saber:

Acredito que a experimentação feita através de um viés de investigação e/ou problematização, possa trazer grandes frutos para a aula, mostrando uma maior facilidade dos alunos para entender os conteúdos, pois partem da visualização que chama a atenção, mostrando a beleza da funcionalidade da física, ou mostrando a falha natural do cientista quando não consegue fazer o experimento funcionar. Porém, há uma grande dificuldade de se levar a experimentação para a sala de aula nesta modalidade, talvez por falta de preparação de docentes para tal, o que faz com que muitos deles levem experimento apenas para uma comprovação de teoria. (ID 496, grifos nossos)

Constata-se, na justificativa do professor (ID 496), uma reflexão mais apurada sobre o uso das APE para o ensino de Física. Apesar da conservação do aspecto cognitivo-motivacional atribuído às APE, estes derivam de proposições mais elaboradas e com caráter investigativo. É preciso reconhecer que os cursos de licenciatura têm exercido um papel importante para essa reflexão, não somente para o uso das APE, mas de forma mais ampla sobre as estratégias de ensino. Outrossim, é preciso admitir que os cursos de pós-graduação em ensino/educação contribuem de forma expressiva na formação do docente. Fato este notado com a presença no NC de elementos que denotam maior participação do aluno no processo de ensino, como podemos observar nos quadros 21 e 22. A expressão “confirmação da teoria” é um bom exemplo, como apontada pelo do professor (ID 496), ilustrando de forma precisa uma mudança de postura frente ao objeto social.

Contudo, é preciso analisar com parcimônia, uma vez que os elementos não se modificaram totalmente, houve a inserção de elementos oriundos da formação, mas que, tudo indica, tem uma aderência aos elementos antigos da representação, e, inclusive, a manutenção do caráter cognitivo-motivacional. Portanto, não temos como garantir que os professores do subgrupo PEB_PGE tenham de fato uma atuação frente ao objeto social diferente ao subgrupo PEB_G; porém, a inserção de elementos novos aponta uma tendência. Sob outra perspectiva, e de forma mais cética, Hodson (1994) nos alerta, como já destacado em nossa revisão, que os professores não

realizam, durante as APE, aquilo que carrega em seu discurso, mantendo-se de forma contundente nas estratégias verificadoras.

Figura 19 - Árvore Máxima de Similitude – PEB_G.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Vale lembrar que, da mesma forma que realizamos nossa análise com os demais grupos, confeccionamos, para os subgrupos de PEB, os gráficos de 31 a 36 com o propósito de encontrar os elementos mais significativos entre os indicadores de Centralidade de Grau, Eigenvector e Simmelian Ties. Nota-se que o padrão com rupturas se mantém, evidenciando os elementos de maior importância na rede. A consolidação é apresentada nos quadros 21 e 22.

A consolidação apresentada nos quadros 21 e 22 nos traz uma paridade entre os subgrupos, como discutido para análise prototípica e de similitude. No entanto, o subgrupo PEB_PGE confirma sua similaridade com o subgrupo PU_PGE. Além das ponderações destacadas anteriormente, vale mencionar ainda a presença da

expressão “aprendizagem significativa”, trazendo a ideia de que as APE podem corroborar efetivamente com o aprendizado.

Figura 20 - Árvore Máxima de Similitude – PEB_PGE.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Da mesma forma que as demais análises, os indicadores mostraram uma tendência de inserção de elementos novos no jargão dos professores. Evidentemente não é garantia de mudança em sua ação profissional, como já havíamos antecipado, mas é uma tendência. Presume-se que a formação continuada possa suavemente ancorar novos elementos sem uma ruptura na representação, isto é, elementos mais consolidados mantêm a coesão da representação impedindo a formação de uma nova representação sobre o objeto social; portanto, dificultando uma postura diferenciada diante das proposições convencionais das APE. É de se esperar que novas estratégias tenham resistências acentuada para sua inserção. A alteração de modelos

tradicionais de uso das APE para abordagens que visem o desenvolvimento de habilidades reflexivas e autorais demandam rupturas com padrões consolidados por professores (quadros 21 e 22), trazendo, portanto, um desconforto àqueles que desejam inovar.

Gráfico 31 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB_G.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 32 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB_G.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 33 - Posição versus Simmelian Ties – PEB_G.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 34 - Posição versus Centralidade Eigenvector – PEB_PGE.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 35 - Posição versus Centralidade de Grau – PEB_PGE.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 36 - Posição versus Simmelian Ties – PEB_PGE.

Fonte: autoria própria.

Quadro 21 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB_G.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	motivação	motivação	motivação
visualização	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
interessante	confirmação da teoria	visualização	visualização
aplicação	interessante	confirmação da teoria	confirmação da teoria
importante	difficuldade	interessante	interessante

Fonte: autoria própria.

Quadro 22 - Quadro Comparativo – Centralidade – PEB_PGE.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	motivação	motivação	motivação
investigação	trabalho em grupo	trabalho em grupo	trabalho em grupo
	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
	investigação	investigação	investigação
	participação do aluno planejamento	participação do aluno interação	interação
	interação	aprendizagem significativa	aprendizagem significativa
	aprendizagem significativa	planejamento	

Fonte: autoria própria.

5.4. Análise do grupo – Aluno Instituição A

Primeiramente cabe destacar que, de forma análoga aos professores universitários e de escola básica, realizamos as análises prototípica, similitude e indicadores de redes complexas para o grupo unificado de alunos das duas instituições. Porém, entendemos que as peculiaridades das instituições e cursos tornaram as análises e conclusões inócuas para o grupo geral de alunos. Outro ponto que comprometeu a unificação foi o número baixo de respondentes da Instituição A (N=48) em comparação ao total de alunos (N=240), representando apenas 20% do

grupo geral. Por fim, vale a pena mencionar que realizamos as análises para os alunos em Estágio Inicial e Final de curso para ambas as instituições, no entanto, julgamos os resultados pouco reveladores, logo, foram omitidos de nossa análise.

Agora, dando início ao estudo do grupo de alunos INST_A, iniciamos com a confecção da Distribuição de Zipf (gráfico 37) e encontramos os coeficientes de correlação para a reta 1 com valor de $R^2=0,93$ e da reta 2 com valor de $R^2=0,90$. O ponto de inflexão $(2,913; 1,395)$ trouxe a frequência mínima $f = e^{1,395} = 5$, colocando 53,24% da frequência de evocação. A mediana foi de 6 evocações e a MOME foi 3,3.

Gráfico 37 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_A.

Fonte: autoria própria.

Observa-se que o Quadrante de Vergès (quadro 23) apresenta 16 palavras, mostrando que para esse grupo social há uma variedade menor de termos para o objeto social, em comparação com os grupos anteriormente analisados. Temos a presença no NC e na 1ª Periferia das palavras/expressões que ratificam o caráter cognitivo-motivacional.

Indo mais além, a Árvore Máxima de Similitude (figura 21) nos permite inferir que o grupo social em análise atribui às APE como uma estratégia de comprovação da teoria, com a expressão “confirmação da teoria”. Já a palavra “aplicação” traz a ideia de uma utilização prática dos conceitos estudados nos cursos teóricos de Física. Podemos exemplificar essa conotação utilitarista com a justificativa dada pelo respondente de ID 651, estudante de áreas técnicas, em estágio final de curso, a saber: “[...] aplicação da teoria na vida para comprovar se de fato acontece o que foi estudado, mostrando utilidade.”

A palavra “visualização” também carrega a ideia de complementação dada às APE. Nesse contexto, temos a justificativa do respondente de ID 640, estudante de áreas técnicas, em estágio final de curso, a saber: “visualização é importante, pois algumas vezes é complicado criar modelos teóricos. É necessário a comparação com a teoria. Importância devido a seu complemento. Contribui para o aprendizado coletivo.” A justificativa ratifica o caráter de acessório atribuído às APE, destacado em nossa revisão com o trabalho de Pinho Alves (2000b).

Outro termo que vale a pena destacar é “relatório”, bastante comum como estratégia de avaliação, no ensino superior. Apesar de sua importância ser pequena no Quadrante de Vergès, com os indicadores de rede, apresentado nos gráficos 38, 39 e 40, nota-se uma maior valorização, inclusive, passando a compor o quadro comparativo (quadro 24), sendo um sério candidato a ocupar o NC. De forma análoga temos a expressão “método científico”, isto é, apesar de estar na 1ª periferia do quadrante de Vergès, tem valor expressivo nos indicadores de rede, portanto, tem potencial de ocupação do NC.

Nota-se que os alunos da INST_A não atribuem à palavra “motivação” (vide região A da figura 21) a mesma importância observada para as análises dos grupos e subgrupos de professores. Presume-se que as metodologias tradicionais de uso das APE, tão consolidadas nos cursos universitários, podem gerar esse desapontamento.

Quadro 23 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_A (N=48).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 6$ OME $\leq 3,3$			$f \geq 6$ OME $> 3,3$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	17	3,1	confirmação da teoria	9	4,4
aplicação	15	3,1	motivação	7	3,4
visualização	9	1,8	trabalho em grupo	7	4,1
equipamento	6	2,2	método científico	7	5,1
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 6$ OME $\leq 3,3$			$f < 6$ OME $> 3,3$		
	f	OME		f	OME
prática	5	2,6	observação	5	3,4
demonstração	5	2,6	medida	5	3,6
laboratório	5	3,0	erro	5	4,4
curiosidade	5	3,2	relatório	5	5,4

$f_{\min} = 5$; (representa 53,24% da freq. acumulada); 16 palavras; ; ($f_{\text{mediana}} = 6$; MOME = 3,3.

Fonte: autoria própria.

A consolidação apresentada no quadro 24 traz os elementos com maior potencial para ocuparem o NC, apontando que o grupo social, alunos da Instituição A, tem paridade com o resultado encontrado para o subgrupo de professores universitário PU_PGAT, isto é, supostamente as APE têm a função de ilustrar a teoria, desenvolver habilidade científica e facilitar a fixação de conceitos. Era de se esperar que tivéssemos essa paridade, pois apenas 5 respondentes do grupo se declararam como alunos de licenciatura em Física. Cabe mencionar que não realizamos o desmembramento do grupo de licenciando, devido à falta de quórum, mas em uma análise mais individualizada das evocações, percebemos a incorporação das palavras/expressões, como: “investigação”, “interação”, “alfabetização científica”, além de uma preocupação com o aluno.

Figura 21 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_A.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Gráfico 38 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_A.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 39 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_A.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 40 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_A.

Fonte: autoria própria.

Quadro 24 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_A.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
aplicação	aplicação	aplicação	aplicação
visualização	trabalho em grupo	trabalho em grupo	trabalho em grupo
equipamento	confirmação da teoria	confirmação da teoria	confirmação da teoria
	relatório	visualização	visualização
	método científico	relatório	relatório
	equipamento	método científico	método científico
		equipamento	

Fonte: autoria própria.

5.5. Análise dos grupos e subgrupo – Aluno Instituição B

Levando em consideração que a Instituição B contém 192 respondentes, diferentemente da Instituição A que foi tratada de forma unificada, optamos em subdividir em dois grupos: alunos de graduação das áreas técnicas (INST_B_AT) e alunos de graduação em licenciatura (INST_B_L), mas também um subgrupo de alunos de graduação em licenciatura em Física (INST_B_L_Fis), buscando os

nuances dos grupos sociais e suas características próprias em relação ao objeto social.

Iniciando com os alunos das áreas técnicas, temos a reta 1, do gráfico 41, com coeficiente de correlação $R^2=0,96$ e a reta 2 com coeficiente de correlação $R^2=0,87$, apresentando excelentes ajustes aos dados. O ponto de inflexão (2,884;1,930) trouxe a frequência mínima $f = e^{1,930} = 7$, colocando 50,47% da frequência de evocação. A mediana foi de 9 evocações e a MOME foi 2,9.

Nota-se no NC do Quadrante de Vergès (quadro 25) a presença do termo “aprendizagem”, ligado à facilidade de aprendizagem. Reitera-se também o aspecto complementar com as palavras “confirmação da teoria”, “visualização” e “demonstração”. Há um apelo positivo das APE com as palavras “importante” e “interessante”. Cabe ainda citar a presença na 1ª periferia das palavras “motivação”, ratificando o apelo motivacional, e a palavra “relatório”, também encontrada no grupo INST_A.

Na figura 22 temos a Árvore Máxima de Similitude, sendo possível observar a presença de 3 comunidades, destacamos inicialmente a consolidação dos aspectos ligados às habilidades técnico-científicas, vide região A da figura 22. Outro ponto de destaque é o enfraquecimento do termo “motivação”, também observado no grupo INST_A. Presume-se novamente que a intensidade dada a esse aspecto é muito diferente da apontada pelos professores de nossa amostra.

Gráfico 41 - Distribuição de Zipf – Aluno INST_B_AT.

Fonte: autoria própria.

Quadro 25 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_AT (N=136).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 9$ OME $\leq 2,9$			$f \geq 9$ OME $> 2,9$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	50	2,7	motivação	16	3,4
prática	23	2,5	relatório	14	4,1
visualização	21	2,8	experimento	13	3,2
interessante	19	2,4	aplicação	9	3,0
confirmação da teoria	16	2,8	conhecimento	9	3,4
importante	14	1,7			
demonstração	9	1,9			
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 9$ OME $\leq 2,9$			$f < 9$ OME $> 2,9$		
	f	OME		f	OME
prático	7	2,7	erro	8	3,6
			lúdico	8	3,6
			trabalho em grupo	8	3,8
			matemática	8	4,5
			interação	7	3,1
			didático	7	3,3
			curiosidade	7	3,4
			medida	7	4,0

$f_{\min} = 7$; (representa 50,47% da freq. acumulada); 21 palavras; ; ($f_{\text{mediana}} = 9$; MOME = 2,9.

Fonte: autoria própria.

Da mesma forma que no grupo INST_A, a expressão “confirmação da teoria” foi apontada pelos alunos do grupo INST_B_AT como uma das mais importante. Para exemplificar, destacamos a justificativa do respondente de ID 57, em estágio inicial de curso, a saber: “[...] comprovação da teoria com a prática, pois a constatação da realidade contra o que sempre foi uma verdade absoluta é para mim o principal motivo de uma aula experimental.” Da natureza igual, temos o aluno com ID 50, em estágio final de curso, e que destaca a palavra comprovação como a mais importante, a saber: “[...] acredito que a mente jovem está sempre solicitando respostas e as atividades práticas certamente podem complementar as ideias e conteúdos teóricos.” Observando os depoimentos dos alunos e retomando Pinho Alves (2000b), as APE mantêm seu caráter confirmatório, apresentando situações adaptadas de uma suposta realidade, e que consolida seu aspecto complementar à teoria.

Além das expressões que associam claramente a ideia do laboratório como um instrumento complementar ao aprendizado da teoria, temos o destaque da palavra “relatório”. Na justificativa dada pelo respondente de ID 2, em fase final de curso, ele

reconhece que as APE são importantes, porém, adverte que: “[...] às vezes a maior preocupação é a estrutura do relatório do que o fenômeno observado.” A associação da palavra “relatório” à palavra “aprendizagem”, na análise de similitude, figura 22, permite inferir que o modelo de curso é centrado na coleta e análise de dado, mas com foco na confecção do relatório como instrumento de avaliação da aprendizagem.

Figura 22 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_AT.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Finalmente, observando os indicadores de centralidade e a consolidação do quadro comparativo (quadro 26), nota-se uma valorização à confirmação da teoria a partir das palavras “visualização” e “prática”, ao mesmo tempo, temos o favorecimento

do aspecto cognitivo-motivacional, com as palavras “aprendizagem”, “interessante” e “motivação”.

Gráfico 42 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_AT.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 43 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_AT.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 44 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_AT.

Fonte: autoria própria.

Quadro 26 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_AT.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
prática	prática	visualização	visualização
visualização	interessante	prática	prática
interessante	visualização	interessante	interessante
confirmação da teoria	confirmação da teoria	motivação	motivação
importante	experimento	confirmação da teoria	confirmação da teoria
demonstração	motivação	relatório	importante
	relatório	importante	relatório
	aplicação	experimento	
	erro		

Fonte: autoria própria.

Continuando nossa análise com a Instituição B, passamos para o grupo de alunos de Licenciatura⁵⁰ e o subgrupo com alunos exclusivamente de licenciatura em Física. Como metodologia inicial, plotamos a distribuição de Zipf para ambos os

⁵⁰ Cabe mencionar que este grupo contém alunos de licenciatura em Química, Ciências Biológicas, Matemática e Física.

subgrupos. Nota-se que as retas do gráfico 45 apresentam boa adequação aos pontos, no entanto, o ajuste não é tão adequado para o gráfico 46. Presume-se que o baixo número de respondentes ($N=25$) seja responsável por tal efeito. Para o gráfico 45, o ponto de inflexão $(2,570; 1,244)$ trouxe a frequência mínima $f = e^{1,244} = 3$, colocando 49,76% da frequência de evocação. A mediana foi de 4 evocações e a MOME foi 3,0. Para o gráfico 46, o ponto de inflexão $(2,515; 0,901)$ trouxe a frequência mínima $f = e^{0,901} = 2$, colocando 56,70% da frequência de evocação. A mediana foi de 3 evocações e a MOME foi 3,4.

Fonte: autoria própria.

O Quadrante de Vergès do grupo INST_B_L (quadro 27) aponta para o caráter facilitador da aprendizagem. Além disso, reitera o caráter complementar com as expressões “demonstração” e “complementação”. A presença no NC das palavras “concreto” e “realidade” ratifica o caráter confirmatório delegado às APE. Em conformidade com essa alegação, nota-se na análise de similitude (figura 23) a associação desses termos com a expressão “complementação”. A figura 23 também aponta o distanciamento da palavra “motivação”. Nesse contexto, vale citar o depoimento do aluno com ID 5, em estágio inicial de licenciatura em Ciências Biológicas, apesar de reconhecer que o uso das APE possa facilitar a aprendizagem de Física, alerta que “[...] nem sempre é possível entender a teoria com as atividades

experimentais.” Talvez tenhamos nesse depoimento evidências de que as APE são desarticuladas dos cursos teóricos e com propósito pouco evidente para os alunos.

Outro ponto de destaque foi apresentado pelo ID 38, aluno em estágio inicial da licenciatura em Química, a saber: “[...] os experimentos nos fornecem dados importantes para a composição do relatório.” Aparentemente, para esse grupo social, temos uma preocupação secundária para com o relatório, como é possível notar pela análise de similitude (figura 23), diferentemente do observado nos grupos INST_B_AT e INST_A.

No Quadrante de Vergès do subgrupo INST_B_L_Fis (quadro 28), temos novamente a presença no NC da palavra “aprendizagem”. Ao mesmo tempo, encontramos a ideia da confirmação da teoria com a palavra “prática” e a caráter complementar sendo confirmado com a palavra “complementação”. Podemos exemplificar a conotação atribuída à palavra “prática” com a justificativa dada pelo respondente com ID 66, aluno em estágio inicial do curso de licenciatura em Física, o qual aponta que “[...] é nas aulas experimentais que podemos aplicar e praticar os conhecimentos teóricos passados anteriormente, fazendo com que o entendimento da matéria seja maior e mais proveitoso.”

Quadro 27 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_L (N=56).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 4$ OME $\leq 3,0$			$f \geq 4$ OME $> 3,0$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	16	2,8	visualização	5	3,2
motivação	7	3,0	investigação	5	3,6
demonstração	6	1,5	interação	4	3,2
concreto	6	2,5	curiosidade	4	3,8
realidade	4	1,8	conhecimento	4	4,2
complementação	4	2,0	cotidiano	4	5,2
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 4$ OME $\leq 3,0$			$f < 4$ OME $> 3,0$		
	f	OME		f	OME
laboratório	3	1,7	manipulação	3	3,7
experimento	3	2,0	habilidade	3	4,0
articular teoria e prática	3	2,0	observação	3	4,7
prática	3	2,3	trabalho em grupo	3	4,7
relatório	3	2,7	reflexão	3	5,0
atenção	3	3,0			

$f_{\min} = 3$; (representa 49,76% da freq. acumulada); 23 palavras; ; ($f_{\text{mediana}} = 4$; MOME = 3,0.

Fonte: autoria própria.

Quadro 28 - Quadrante de Vergès – Aluno INST_B_L_Fis (N=25).

Núcleo Central			1ª Periferia		
$f \geq 3$ OME $\leq 3,4$			$f \geq 3$ OME $> 3,4$		
	f	OME		f	OME
aprendizagem	9	2,4	conhecimento	4	4,2
prática	3	2,3	reflexão	3	5,0
complementação	3	1,0	investigação	3	4,3
motivação	3	3,3	trabalho em grupo	3	4,7
interação	3	3,3	visualização	3	3,7
			manipulação	3	3,7
Zona de Contraste			2ª Periferia		
$f < 3$ MOME $\leq 3,4$			$f < 3$ OME $> 3,4$		
	f	OME		f	OME
demonstração	2	1,5	prazeroso	2	3,5
uso de tecnologia	2	2,0	construir conhecimento	2	4,0
articular teoria e prática	2	2,5	atenção	2	4,0
participação	2	3,0	observação	2	4,0
habilidade	2	3,0	aula diversificada	2	5,0
			participação do aluno	2	5,0
			criatividade	2	5,5
			curiosidade	2	5,5

$f_{\min} = 3$; (representa 49,76% da freq. acumulada); 24 palavras; ; ($f_{\text{mediana}} = 3$; MOME = 3,4.

Fonte: autoria própria.

Além do mais, temos no quadro 28 a presença da palavra “interação” no NC e na 1ª periferia as palavras “conhecimento”, “reflexão”, “investigação” e “manipulação”, que apontam para um caráter mais participativo do aluno; porém, é preciso analisar com parcimônia, pois o número de respondente é baixo, permitindo que as expressões com baixa frequência poderiam compor o núcleo central e/ou a 1ª periferia, isto é, trazendo ruído à análise. Levando em consideração a análise de similitude da figura 24, nota-se que o termo “interação” se conecta com os elementos que sugerem maior participação do aluno durante o uso das APE, e que pode ser exemplificada pela justificativa do respondente de ID 401, aluno em estágio final do curso de licenciatura em Física, o qual destaca que “[...] a participação do aluno durante a investigação com as atividades práticas é fundamental no processo ensino.”

Vale mencionar que a palavra “motivação” perde sua intensidade, mesmo diante de futuros professores de Física. Indicado que os alunos têm apreço bastante diferente que os professores sobre as APE, como elemento motivacional para o ensino de Física. Podemos inclusive refletir se a valorização do professor é fidedigna ou simplesmente um clichê que vem sendo usado como uma estratégia mágica que

possa resolver os problemas do ensino da Física. Evidentemente sabemos que os dados não permitem a confirmação desta hipótese, mas, sem dúvida, há consonância com Gil-Pérez et al. (2001), o qual aponta que a baixa frequência de uso das APE pelos professores pode ser a causa da valorização positiva dessa estratégia de ensino.

Figura 23 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_L.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Figura 24 - Árvore Máxima de Similitude – Aluno INST_B_L_Fis.

Fonte: gráfico produzido via IRAMUTEQ 0.7 alpha 2.

Com o intuito de buscar os elementos que integrem o NC, confeccionamos os gráficos 47 a 52 com os indicadores de Centralidade de Grau e Eigenvector e Simmelian Ties. Para o grupo INST_B_L, constata-se uma expressiva valorização para o termo “aprendizagem”. Por outro lado, observa-se no subgrupo INST_B_L_Fis o fortalecimento do termo “conhecimento”. É preciso observar que apesar do termo “conhecimento” não ser mais frequente, tem-se uma excelente articulação entre os

demais agrupamentos (figura 24), tornando-o um forte candidato ao NC para o subgrupo INST_B_L_Fis.

Gráfico 47 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_L.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 48 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_L.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 49 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_L.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 50 - Posição versus Centralidade Eigenvector – Aluno INST_B_L_Fis.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 51 - Posição versus Centralidade de Grau – Aluno INST_B_L_Fis.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 52 - Posição versus Simmelian Ties – Aluno INST_B_L_Fis.

Fonte: autoria própria.

É possível observar no quadro comparativo do subgrupo INST_B_L_Fis (quadro 30) a incorporação de elementos discriminantes dos demais grupos e subgrupos, como as palavras “conhecimento” e “reflexão”. Na sequência se observa a presença do termo “interação”, como elemento também valorizado pelos licenciandos⁵¹ em Física, bem como o termo “investigação” como elemento que agrega uma possível visão de ensino, e que ressalta a importância do aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, oportunizando uma ação mais reflexiva sobre o objeto de estudo. Corroborando com nossa afirmação, temos no trabalho de Miranda, Rezende e Lisbôa (2015), em análise ao objeto social - “sobre ser Professor de Química” -, de licenciandos em Química, a incorporação de novos termos, ao longo do curso de licenciatura, e, em especial, o abandono da visão da centralidade do professor durante o processo de ensino e aprendizagem. Todavia, é preciso cautela na análise do subgrupo INST_B_L_Fis, pois são indicações de elementos destoantes de todos os grupos analisados. Talvez essa inserção de termos esteja ligada ao baixo número de respondente, como já havíamos apontado. Ainda assim, encontramos nas RS do subgrupo INST_B_L_Fis os termos “investigação” e “interação”, como elementos valorizados para esse grupo social.

Quadro 29 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_L.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem
motivação	investigação	motivação	motivação
demonstração	interação	investigação	curiosidade
concreto	manipulação	interação	investigação
realidade	motivação	conhecimento	interação
complementação	conhecimento	curiosidade	
	curiosidade		
	reflexão		

Fonte: autoria própria.

Nesse cenário, presume-se que haja uma paridade entre as RS dos alunos de licenciatura da Instituição B, inclusive licenciatura em Física, e os subgrupos PU_PGE e PEB_PGE. Cabe destacar que voltaremos nessa discussão na seção seguinte

⁵¹ Para esse subgrupo temos 6 alunos em estágio inicial e 19 alunos em estágio final do curso de licenciatura em Física da Instituição B.

utilizando análise estatística de ordenação hierárquica, buscando o nível de similaridade entre os grupos e subgrupos analisados.

Quadro 30 - Quadro Comparativo – Centralidade – Aluno INST_B_L_Fis.

Saliência	Conexidade		
Quadrante de Vergès	Redes Complexas		
Núcleo Central	Simmelian Ties (Σ arestas)	Centralidade de Grau (Σ co-ocorrência)	Centralidade Eigenvector
aprendizagem	aprendizagem	aprendizagem	conhecimento
prática	conhecimento	conhecimento	aprendizagem
complementação	interação	prática	prática
motivação	reflexão	interação	interação
interação	manipulação	reflexão	habilidade
	prática	manipulação	manipulação
	investigação	investigação	reflexão
	curiosidade	curiosidade	investigação
	visualização		construir conhecimento

Fonte: autoria própria.

5.6. Análise complementar e consolidação

Reservamos esta seção para algumas análises complementares, bem como a consolidação e o estabelecimento de relações entre as questões 5, 13, 17 e 18, contidas no questionário (Apêndice A). Nesse contexto, uma primeira análise que julgamos providencial foi a consolidação das palavras/expressões atribuídas aos grupos e subgrupos destacadas em negrito nos quadros comparativos. Os grupos e subgrupos escolhidos estão na tabela de contingência (tabela 6). Nota-se que há adoção do valor 1 quando a palavra/expressão pertence ao NC e valor 0 representando a sua ausência, em acordo com os critérios de escolha e mencionados nas respectivas seções. Segundo Frei (2006), para esse tipo de variável binária, a condição de semelhança se dá pela presença do termo entre os grupos analisados, por outro lado, a ausência conjunta é desconsiderada. Essa assimetria, segundo o autor, traz peculiaridade na análise, indicando a adoção de coeficientes de similaridade específicos, como o coeficiente de similaridade de Jaccard⁵².

⁵² O coeficiente de Similaridade de Jaccard é dado por $IJ = a/(a+b+c)$, onde (a) indica, para o nosso caso, o número de palavras/expressões comuns aos grupos/subgrupos, ao mesmo tempo, (b) indica o número de palavras/expressões exclusivas em um dos grupos/subgrupos e (c) indica o número de

Tabela 6 - Tabela de Contingência

PALAVRAS/EXPRESSÕES	PU_PGAT	PU_PGE	PEB_G	PEB_PGE	INST_A	INST_B_AT	INST_B_L	INST_B_L_Fis
aprendizagem	0	1	1	1	1	1	1	1
motivação	0	1	1	1	0	1	1	0
confirmação da teoria	1	0	1	0	1	1	0	0
investigação	0	1	0	1	0	0	1	1
interação	0	1	0	1	0	0	1	1
visualização	0	0	1	0	1	1	0	0
interessante	0	0	1	0	0	1	0	0
medida	1	1	0	0	0	0	0	0
prática	0	0	0	0	0	1	0	1
trabalho em grupo	0	1	0	1	1	0	0	0
experimentação	1	0	0	0	0	0	0	0
observação	1	0	0	0	0	0	0	0
relatório	0	0	0	0	1	1	0	0
analisar	1	0	0	0	0	0	0	0
aplicação	0	0	0	0	1	0	0	0
aprendizagem significativa	0	0	0	1	0	0	0	0
conhecimento	0	0	0	0	0	0	0	1
curiosidade	0	0	0	0	0	0	1	0
equipamento	0	0	0	0	1	0	0	0
erro	1	0	0	0	0	0	0	0
importante	0	0	0	0	0	1	0	0
gráfico	1	0	0	0	0	0	0	0
manipulação	0	0	0	0	0	0	0	1
método científico	0	0	0	0	1	0	0	0
reflexão	0	0	0	0	0	0	0	1

Fonte: autoria própria.

A aplicação do coeficiente de similaridade de Jaccard sobre os dados da tabela 6 nos permitiu a organização de uma matriz de similitude entre os grupos/subgrupos (tabela 7). A partir desta, partimos para o método hierárquico aglomerativo, para tal,

palavras/expressões exclusivas ao outro grupo/subgrupo. Dessa forma, para IJ igual a 1, temos completa semelhança entre os grupos, em contrapartida, o valor nulo indica dessemelhança.

utilizamos o Dendrograma⁵³, com o algoritmo Single Linkage (Vizinho Mais Próximo), isto é, o método dá início com os pares que possuem maior similaridade (FREI, 2006).

Tabela 7 – Matriz de Similitude – grupos e subgrupos

	PU_PGAT	PU_PGE	PEB_G	PEB_PGE	INST_A	INST_B_AT	INST_B_L	INST_B_Fis
PU_PGAT	1,00	0,08	0,10	0,00	0,07	0,08	0,00	0,00
PU_PGE		1,00	0,25	0,63	0,17	0,20	0,57	0,30
PEB_G			1,00	0,22	0,20	0,67	0,29	0,10
PEB_PGE				1,00	0,25	0,18	0,50	0,27
INST_A					1,00	0,27	0,08	0,07
INST_B_AT						1,00	0,22	0,18
INST_B_L							1,00	0,33
INST_B_Fis								1,00

Fonte: produzida via Past⁵⁴ version 3.15.

Percebe-se no Dendrograma dos grupos e subgrupos – Parcial (gráfico 53) a presença de dois agrupamentos mais consolidados, sendo que o mais à esquerda congrega os subgrupos relacionados à área de ensino/educação, como PU_PGE, PEB_PGE e INST_B_L. Nota-se que o subgrupo INST_B_L_Fis apresenta alguma similaridade com o agrupamento anterior, mas não se pode garantir seu pertencimento. Mais ao centro, temos os subgrupos PEB_G e INST_B_AT formando o segundo agrupamento. Finalmente, de forma isolada dos agrupamentos, encontramos os professores do subgrupo PU_PGAT e os alunos da INST_A, com características peculiares.

O fato de que PEB_G tenha proximidade com o grupo relacionada à área técnica - INST_B_AT -, mesmo sendo composto em sua maioria por licenciados em Física, talvez indique que a atuação profissional afaste o professor das reflexões da academia, minimizando a incorporação de elementos novos em sua representação, ou ainda sua formação acadêmica não foi suficiente para incorporar elementos oriundos das reflexões sobre o uso das APE para o ensino de Física. Outro aspecto de destaque é o distanciamento encontrado entre o subgrupo INST_B_L_Fis e os demais representantes ligados à área de ensino/educação. Presume-se que o número de respondente (N=25) tenha aflorado palavras/expressões com baixa frequência, destoando dos demais grupos dessa área. O afastamento do subgrupo PU_PGAT nos faz pensar que temos para esse grupo social razões próprias atribuídas ao uso das

⁵³ Utilizamos a análise de agrupamento hierárquico para construir o Dendrograma de similaridade.

⁵⁴ Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

APE durante a formação acadêmica, destacando, principalmente, o desenvolvimento de habilidades técnico-científicas, como apontamos de forma mais pormenorizada na seção destinada à análise dos subgrupos dos professores universitários.

Ampliando um pouco mais nossa possibilidade de análise, confeccionamos o Dendrograma dos grupos e subgrupos – Total (gráfico 54) com todas as palavras/expressões encontradas nos quadros comparativos, entre os grupos/subgrupos, e não somente as que estavam em negrito. Nesse contexto, temos a manutenção dos agrupamentos, porém, iniciamos com o posicionamento do grupo formado por PEB_G e INST_B_AT, confirmando grande proximidade. O grupo INST_A se consolida entre os representantes das áreas técnicas, bem como o subgrupo PU_PGAT, evidenciando a presença de dois agrupamentos, isto é, um ligado à área de ensino/educação e outro à área técnica.

Embora possa parecer estranho o distanciamento encontrado entre alunos de licenciatura e PEB_G. Ao que parece, os estudantes têm um alinhamento com o discurso educacional, da mesma forma que os professores do subgrupo PE_PGE se apropriaram de forma mais contundente desse discurso. Parece ser substancial que a necessidade de pertencimento ao grupo faz com que o sujeito alinhe suas atitudes ou pelo menos suas respostas em conformidade ao que se espera àquela situação. Lembrando que as RS têm também função de identidade⁵⁵, destacada por Abric (1998). Nesse sentido, Paredes, Musis e Oliveira (2016) complementam que a

Psicologia Social, ao estudar o processo de construção da identidade, destaca a noção de pertencimento dos indivíduos às categorias biológica, psicológica, cultural, social e ideológica, que funcionam como referências para um processo de identificação. (PAREDES; MUSIS; OLIVEIRA, 2016)

Além do exposto, é razoável acreditar que o próprio cotidiano de PEB_G tenha consolidado as RS oriundas de sua formação acadêmica, possivelmente,

⁵⁵ Para Santos (1998, p.152 apud PAREDES et al., 2016), identidade é: “[...] ser alguém único, com características idiossincráticas e ser alguém igual aos outros, no sentido de compartilhar com o grupo significados comuns. (...) A identidade, portanto, se forma no jogo das relações sociais na medida em que o sujeito se apropria das regras, valores, normas e formas de pensar de sua cultura.”

voltada para os aspectos técnico-científicos, suprimindo, portanto, elementos de uma reflexão mais ampla.

Gráfico 53 - Dendrograma dos grupos e subgrupos - Parcial.

Fonte: gráfico produzido via Past⁵⁶ version 3.15.

Gráfico 54 - Dendrograma dos grupos e subgrupos - Total.

Fonte: gráfico produzido via Past⁵⁷ version 3.15

⁵⁶ Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

⁵⁷ Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

Dando sequência em outras análises, a partir das questões 13 e 18 do questionário (Apêndice A), foi possível criarmos o quadro 31, valorando a frequência de uso e a infraestrutura do laboratório das instituições de ensino, destacada pelos respondentes.

Quadro 31 - Padronização da frequência de uso e infraestrutura do laboratório.

Frequência de uso	Valor
semana/quinzenal	5
mensal/bimestral	4
semestral	3
anual	2
nunca	1
Infraestrutura do laboratório	
ótimo	5
bom	4
regular	3
péssimo/ruim	2
ausente	1

Fonte: autoria própria.

De posse da escala do quadro 31, construímos as tabelas 8 e 9 com os dados das questões 5 e 13 (Apêndice A). Nota-se na tabela 8 que os professores da educação básica, mais jovens (20 a 29 anos), têm uma frequência de uso mais concentrada com periodicidade mensal e bimestral, porém, é preciso ponderar que há um número menor de respondentes em comparação com as faixas etárias mais altas. Para as faixas etárias a partir de 30 anos temos uma frequência mais dispersa. Todavia, há uma manutenção de uso das APE, indicando que para esse grupo de respondente o apelo positivo (facilitação da aprendizagem e motivação) atribuído às APE, encontrado no NC das RS, deve colaborar para a sua manutenção durante a ação profissional.

Ainda, é razoável acreditar que os professores iniciantes da educação básica tenham uma preocupação secundária com a proposição de atividades que visem o favorecimento de aspectos cognitivos de seus alunos. Nessa perspectiva, Rodrigues, Camillo e Mattos (2016) apontam, em seu trabalho com alunos de licenciatura em Física e participantes de estágio supervisionado, que estes mantêm em seu discurso concepções com foco prioritariamente no conteúdo durante a utilização das APE, em situação de estágio para alunos da escola básica. Os autores reiteram ainda que os estagiários apresentam pouca importância sobre os aspectos da aprendizagem dos alunos durante o emprego das APE. Por outro lado, é legítimo acreditar que os

professores ao longo de sua carreira busquem estratégias, mesmo que de forma esporádica, que visem facilitar a aprendizagem de Física.

Da mesma forma, a tabela 9 traz a manutenção da frequência de uso das APE com a faixa etária. É razoável acreditar que isso se deva também a exigência curricular atribuída aos cursos experimentais ofertados pelas IES. Em consonância com essa afirmação, temos o depoimento do professor universitário, ID 423, com mestrado em ensino de Ciências, o qual destaca que “a frequência de uso do laboratório depende da disciplina que ministro.” Vale destacar que, na mesma perspectiva, diversos respondentes atribuíram a frequência de uso à disciplina que ministravam, sinalizando que os fatores externos, por exemplo curriculares, podem ser determinantes na frequência e continuidade de uso das APE para o ensino de Física.

Tabela 8 - Distribuição frequência de uso das APE e faixa etária - PEB.

	20 a 24 anos (N=10)	25 a 29 anos (N=21)	30 a 34 anos (N=14)	mais de 34 anos (N=40)
semanal/quinzenal	20,0%	14,4%	42,9%	30,0%
mensal/bimestral	60,0%	47,6%	42,9%	50,0%
semestral	10,0%	19,0%	0,0%	10,0%
anual	0,0%	9,5%	7,1%	5,0%
nunca faz (fez) uso	10,0%	9,5%	7,1%	5,0%

Fonte: autoria própria.

Tabela 9 - Distribuição frequência de uso das APE e faixa etária - PU.

	20 a 24 anos (N=3)	25 a 29 anos (N=12)	30 a 34 anos (N=14)	mais de 34 anos (N=90)
semanal/quinzenal	33,3%	66,7%	42,9%	56,7%
mensal/bimestral	66,7%	33,3%	50,0%	27,8%
semestral	0,0%	0,0%	7,1%	8,9%
anual	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%
nunca faz (fez) uso	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%

Fonte: autoria própria.

Buscamos averiguar os efeitos dos fatores estruturais com a frequência de uso das APE. Em análise ao gráfico 55, observa-se que há uma concentração dos respondentes entre 4 e 5 da frequência de uso, isto é, representando cerca de 76,5% do total de professores da escola básica da nossa amostra. Isso indica que o uso das APE, como estratégia de ensino, é recorrente entre os professores de Física, mesmo com infraestrutura prejudicada. Decorre daí que não há uma relação direta entre a

infraestrutura do laboratório e sua frequência de utilização. Cabe mencionar que há consonância de nossos resultados com o trabalho de Heidemann (2011), no qual não se observou relação entre a frequência de uso das APE e a infraestrutura disponível. Por outro lado, temos no gráfico 56, professores universitários, como era de se esperar, com a infraestrutura das IES mais adequadas e melhor correlacionada com a frequência de uso.

Gráfico 55 - Distribuição de uso das APE em relação à infraestrutura do laboratório – PEB.

Fonte: autoria própria.

Gráfico 56 - Distribuição de uso das APE em relação à infraestrutura do laboratório – PU.

Fonte: autoria própria.

Em um estudo mais pormenorizado do grupo de PEB, que apresentou frequência de uso menor igual a 3 (semestral ou anual), nota-se que há a mesma valorização positiva sobre as APE, isto é, os elementos facilitadores da aprendizagem e motivação são fortemente atribuídos às APE para o ensino de Física. Porém, é preciso cautela nessa análise, pois temos apenas 20 professores da escola básica que se encontram nesse subgrupo, dentre os quais 6 declararam não fazer uso das APE em sua prática profissional. Este subgrupo de não usuários das APE é composto por um licenciado em Pedagogia, dois licenciados em Ciências Biológicas, um licenciado em Matemática e dois licenciados em Física, dificultando o estabelecimento de uma correlação entre a formação e a aderência às APE.

Por outro lado, em análise as evocações dos professores que fazem uso das APE com frequência acima de 3, temos uma paridade com o grupo PEB, tanto no Quadrante de Vergès quanto nos indicadores de rede. Isso permite concluir que os elementos “aprendizagem”, “motivação”, “confirmação da teoria”, “visualização” e “investigação” são responsáveis pela conduta dos professores do subgrupo em análise.

Contudo, é preciso articular com parcimônia para uma possível generalização das RS sobre as APE para o ensino de Física, uma vez que, o grupo PEB é constituído em sua maioria de licenciados em Física. Ademais, o fato de serem autores do XX SNEF fatalmente traz uma condição singular na comparação com a maioria dos professores de Física do país. Todavia, é evidente que o apelo positivo contido nas RS de PEB não é garantia de seu uso “ad infinitum”, mas que possivelmente se sustenta como uma estratégia válida e bem adaptado ao ensino tradicional. A presença no NC das RS de elementos como a “confirmação da teoria” e a “visualização” da teoria apontam para um caráter complementar da estratégia de ensino, sendo, portanto, um eventual obstáculo à implementação de estratégias que visem maior afinidade com métodos investigativos ou, simplesmente, a própria manutenção de uso sistemático.

Em uma análise mais apurada dos respondentes do subgrupo PEB_G, temos que: 59,7% atuam exclusivamente na rede estadual, 15,8% atuam concomitantemente na rede estadual e privada, 19,3% atuam exclusivamente na rede privada de ensino, 3,5% atuam exclusivamente rede federal de ensino, 1,7% atuam exclusivamente na rede municipal de ensino. Discriminando agora o subgrupo

PEB_PGE temos que: 32,1% atuam exclusivamente na rede estadual, 21,4% atuam concomitantemente na rede estadual e privada, 28,6% atuam exclusivamente na rede privada de ensino, 10,7% atuam exclusivamente rede federal de ensino, 7,1% atuam exclusivamente na rede municipal de ensino. Constatase uma redução na rede estadual e aumento na rede privada e federal.

Em comparação com as médias da frequência de uso e infraestrutura das redes de ensino (tabela 10), percebe-se uma prevalência de uso na rede privada, porém, não está correlacionada à infraestrutura, como apontamos anteriormente. Nesse sentido, temos nas redes estadual e federal frequência de uso semelhante, mas infraestrutura dispare. Cabe aqui apontar que não estamos fazendo um julgamento da complexidade das atividades utilizadas pelos professores. Entendemos que as APE englobam, tanto atividades realizadas em sala de aula com material de baixo custo quanto as que usam equipamentos mais sofisticados em laboratório didático. No entanto, é legítimo afirmar que elementos internos à instituição, como infraestrutura, podem intensificar o uso das APE, porém, não garantem a sua continuidade. Cabe ainda citar que não observamos diferenças consideráveis entre as frequências médias de uso das APE relatadas pelos professores dos subgrupos PEB_PGE e PEB_G.

Tabela 10 - Distribuição frequência de uso das APE e infraestrutura por Rede de Ensino.

Rede de Ensino	frequência média de uso	infraestrutura média
Rede Estadual	3,8	1,2
Rede Privada	4,3	1,7
Rede Federal	4,0	2,0
Rede Municipal	2,3	1,3

Fonte: autoria própria.

É legítimo acreditar que a presença dos termos “motivação” e “aprendizagem” seria tudo o que o professor gostaria que contivesse em uma estratégia de ensino; contudo, não é assim que temos observado! Talvez esse aspecto positivo não seja suficiente para garantir a continuidade dessa estratégia durante toda sua trajetória profissional. Outra metodologia, como a lista de exercício, e que é amplamente desenvolvida, tem uma persistência muito maior durante a vida profissional do professor. Então onde está o problema? Não se pode negar que tanto as APE quanto

as listas de exercícios estão bem adaptadas aos cursos tradicionais. Assim, por que o professor acaba optando por uma e abandonando a outra? Talvez tenhamos a manutenção de uma ideia ingênua, em outras palavras, que o uso das APE possa ser mecanismos de motivação e facilidade da aprendizagem. O fato é que essa situação pode não se confirmar, e, assim, gradativamente o professor venha a diminuir a frequência de uso dessa estratégia. Contudo, ainda assim as RS podem não se alterar. Nesse cenário, Moscovici (2007) aponta que a ancoragem [mecanismo de constituição das RS] prioriza os atributos, em primeira análise, favorecendo a manutenção de opiniões já consolidadas. Assim, é razoável afirmar que as RS sobre as APE, consolidaram-se principalmente nos pressupostos de que a manipulação ou “ver na prática”, oriundos do mundo consensual, por exemplo sejam elementos garantidor de aprendizagem e motivação para o ensino de Física. Além disso, Moscovici (2007) adverte que a partir da objetivação [outro mecanismo de constituição das RS], as origens das RS em geral são obscurecidas, pois, devido ao mecanismo da objetivação do conceito, este passa a compor a realidade do grupo ou indivíduo, diminuindo os episódios de confrontação, isto é, pouco se reflete sobre as vantagens do uso das APE para o aprendizado de Física e, por conseguinte, as RS se cristalizaram.

Ao que parece, a manutenção das RS podem dificultar a inserção de novas estratégias de cunho investigativo ou com abordagens diferentes dos modelos consolidados. À vista disso, as RS de uso das APE podem se tornar um obstáculo, uma vez que, os modelos tradicionais de ensino requerem infraestrutura mais robusta, impactando, sobretudo, na frequência e continuidade de uso das APE. Ainda sobre o termo “motivação”, para alguns grupos e subgrupos de professores sua frequência tem valor elevado e com baixa OME. Quando olhamos para subgrupos de licenciandos, nota-se a alteração da frequência e da OME. Talvez, tenhamos, para os professores, as APE como estratégia de motivação para os alunos, apontada também em nossa revisão da literatura com os trabalhos de Gil-Pérez et al. (2001) e Borges (2002); porém, não há esse mesmo reconhecimento pelos graduandos das Instituições A e B.

Parece-nos que as APE não ocupam lugar de destaque entre as representações dos professores e nem mesmo dos licenciandos. Seu caráter adicional ou motivacional vai dando lugar às práticas consolidadas, principalmente,

pelo modelo de ensino técnico-científico. Corroborando com essa ideia, Melo e Accioly (2009) apresentam as evocações de 26 alunos de licenciatura, cursistas da disciplina de Prática de Ensino de Física II, sobre o termo indutor: Ensino de Ciências, destacam que o termo experimentação para esse grupo encontra-se na 1ª periferia, isto é, pode intercambiar na representação, mas não tem a rigidez característica dos elementos pertencentes ao NC. Além do mais, pode servir de elemento questionador sobre sua execução, uma vez que, os elementos periféricos têm, além de outras funções, blindar o NC como um verdadeiro sistema de defesa, como destaca Flament (2001), no extrato a seguir:

Na realidade, a periferia da representação serve de para-choque entre uma realidade que questiona e um núcleo central que não deve mudar facilmente. Os desacordos da realidade são absorvidos pelos esquemas periféricos, que, assim, asseguram a estabilidade (relativa) da representação. (FLAMENT, 2001, p.178)

É notório que muitos professores, quando indagados sobre a utilização em suas aulas das APE, justificam o abandono devido à sua ineficácia frente às outras metodologias. Entretanto, muitas das justificativas são conjecturas e desprovidas de dados ou mesmo de certeza sobre sua real viabilidade. Ao mesmo tempo, outras metodologias têm aprovação sem uma real confirmação. Assim, faz-nos pensar que possivelmente a experimentação não ocupe um lugar no NC da representação social de ensino de ciência, como já apontado nos estudos de Melo e Accioly (2009). Assim, o abandono passaria a ser uma regra à falta de reforço externo e, além disso, seu constante questionamento, uma necessidade para proteção dos demais constituintes do NC.

Indo mais além, na resposta do professor com ID 198, professor de escola básica da rede estadual, com licenciatura em Física e com 15 anos de docência em Física, encontramos, inicialmente, uma discussão sobre as formas tradicionais de medidas e tratamento de dados; porém, ele aponta a opção de uso de roteiros e processos repetitivos sem a devida contextualização, a saber:

A introdução de um conceito novo é realizado através de um experimento simples onde são colocados os parâmetros relevantes acerca de todas as grandezas envolvidas, trazendo assim, em primeira análise, a relação entre essas grandezas. [...] Não dispense os experimentos que utilizam roteiros, mesmo que esses forcem uma

ação mecânica sem oportunizar uma reflexão contextualizada pelos alunos. (ID 198)

Encontramos a valorização das APE, *a priori*, ou seja, como um possível método empirista-indutivista. Contudo, mesmo diante da sinalização da importância da contextualização e reflexão por parte dos alunos, opta-se pela mecanização dos processos. Presume-se que o professor tenha conhecimento de tal benefício, amplamente relatado na literatura, apesar da argumentação contraditória. Possivelmente isso se deva a mediação de suas RS ligadas ao ensino de Física com suporte das APE. Nesse contexto, Almeida (2000), já mencionado em nossa revisão, destaca que o discurso educacional possa fazer parte do discurso do professor sem uma reflexão adequada, e, muitas vezes, aflorando elementos conflitantes. Talvez, esse discurso educacional seja mais evidente e intenso em alunos de licenciatura; porém, com o tempo, possa se atenuar e, assim, dar lugar as RS já consolidadas. As influências dos professores universitários, na constituição de novos elementos das RS dos alunos, parece ter um alcance momentâneo, dessa forma, supomos que essas influências estejam mais presentes durante a condição de aluno, devido ao contínuo contato.

Um outro elemento que emergiu do mapeamento das RS dos professores da escola básica foi a diferenciação entre os subgrupos PEB_G e PEB_PGE, como apresentado na análise de agrupamento hierárquico (vide gráficos 53 e 54). A proximidade de PEB_PGE com as RS dos alunos de licenciatura e professores formadores PU_PGE nos faz acreditar que houve a inserção de novos elementos em suas RS sobre o objeto social. Por outro lado, PEB_G apresenta uma proximidade com os alunos e professores de áreas técnica. Presume-se que possa haver, durante a própria ação profissional e com o afastamento dos ambientes acadêmicos, a retomada da representação, adequando, portanto, suas ideias ao padrão vigência do grupo social, como discutido anteriormente. Corroborando com essa hipótese, temos o comentário do respondente ID 556, com licenciatura em Física, e que leciona a disciplina Física há 6 anos em escola básica da rede estadual, segue:

O professor, recém formado, além de trazer uma bagagem acadêmica, transborda ideias e propostas inovadoras, mas depois tende rapidamente a se adaptar à realidade da escola, isto é, abandona muitas vezes as propostas de aulas práticas. (ID 556)

Ao mesmo tempo, temos o comentário do ID 448 com licenciatura em Física, mestrado e doutorado em ensino de Ciências, e que é professor da disciplina Prática de Ensino em uma instituição pública de ensino superior há 10 anos, segue:

Durante minha licenciatura fiz alguns aparatos experimentais na disciplina de instrumentação, mas nada voltado efetivamente para o ensino, nenhuma reflexão para sala de aula. Simplesmente fazíamos o aparato e pronto. Na pós-graduação optei por outros focos, logo, a experimentação sempre ficou em segundo plano. (ID 448)

Nesta citação é possível inferir que a disciplina de instrumentação apenas reafirmou as RS de um laboratório com função complementar e verificador, como já foi apontado em Pinho Alves (2000b). Evidentemente não fez parte do escopo da pesquisa a discussão sobre os cursos de formação dos participantes da pesquisa; todavia, vale destacar a importância de contemplar, em futuras pesquisas, a busca por um maior entendimento sobre a persistência de elementos agregados nas RS dos professores de Física, durante sua formação.

Por outro lado, temos o depoimento de outro professor de ensino básico, segue:

Apesar de entender que as atividades práticas experimentais são de extrema importância no processo de ensino-aprendizagem, não tenho utilizado de forma adequada essas ações por diversos motivos, dentre eles: número reduzido de aulas, falta de estrutura, limitações financeiras da instituição e falta de tempo para preparo. Porém, na tentativa de suprir tais deficiências tenho frequentemente substituído as atividades experimentais por simulações, mesmo entendendo que a estratégia não tem o mesmo efeito prático que as atividades experimentais. (ID 407)

O ID 407 possui licenciatura em Física, mestrado em Educação Matemática. Atua na rede privada e estadual, há 25 anos como professor de Física. Destacamos ainda que o professor mencionou que faz uso semestralmente das APE. É interessante observar que há uma justificativa pelo não uso. O professor acredita que seria importante que as APE fossem incorporadas em sua prática. Mas, durante seu depoimento, justifica que as condições estruturais inviabilizam tal ação. Não fica claro se as objeções são aplicadas às duas redes que exerce a função de professor. Todavia, da mesma forma que apontamos no depoimento do professor ID 198, encontramos uma ação contraditória, isto é, o professor ID 407 destaca a importância das APE, contudo, relata que faz uso de simuladores, mesmo não apostando nessa

estratégia e não reconhecendo como uma possibilidade para o ensino de Física. Temos, possivelmente, o que Moscovici (2007) chamou de “causalidade situacional”, isto é, o professor justifica o não uso das APE devido aos fatores externos (organizacional e estrutural, por exemplo), que são razoáveis, mas é preciso ponderar que a migração para estratégia que estão em desacordo com suas RS poderá derivar em fracasso e abandono. Parece-nos que a ausência ou falta de estrutura tem um lado positivo: desresponsabilizar o professor. No sentido de exemplificar os desmontes dos laboratórios, temos o comentário do professor do ensino básico da rede estadual, licenciado em Física e professor há 9 anos, a saber:

Na escola, em seu projeto original, tinha laboratório, porém não tem material, inclusive água, e quem faz uso é apenas a disciplina de Artes. (ID 453)

A falta de infraestrutura e materiais também são apontadas, por muitos outros professores, como geradores dos obstáculos para o uso efetivo das APE. Ademais, temos situações nas quais o professor tem alguma infraestrutura que poderia ser utilizada pelos alunos, porém, são abandonadas. Reforçando essa ideia, temos o comentário do respondente ID 455, professor da escola básica da rede estadual, com licenciatura em Física e mestrado em ensino de Ciências e Matemática, segue:

Temos um laboratório de Ciências, com boas condições estruturais, mas muitos equipamentos estão danificados ou incompletos. Existem materiais que nunca foram utilizados: multímetros, *protoboards*, calorímetros, kits de óticas, por exemplo. Falta organização do material e uma pessoa responsável pela manutenção do espaço. (ID 455)

Esse abandono de materiais, que poderiam ser utilizados pelos professores e alunos das unidades escolares, sempre foi mencionado pelos meus próprios alunos em seus estágios supervisionados. Há uma complacência dos professores em manter essa situação, parecendo-nos que os isenta da responsabilidade de proponente de estratégias diferenciadas que poderiam ser mais efetivos em sua ação docente. Temos, novamente o apontamento da “causalidade situacional”. Possivelmente temos um corporativismo que protege a situação e, ao mesmo tempo, justifica a manutenção do paradigma.

CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tentativa de trazer o senso comum, pertencente ao universo consensual, para um modelamento como apresentamos nos Quadrantes de Vergès, Árvores Máxima de Similitude e os indicadores de Redes Complexas, todos pertencente ao universo reificado, exhibe-se limitações e conclusões enviesadas por nossas próprias representações. Mas, sobretudo, é uma maneira de ler as ideias que transitam pela sociedade, e, também, pode dizer algo sobre os comportamentos dos grupos sociais, oferecendo pistas de como o conhecimento científico se torna senso comum e transita entres os grupos.

Apoiamo-nos, para tal, em estratégias plurimetodológicas, que, em tal grau, pudessem dar conta de aspectos diversos para o estudo das RS com diferentes grupos sociais. Compreendemos que as metodologias consolidadas pela literatura (análise prototípica e análise de similitude), para a obtenção do NC, foram coerentes e trouxeram elementos confiáveis para nossas análises. Em relação aos depoimentos obtidos com as questões abertas 17 e 18 (vide Apêndice A), notou-se coerência com as RS dos professores, permitindo articular de forma mais ampla com os demais resultados desta tese.

A adoção dos indicadores oriundos dos estudos de Redes Complexas apresentou bastante coerência com as clássicas metodologias adotadas para o mapeamento dos elementos constituintes das RS. Temos clareza da necessidade de novos estudos que busquem a comprovação da paridade entre as metodologias; contudo, é irrefutável a contribuição desta pesquisa, tendo em vista as dimensões de nossa amostra. Cabe mencionar que apesar do estudo das Redes Complexas estar bastante consolidado na literatura, ainda há escassez de proposições que visem a identificação de limiares para a obtenção dos elementos centrais. Nesse sentido, nossa proposição de ordenamento gráfico dos elementos, apoiado nos indicadores e a identificação de rupturas no comportamento das curvas, trouxe plausibilidade na detecção dos limites posicionais dos elementos centrais.

Como resultado da pesquisa, parece ser substancial a prevalência das atividades de cunho demonstrativo e/ou verificador, como estratégia de uso das APE para o ensino de Física, para alguns subgrupos de professores dos diversos níveis,

isto é, as duas estratégias são bastante harmoniosas com os elementos do NC das RS. Porém, para os professores dos subgrupos PU_PGE e PEB_PGE, há um ligeiro distanciamento dos demais subgrupos de professores, ou melhor, temos a incorporação de elementos nas RS que remontam aspectos mais investigativos e com vista para uma ação mais participativa do aluno. Notamos também um distanciamento entre os alunos de graduação de áreas técnicas e licenciaturas, com a presença de elementos com apelo investigativo das APE. Em contrapartida, parece que há uma ressignificação para o subgrupo de PEB_G, distanciando-se de PU_PGE, de seus colegas do subgrupo PEB_PGE e dos alunos de licenciatura. Embora tenhamos confiança de que os cursos de licenciatura sejam responsáveis pela inserção dos novos papéis das APE para o ensino de Física, os resultados trazem indícios da existência de fragilidades na transposição de forma contundente de elementos do universo reificado para o consensual, sobre as potencialidades das APE. É importante salientar que a constituição da representação na formação inicial implica na sua conduta profissional, com pouca margem de alteração, chegando à situação, como relatamos na introdução desta tese, de que alguns professores só fazem uso das atividades práticas, mesmo em situações favoráveis, sob ameaça de manutenção de seu emprego.

A ação proativa do aluno no processo de construção de conceitos é fundamental para a eficácia durante o processo de ensino e aprendizagem, apontada há tempos pelas pesquisas de cunho cognitivo. Além disso, a diversificação de estratégia exige que o professor possa incorporar em seu curso atividades que foram pensadas com esse viés. Isso levaria à mudança de abordagens demonstrativas e/ou laboratório tradicional para um ensino mais investigativo. Quiçá, temos aqui um rastro dos obstáculos apresentados pela literatura e confirmado pelos respondentes, e que os fatores internos são desmotivadores à incorporação de práticas experimentais. É inegável que os laboratórios tradicionais necessitam de recursos, equipamentos e pessoal de apoio, tornando-se muitas vezes inviável sua efetivação à guisa dessa infraestrutura. Por outro lado, a incorporação de outras modalidades de uso das APE, que não exigem infraestrutura complexa ou cara, podem incidir diretamente nas RS dos professores, tornando-se também um obstáculo a ser superado.

Olhar as APE como um elemento motivador, a partir da ilustração das aulas teóricas de Física, poderia, em primeira análise, encorajar o professor a reivindicar

recursos e estruturas na tentativa de materializar essa prática em sua ação profissional. Porém, representaria, ao longo do tempo, um trabalho que poderia ser facilmente substituído por outras estratégias, como: apresentação de vídeo, apresentação de imagens, simuladores, experiências de pensamento entre outras, e que poderiam agilizar o processo de exemplificação em detrimento aos ensaios experimentais. Sob outra perspectiva, a facilidade da aprendizagem, atribuída de forma deliberada às APE, é contestável, pois muitas das estratégias utilizadas como APE, como apontamos no capítulo II, apelam somente para o uso exacerbado de técnica e manipulação instrumental, arrefecendo o que de fato o professor gostaria de promover.

É razoável afirmar que as próprias razões para o uso das APE podem se transformar rapidamente em obstáculos à sua continuidade, com a precariedade dos fatores internos às instituições e/ou concepções epistemológicas e pedagógicas exercidas pelos professores, na condução das APE. Retomando Moscovici (2007), a busca pela estabilidade e ausência de risco têm forte influência dos elementos consensuais. Nesse contexto, é razoável supor que o professor que não lance mão de estratégias mais adaptadas à sua realidade, poderá, gradativamente, abandonar as APE, fortalecendo o termo “dificuldade” em suas RS, e ainda acreditamos ser esse [professor] um sério candidato a desmotivador dos colegas, dentro da instituição.

Parece-nos razoável afirmar que os elementos do NC e periferia próxima, para os grupos sociais analisados, tenham forte contribuição nas concepções do aprender fazendo e com foco nos resultados. Ao mesmo tempo, a dimensão afetiva, elencada como motivacional, remete-nos sobre a expectativa de que os respondentes têm atribuído à ação do estímulo-resposta. Denota, assim, uma persistência do comportamentalismo, dentre as teorias de aprendizagem. Evidentemente, temos aqui arraigado às proposições das APE consolidadas em um ensino tradicional, tendo como um de seus princípios o empirismo, sob à luz da teoria comportamentalista de aprendizagem. Elementos que poderiam transcender a teoria comportamentalista, e que concebem o aluno como sujeito autônomo e responsável pelo seu processo de aprendizagem, apresentam-se em apenas alguns subgrupos com sensível destaque.

É preciso ponderar que a presença do termo “investigação”, entre o grupo e os subgrupos de PEB, não é garantia de que as APE terão um viés mais participativo do aluno como sugere a literatura. A presença contundente dos termos “visualização” e

“confirmação da teoria”, indicando um caráter subserviente das APE, como destacou Pinho Alves (2000b), assinalam aparentes contradições nas RS. Talvez tenhamos os chamados esquemas dominantes, proposto por Gilly (2001), e que permitem adaptações às realidades distintas, legitimando-as de forma coerente às ideologias na condução das APE. Mesmo diante de uma aparente adoção de modelos de ensino que visem o desenvolvimento de potencialidades, encontramos sequelas oriundas de modelos tradicionais de ensino, resultando em um modelo adaptado, mas que dialoga com os diversos pressupostos originários. Em outras palavras, os elementos que apontam para novos paradigmas estão imbricados com origens antigas (GILLY, 2001). Portanto, é possível que modelos mais inovadores de ensino estivessem presentes em um segundo plano dos modelos tradicionais de ensino, da mesma forma que se constatou modelos tradicionais presentes nas RS dos professores. Cabe destacar que as contradições são mais tênues para os subgrupos de PU, fruto de uma maior distinção de papéis durante a condução dos cursos universitários; contudo, esperávamos maior paridade entre as RS desses subgrupos, pois, além de pertencentes ao grupo PU, foram autores do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Embora os grupos e subgrupos de alunos universitários também apresentem contradições, em sua rede de significado, temos uma paridade entre PU_PGE e os alunos de licenciatura, ao passo que os demais alunos se aproximam do subgrupo PU_PGAT, sugerindo que a influência e incorporação de elementos dos subgrupos de PU decorre também da identificação entre os seus pares.

Além do exposto, não descartamos a hipótese da existência de representação social não autônoma, como assinalado por Flament (2001). Nesse cenário, as condutas seriam coordenadas por outras representações, e que, possivelmente, em nosso estudo, estariam ligadas, por exemplo às representações de como o professor se vê profissionalmente, sugerindo os limites que essas representações poderiam colocar em sua atuação profissional. É importante reiterar que o NC das RS aponta para elementos com apelo positivo (facilitar o aprendizado e motivação), sobre as APE para ensino de Física, criando uma estrutura de valorização de seu uso, porém, isso não garante a continuidade. Identificamos que apenas 13 professores, do grupo PEB (9 do subgrupo PEB_G e 4 do subgrupo PEB_PGE), revelaram fazer uso sistemático (semanalmente) das APE, mesmo diante de um cenário bastante favorável, com 80% de PEB na condição de possuidor de licenciatura em Física e sua quase totalidade

com publicações nos Anais do XX SNEF. Lembrando também que não se observou relação direta entre a infraestrutura e a sistematização das APE. Isso também nos leva a conjecturar que possa haver de fato outras representações responsáveis pela adoção das APE, como elemento indissociável na ação profissional do professor de Física. Evidentemente não temos condição, a partir dos nossos dados, de confirmar essa hipótese, mas podemos acenar que o uso das APE para o ensino de Física sejam RS não autônomas, e, portanto, o caráter positivo contido no NC não garante a previsão de conduta. É razoável que elementos inerentes ao “ser professor” atuem fortemente na condução das práticas definidas pelo professor de Física. Mesmo que de forma sutil, alguns professores, oriundos de áreas técnicas, apresentam uma postura mais proativa, isto é, com maior frequência de uso das APE em sua ação profissional. Claro que não se pretende estabelecer qualquer construto, nem mesmo temos dados para essa generalização, porém, não se trata de uma situação tão rara que não se possa mencionar. Outro ponto interessante é a adoção das APE, até com certa frequência, mas que foram lentamente incorporadas durante muitos anos de docência. Isso remonta que as APE têm um caráter positivo e sua aceitação é quase que unânime pelo professor, mas sua adoção está longe disso. As possíveis representações que estariam ligadas as RS das APE vão se adaptando a partir de esquemas e permitindo que o professor incorpore práticas em sua ação. Um fator que corrobora com essa afirmação é a pulverização da frequência de uso que encontramos pelo grupo PEB. Tendo fatores positivos à adoção das APE, ele [professor] se vê “obrigado” a aderir ao uso dessas práticas. Todavia, outras representações dificultam essa incorporação, mas na tentativa de lidar com as contradições, ele [professor] se vê obrigado a ceder e lentamente se adaptar à nova realidade, por outro lado, fatores externos podem acelerar essa incorporação.

Assumindo que o referencial teórico da TRS e da TNC são adequados para auxiliar nas interpretações do nosso estudo, é razoável afirmar que o professor conserva inalterado durante sua trajetória profissional o caráter positivo das APE para o ensino de Física, garantindo que em algum momento de sua ação pedagógica ele fará uso dessa metodologia, mesmo que de forma esporádica. A evolução profissional gera maior segurança conceitual e atitudinal, permitindo que o professor se exponha em situações que envolvam as APE. Cabe mencionar que o professor passa a compor um repertório de APE que estejam em conformidade com seus modelos pedagógicos.

Indicando que este professor, quando enaltece as APE com caráter demonstrativo e verificador, tenha maior tendência de atuar sob modelos conservadores de ensino. Aliás, nosso estudo mostrou maior aderência do grupo PEB às APE de cunho demonstrativo, podendo apostar que a inserção de metodologias mais investigativas é excepcional.

É preciso ressaltar ainda que, mesmo diante do inegável abandono das APE como estratégia de ensino na educação básica, apontado há tempos pela literatura e confirmado com simples visita em escolas do país, o professor preserva em suas RS a simpatia por essa prática. Entretanto, a motivação do sujeito em realizar algo vai além de um processo de pensamento, e que fatores como: ambientais, posição social, interpessoais e concepções prévias são determinantes na constatação da causalidade, esclarece Moscovici (2007).

É bem verdade que o escopo proposto para esta tese foi satisfatoriamente concretizado. O mapeamento dos elementos constituintes das RS sobre as APE para o ensino de Física, para os diversos grupos sociais analisados, permitiu perceber de forma inequívoca a influência que a formação acadêmica tem sobre o professor, direcionando suas escolhas e potencializando suas ações. A compreensão pormenorizada das RS permite, portanto, ao professor formador propor reflexões, sobre o objeto social, a partir de um conhecimento consolidado e não de uma tábula rasa. Nessa perspectiva, Alves-Mazzotti (2007, p. 581) complementa proferindo que “o conhecimento das representações sociais do professor [...] assume relevância para orientar políticas voltadas para a formação inicial e continuada do professor.”

A maior persistência com novos paradigmas pode oportunizar a acomodação de elementos novos na representação consolidada ou, até mesmo, a constituição de uma nova representação. Nessa lógica, observamos o distanciamento dos subgrupos de PEB, bem como as distinções dos subgrupos da Instituição B. Presume-se que os elementos com similaridade entre PEB_PGE e PU_PGE foram incorporados de forma irrefutável graças ao maior tempo de exposição de PEB_PGE com concepções oriundas de PU_PGE. Efeito semelhante foi notado entre os subgrupos da Instituição B, isto é, as distinções dos subgrupos INST_B_L e INST_B_AT devem estar associadas às idiosincrasias dos cursos, aproximando, portanto, o subgrupo INST_B_L do subgrupo PU_PGE e o subgrupo INST_B_AT do subgrupo PU_PGAT.

Finalmente, reiteramos que os métodos associativos, para obtenção dos constituintes da representação social, vão muito além da coadunação de palavras, permitindo identificar estruturas intrínsecas aos grupos sociais, captando nuances que talvez passassem despercebidos com os métodos interrogativos. Embora a similaridade entre o NC dos diversos grupos sociais possa indicar uma origem comum, temos adequações, ao passo que os grupos são expostos em ambientes diversos e culturas próprias. Com o desígnio de ampliação deste estudo, sugere-se, em uma próxima pesquisa, para uma melhor discriminação da associação do discurso do professor com sua efetiva prática, o acompanhamento desse professor em sua ação profissional, buscando, sobretudo, a identificação de outras RS que possam se articular com as apresentadas nesta pesquisa, revelando aspectos mais sensíveis e responsáveis pela baixa adoção das APE para o ensino de Física.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMMS, I.; MILLAR, R. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **Internacional Journal of Science Education**, v. 30, n. 14, p. 1945–1969, 2008.
- ABRIC, J.-C. A abordagem estrutural das representações sociais. In: A. S. P. Moreira; D. C. de Oliveira (Orgs.); **Estudos Interdisciplinares de representação social**, 1998. Goiânia, GO: AB.
- ABRIC, J.-C. O estudo experimental das representações sociais. In: JODELET, D. (Org.); **As representações sociais**. p.155–172, 2001a. Rio de Janeiro, RJ: EduERJ.
- ABRIC, J.-C. Metodologia de recolección de las representaciones sociales. **Prácticas Sociales y representaciones**, 2001b. México, DF: Ediciones Coyoacán.
- ALMEIDA, A. M. DE O. Abordagem Societal das Representações Sociais. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 3, p. 713–737, 2009.
- ALMEIDA, M. J. P. M. Expectativas sobre desempenho do professor de Física e possíveis conseqüências em suas representações. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 1, p. 21–29, 2000.
- ALVES-MAZZOTTI, A. Representações sociais: aspectos teóricos e aplicações à educação. **Revista Múltiplas Leituras**, v. 1, n. 1, p. 18–43, 2008.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Representações da identidade docente: uma contribuição para a formulação de políticas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 15, n. 57, p. 579–594, 2007.
- ALVES, C. A.; SANTOS, S. B. DE S. Uma Abordagem Estrutural em Redes: expondo padrões, possibilidades e armadilhas. **Revista de Ciências da Administração**, v. 12, n. 26, p. 72–91, 2010.
- AMARAL, I. A. Conhecimento Formal, Experimentação e estudo Ambiental. **Ciências & Ensino - Jornal Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência E Ensino – FE-UNICAMP**, v. 3, p. 10–15, 1997.
- ARAÚJO, M. S. T. DE; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.
- ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. D. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 60–90, 2011.
- ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, , n. 117, p. 127–147, 2002.
- ARRUDA, S. DE M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. **Pesquisas em ensino de ciências e matemática**, p. 14–24, 1998.
- BARREIRO, A. C. M.; BAGNATO, V. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de Física. **Caderno Cat. Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 238–244, 1992.
- BENETTI, B.; RAMOS, E. M. de F.; SILVA, A. L. da. Escolas e seus laboratórios didáticos: estudo sobre espaços e possibilidades experimentais do ensino de Física no nível médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1348–1351, 2013.

BEZERRA JR, A. G.; DE OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 469–490, 2012.

BLOSSER, P. E. Matérias em pesquisa de Ensino de Física: O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. **Caderno Cat. Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 74–78, 1988.

BONACICH, P. Power and Centrality: A Family of Measures. **American Journal of Sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170–1182, 1987.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, R. (Org.); **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. EDIPUCRS ed., 2000. Porto Alegre.

BRASIL. **Lei nº11.892 de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências**. 2008.

BROSS, A. M. M. **Recuperação da memória do ensino experimental de física na escola secundária brasileira - produção, utilização, evolução e preservação dos equipamentos**, 1990. (Dissertação de Mestrado) Universidade de São Paulo - IFUSP/FEUSP.

CANATO JR, O. **Física quântica e formação docente: confluência de várias redes**, 2014. (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo - IF/FE/IQ/IB.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal : um estudo a partir de periódicos Qualis A Remote experimentation in formal education activities : a study from Introdução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, 2011.

COOPER, M. Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education. 2005. Disponível em: <<http://www.i-joe.org/ojs/viewarticle.php?id=11&layout=abstract>>. Acesso em: 10/12/2015.

CORRALLO, M. V. **Capacitação de professores de física em serviço: uma proposta utilizando a multimídia**, 2000. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo - IFUSP/FEUSP.

CORRALLO, M. V. **Software livre: uma proposta de aplicação no ensino de física**, 2011. (TCC) - UFABC - Pós-graduação em Tecnologias e Sistemas de Informação.

EIRAS, W. DA C. S.; TUYAROT, D. E. Atividades demonstrativas no ensino de física. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005. Rio de Janeiro. **Anais...** . p.1–13, 2005. Rio de Janeiro, RJ.

FEOFIOFF, P.; KOHAYAKAWA, Y.; WAKABAYASHI, Y. Uma Introdução Sucinta à Teoria dos Grafos. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~pf/teoriadosgrafos/texto/TeoriaDosGrafos.pdf>>. Acesso em: 1/9/2015.

FERREIRA, A. B. DE H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5ª ed. Curitiba: Positivo, 2010.

FERREIRA, N. C. **Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira - Um ensaio**

a Instrumentalização no Ensino Médio de Física, 1978. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo - IFUSP/FEUSP.

FLAMENT, C. Estrutura e Dinâmica das Representações Sociais. In: JODELET, D. (Org.); **As representações Sociais**. p.173–186, 2001. Rio de Janeiro, RJ: EduERJ.

FLORES-PALACIOS, F.; LEYVA-FLORES, R. Representación social del SIDA en estudiantes de la Ciudad de México. **Salud Pública de México**, v. 45, n. Sup(5), p. 624–631, 2003.

FONSECA, M.; MAIDANA, N. L.; SEVERINO, E.; et al. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 2013.

FREI, F. **Introdução à análise de agrupamento**. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

FRETZ, S. J.; GERMANO, J. S. E.; ALMEIDA, F. DE. WEBLAB – Um laboratório remoto para experimentos de Física. XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2007. São Paulo. **Anais...** . p.267–270, 2007.

GALIAZZI, M. D. C.; ROCHA, J. M. D. B.; SCHMITZ, L. C.; et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 249–263, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125–53, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1987.

GILLY, M. As Representações Sociais no Campo da Educação. In: JODELET, D. (Org.); **As Representações Sociais**. p.321–342, 2001. Rio de Janeiro, RJ: EduERJ.

HANNEMAN, R.; RIDDLE, M. Introduction to social network methods. Disponível em: <<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>>. Acesso em: 31/3/2016.

HARRES, J. B. S. Natureza da ciência e implicações para a educação científica. In: M. Roque (Org.); **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**, 2000. Porto Alegre: EDIPUCRS.

HEIDEMANN, L. A. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores de ensino médio**, 2011. (Dissertação de mestrado) UFRGS - INSTITUTO DE FÍSICA.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. DE. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, v. abr./jun., n. 44, p. 75–92, 2012.

HIRVONEN, P. E.; VIIRI, J. Physics student teachers' ideas about the objectives of practical work. **Science & Education**, v. 11, n. 3, p. 305–316, 2002.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299–313, 1994.

JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org.); **As Representações Sociais**. p.17–44, 2001. Rio de Janeiro, RJ: EduERJ.

KAMADA, T.; KAWAI, S. An algorithm for drawing general undirected graphs. **Information Processing Letters**, v. 31, n. 1, p. 7–15, 1989.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo**

em Perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85–93, 2000.

KURBANOĞLU, N. I.; AKIN, V. A. Development and Validation of a Scale to Measure Physics Laboratory Attitude Level of University Students. **Physics Education**, v. 30, n. 1, p. 1–6, 2014.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: um investigação a partir da fala de professores. **Insvesitgações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 161–178, 2005.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LIMA, S. C. de; TAKAHASHI, E. K. Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 3501, 2013.

LUFT, C. P. **Minidicionário Luft**. 22ª ed. São Paulo: Ática, 2009.

MELO, M. S.; ACCIOLY, H. Um estudo da estrutura das representações sociais de ensino de ciências de licenciandos em física. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 1, p. 1107–1112, 2009.

MESEGUER DUEÑAS, J. M.; MAS ESTELLÉS, J. Experiencias de Cátedra en las Clases de Física de Primer Curso de Escuelas Técnicas. **INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIAS DIDÁTICAS**, v. 12, n. 3, 1994.

MIRANDA, C. L.; REZENDE, D. D. B.; LISBÔA, J. C. F. A licenciatura e a construção das representações sociais sobre ser professor de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 1–11, 2015.

MOSCOVICI, S. **A Representação Social da Psicanálise**. Rio de Janeiro, RJ: ZAHAR Editores, 1978.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. DE C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2007.

NEWMAN, M. E. J. Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. **Physical Review E**, v. 74, p. 1–22, 2006.

OLIVEIRA, J. R. S. DE. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências : reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 2, n. 1, p. 139–153, 2010.

OLIVEIRA, M. DE. O conceito de representações coletivas: uma trajetória da Divisão do Trabalho às Formas Elementares. **Debates do NER**, v. 13, n. 22, p. 67–94, 2012.

OPPENHEIMER, F.; CORREL, M. A Library of Experiments. **American Journal of Physics**, v. 32, n. 2, p. 220–225, 1964.

PAREDES, E. C.; MUSIS, C. R. DE; OLIVEIRA, D. C. de. Alguns aspectos das representações sociais de professores da UFMT acerca de sua Atividade Profissional. Disponível em: <http://www.ufmt.br/revista/arquivo/rev18/paredes_oliveira.htm>. Acesso em: 25/1/2016.

PEREIRA, C. S. **Representação social de licenciandos em Química sobre seu objeto de estudo – a química**, 2016. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de

Biociências.

PEREIRA, E. A.; MARTINS, J. R.; ALVES, V. D. S.; DELGADO, E. I. A Contribuição de John Dewey para a Educação. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 3, n. 1, p. 154–161, 2010. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/38>>. Acesso em: 10/2/2016.

PINHO ALVES, J. F. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174–182, 2000a.

PINHO ALVES, J. F. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**, 2000b. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina.

PODOLEFSKY, N. S.; PERKINS, K. K.; ADAMS, W. K. Factors promoting engaged exploration with computer simulations. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 6, n. 2, p. 20117, 2010.

QUADROS, A. L.; CARVALHO, E.; COELHO, F. S.; et al. Os professores que tivemos e a formação da nossa identidade como docentes: um encontro com nossa memória. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2005.

RODRIGUES, A.; CAMILLO, J.; MATTOS, C. Hands-on experiments in the practicum: critical issues for initial teacher education. In: J. Lavonen; K. Juuti; J. Lampiselkä; A. Uitto; K. Hahl (Orgs.); **Science education research: Engaging learners for a sustainable future**. 1st ed, p.2246–2251, 2016. University of Helsinki.

ROSEN, S. A history of the physics laboratory in the american public high school (to 1910). **American Journal of Physics**, v. 22, n. 4, p. 194–204, 1954.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.); **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**, 2000. Porto Alegre: EDIPUCRS.

ROSSONI, L.; GUARIDO FILHO, E. R. Cooperação interinstitucional no campo da pesquisa em estratégia. **Revista de Administração de Empresas**, v. 47, n. 4, p. 74–88, 2006.

ROTH, W.-M.; MCROBBIE, C. J.; LUCAS, K. B.; BOUTONN, S. Why may students fail to learn from demonstrations? A social practice perspective on learning in physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 5, p. 509–533, 1997.

SÁ, C. P. DE. **Núcleo central das representações sociais**. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996a.

SÁ, C. P. DE. Representações sociais: teoria e pesquisa do núcleo central. **Temas em Psicologia**, , n. 3, p. 19–33, 1996b.

SÁ, C. P. DE. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro, RJ: EduERJ, 1998.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem de física, em sala de aula – um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 383–401, 2006.

SEBASTIA, J. M. Que se pretende en los laboratorios de física universitaria? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 3, p. 196–204, 1987.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 31–43, 2000.

SILVA, A. M. T. B. DA; MAZZOTTI, T. B. A Física pelos professores de Física: a contribuição da Teoria das Representações Sociais. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 3, p. 515–528, 2009.

SILVA, E. S. Levantamento sobre a situação do ensino de física nas escola de ensino médio de Joinville. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 2, n. 3, p. 105–113, 1985.

SILVA, R. B.; LEAL, L. S.; ALVES, L. S.; KLERING, E. V; PEZZI, R. P. Estação meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 2015.

SILVEIRA, W. DE P.; TEIXEIRA, O. P. B. Propostas de atividades experimentais presentes em livros didáticos de Física e o imaginário dos autores acerca do papel do professor. XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 2017. **Anais...** . p.1–8, 2017. São Carlos, SP. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0117-1.pdf>>. Acesso em: 10/2/2017.

SOARES, V. L. L. **Laboratório didático de física no ciclo básico universitário**, 1977. (Dissertação de Mestrado) Universidade de São Paulo - IFUSP/FEUSP.

SOARES NETO, J.; JESUS, G. R.; KARINO, C. A.; ANDRADE, D. F. DE A. UMA Escala para medir a infraestrutura escolar. **Est. Aval. Educ.**, v. 24, n. 54, p. 78–99, 2013.

SUART, R. DE C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 200–207, 2010.

TAKAHASHI, E. K.; CARDOSO, D. C.; GUSTAVO, H.; NERI, F.; MARTINS, R. Ambiente Virtual de Aprendizagem para o Estudo da Descoberta do Elétron. **VAEP-RITA**, v. 2, n. 3, 2014.

TAMIR, P. How are the laboratories used? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 14, n. 4, p. 311–316, 1977.

TAVARES, A. D.; GONÇALVES LEDO, R. A.; DE AZEVEDO, C. A. .; SANTIAGO, A. J. O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. 3, p. 185–195, 1989.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense do Ensino da Física**, v. 17, n. 3, p. 360–369, 2000.

THORNTON, R. K. Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching. **Physics Education**, v. 22, n. 4, p. 230–238, 2002.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TÜYSÜZ, C. The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. **International Online Journal of Educational Sciences**, v. 2, n. 1, p. 37–53, 2010.

VERGÈS, P. L'évocation de l'argent : une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. **Bulletin de Psychologie**, v. 45, n. 405, p. 203–209, 1992.

VERGÈS, P.; BOURICHE, B. L'analyse des données par les graphes de similitude. **Sciences Humaines**, p. 1–90, 2001.

VOGEL, M. **Influências do PIBID na Representação Social de licenciandos em Química sobre ser “professor de Química”**, 2016. São Paulo: (Tese Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

WACHELKE, J. F. R. Índice de centralidade de representações sociais a partir de evocações (INCEV): exemplo de aplicação no estudo da representação social sobre envelhecimento. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, n. 1, p. 102–110, 2009.

WACHELKE, J. F. R.; WOLTER, R. Critérios de Construção e Relato da Análise Prototípica para Representações Sociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 4, p. 521–526, 2011.

WACHELKE, J.; WOLTER, R.; MATOS, F. R. Efeito do tamanho da amostra na análise de evocações para representações sociais. **LIBERABIT**, v. 22, n. 2, p. 153–160, 2016.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. New York: Cambridge University Press, 2006.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO – disponibilizado na ferramenta GoogleDocs

1. (Geral) Atua como professor? ☐ Sim ☐ Não
2. (Professor) É professor universitário? ☐ Sim ☐ Não
3. (Geral) Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino
4. (Geral) Estado Civil
☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Separado/Divorciado ☐ Viúvo
5. (Geral) Qual a sua faixa etária?
☐ 15 a 19 anos
☐ 20 a 24 anos
☐ 25 a 29 anos
☐ 30 a 34 anos
☐ mais de 34 anos
6. (Professor) Tempo de Magistério (em anos): _____
7. (Professor) Tempo de Magistério em Física (em anos): _____
8. (Professor) Formação acadêmica: _____
9. (Professor) Disciplinas que leciona ou lecionou?
10. (Professor) Atua em escola e/ou universidade:
☐ Municipal ☐ Estadual ☐ Federal ☐ Privada
11. (Professor) Cidade em que trabalha: _____
12. (Aluno) Em qual rede de ensino estuda? _____
13. (Geral) Qual a frequência que faz (fez) uso das atividades práticas experimentais para o ensino de Física?
☐ semanalmente
☐ quinzenalmente
☐ mensalmente
☐ bimestralmente
☐ semestralmente
☐ anualmente
☐ nunca faz (fez) uso
14. (Aluno) Em qual curso está matriculado?
15. (Aluno) Qual período que cursa atualmente?

16. (Geral) Escreva 7 a 10 palavras ou expressões que lhe venham à mente ao pensar no uso de atividades práticas experimentais para o ensino de Física. Julgue dentre as palavras ou expressões escolhidas a mais importante e justifique sua escolha. Por gentileza, separe por vírgula as palavras ou expressões elencadas.
17. (Professor) Descreva, em sua ação pedagógica, as atividades práticas experimentais mais utilizadas e qual sua frequência durante o ano letivo.
18. (Professor) Caso sua escola ou Faculdade possua Laboratório de Física, descreva sucintamente sua estrutura.

APÊNDICE B

Na sequência temos todos as unificações e ajustamentos utilizados para as análises das evocações. Cabe mencionar que foram suprimidas, desta listagem, as palavras/expressões originais em duplicata ou as que apresentaram extrema similaridade, mantendo apenas as que entendemos ser estritamente essenciais para ilustração dos ajustes efetivados.

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
abstração	abstração
abstrato	abstrato
ação	ação
acidente	acidente
adequação	adequado
alfabetização científica	alfabetização_científica
alienação	alienação
alternativo	alternativo
diferente	alternativo
olhar diferenciado	alternativo
alunos	aluno
aluno não gosta de fazer relatório	aluno_não_gosta_de_fazer_relatório
amador	amador
ambiente	ambiente
ampliação	ampliação
ampliar conhecimentos	ampliar_conhecimento
analisar	analisar
analisar dados	analisar
análise	analisar
análise dos resultados	analisar
análise teórica	analisar
habilidades para relacionar e analisar	analisar
manipulação dos dados experimentais	analisar
manipulação e interpretação de dados coletados	analisar
análise das influências do meio	analisar_influência_do_meio

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
analogia	analogia
ansiedade	ansiedade
aplicabilidade	aplicação
aplicabilidade dos conteúdos	aplicação
aplicação	aplicação
aplicação cotidiana	aplicação
aplicação da teoria	aplicação
aplicação de conceitos	aplicação
aplicação de metodologia e aprofundamento	aplicação
aplicação do conhecimento teórico	aplicação
aplicação do conteúdo	aplicação
aplicação prática	aplicação
aplicação pratica da física	aplicação
aplicação teórica	aplicação
aplicações do conhecimento	aplicação
aplicações reais e cotidianas	aplicação
aplicar	aplicação
as aplicações dos conceitos teóricos são fortalecidos com experimentações	aplicação
apoio	apoio
apoio educacional	apoio
apreensão de significados	apreensão_de_significado
aprender com o erro	aprender_com_erro
a melhor forma de compreender	aprendizagem
ajuda a compreender	aprendizagem
ajuda a entender melhor os conceitos	aprendizagem
aprender	aprendizagem
aprender fazendo	aprendizagem
aprender na pratica	aprendizagem
aprendi	aprendizagem
aprendizado	aprendizagem
aprendizado maior	aprendizagem
aprendizado na prática	aprendizagem
aprendizado prático	aprendizagem
aprendizagem	aprendizagem
assimilação	aprendizagem
assimilação de conceitos	aprendizagem
assimilar	aprendizagem
auxilia a compreensão	aprendizagem
auxilia no ensino-aprendizagem	aprendizagem
clareza para compreensão	aprendizagem
cognição	aprendizagem
com maior fixação	aprendizagem
compreensão	aprendizagem
compreensão da teoria	aprendizagem
compreensão do micro (abstrato) para o macro	aprendizagem
compreensão do que é estudado	aprendizagem
compreensão dos fenômenos	aprendizagem
discernimento	aprendizagem
ensino-aprendizagem de física	aprendizagem
ensino e aprendizagem	aprendizagem
ensino-aprendizagem	aprendizagem
entender	aprendizagem
entendimento	aprendizagem
este fato facilita e muito a aprendizagem	aprendizagem
expande a visão e a facilita a compreensão dos fenômenos físicos	aprendizagem

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
fácil entendimento dos conceitos	aprendizagem
Facilidade em apreender	aprendizagem
facilidade na aprendizagem	aprendizagem
facilita o aprendizado	aprendizagem
facilita o aprendizado e assimilação dos conceitos aprendidos em sala de aula	aprendizagem
facilita o aprendizado e aumenta a interação dos alunos	aprendizagem
facilita o processo de ensino aprendizagem	aprendizagem
facilita o processo ensino aprendizagem dos conceitos	aprendizagem
facilitação do entendimento	aprendizagem
facilitador	aprendizagem
facilitadora	aprendizagem
facilitadoras do entendimento e construção de conceito	aprendizagem
facilitando o entendimento da disciplina de forma lúdica	aprendizagem
facilitar a aprendizagem	aprendizagem
facilitar a compreensão	aprendizagem
favorece o processo de ensino aprendizagem	aprendizagem
fazer fazendo para aprender	aprendizagem
fixação	aprendizagem
fixação de conteúdo	aprendizagem
fixação do aprendizado	aprendizagem
fixação do saber	aprendizagem
fixar o aprendizado	aprendizagem
instrumento de fixação	aprendizagem
lucidez de conceitos	aprendizagem
melhor absorção do conteúdo teórico	aprendizagem
melhor aprendizado	aprendizagem
melhor aprendizagem	aprendizagem
melhor compreensão	aprendizagem
melhor entendimento	aprendizagem
melhor entendimento da matéria	aprendizagem
melhor entendimento entre a teoria e a prática	aprendizagem
melhor fixação dos conceitos de Física	aprendizagem
melhor o entendimento dos alunos sobre o conceitos	aprendizagem
melhor para o aluno na aprendizagem	aprendizagem
melhora o conhecimento	aprendizagem
melhorar o ensino-aprendizagem	aprendizagem
melhoria na compreensão dos assuntos abordados	aprendizagem
processo de aprendizagem	aprendizagem
real aprendizagem do aluno	aprendizagem
torna a teoria mais fácil de ser entendida	aprendizagem
aprendizagem com os pares	aprendizagem_com_pares
compreensão do mundo	aprendizagem_do_mundo
aprendizado significativo	aprendizagem_significativa
aprendizagem com significado	aprendizagem_significativa
aprendizagem significativa	aprendizagem_significativa
apresentação	apresentação
aprimoramento	aprimoramento
aprimoramento do conhecimento	aprimoramento
aprimorar	aprimoramento
aprofundamento	aprofundamento
aprofundamento da teoria	aprofundamento
aprofundamento de física básica	aprofundamento
aprofundamento do ensino teórico	aprofundamento
aproxima a ciência	aproxima_ciência
gosto pela ciência	aproxima_ciência
tentar desmistificar a ciência	aproxima_ciência

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
aproximação	aproximação
a prática tem a capacidade de mostrar ao aluno como os fenômenos acontecem	aproximar_aluno_fenômeno
aproximação do aluno aos saberes em física	aproximar_aluno_fenômeno
proporcionar aos estudantes um contato mais próximo dos fenômenos da natureza	aproximar_aluno_fenômeno
comunicação professor aluno	aproximar_professor_aluno
proximidade professor-aluno	aproximar_professor_aluno
relação professor-aluno	aproximar_professor_aluno
aproximar o conhecimento do aluno	aproximar_teorias_aluno
atribuir significados aos princípios	aproximar_teorias_aluno
tornando a matéria mais próxima do aluno	aproximar_teorias_aluno
argumentação	argumentação
articulação	articulação
articular	articulação
aproximação da teoria da prática	articular_teorias_prática
articulação teoria prática	articular_teorias_prática
articular teoria e o concreto	articular_teorias_prática
conexão de conteúdo com a prática	articular_teorias_prática
dar sentido à teoria	articular_teorias_prática
diminui a distância entre teoria e prática	articular_teorias_prática
elo entre teoria e prática	articular_teorias_prática
fazer relações da teoria com a prática	articular_teorias_prática
ligação da prática com a teoria	articular_teorias_prática
ligar prática à teoria	articular_teorias_prática
ótima conexão com a teoria	articular_teorias_prática
pôr em prática a teoria	articular_teorias_prática
relação da equações físicas com os experimentos	articular_teorias_prática
relação de teoria com a prática	articular_teorias_prática
relação teoria e prática	articular_teorias_prática
relacionar a prática ao teórico	articular_teorias_prática
relacionar dados teóricos com dados reais	articular_teorias_prática
teoria e prática	articular_teorias_prática
transcender à teoria	articular_teorias_prática
traz sentido empírico à teoria	articular_teorias_prática
vinculação entre aspectos empíricos e conceituais	articular_teorias_prática
atenção	atenção
concentração	atenção
atitude	atitude
atividade	atividade
atividade de astronomia	atividade_astronomia
atividade avaliativa diferenciada	atividade_avaliativa_diferenciada
atrativas	atrativo
atuação	atuação
abordar o conteúdo de forma interessante ao aluno e de uma maneira diferente	aula_diversificada
aula diferenciada	aula_diversificada
aula diferente	aula_diversificada
aulas mais elaboradas	aula_diversificada
diversifica a aula	aula_diversificada
enriquece a aula	aula_diversificada
ensino não tradicional	aula_diversificada
metodologia diferenciada	aula_diversificada
aula rica	aula_rica
autonomia	autonomia
avaliação	avaliação
verificação do aprendizado	avaliação

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
avanço	avanço
avental	avental
baixo custo	baixo_custo
coisas feitas com sucata	baixo_custo
equipamentos simples do cotidiano	baixo_custo
equipamentos de baixo custo	baixo_custo
experimentação na sala de aula com, materiais simples	baixo_custo
experimentos de baixo custo	baixo_custo
fazer experimentos com objetos recicláveis do cotidiano	baixo_custo
materiais alternativos	baixo_custo
bancadas de trabalho	bancada
beleza	beleza
bons livros didáticos	bons_livros_didáticos
busca de conhecimento	busca_conhecimento
calibração	calibração
calibração de instrumentos	calibração
calibrar	calibração
cansaço e desgaste	cansaço
carga horária compatível	carga_horária_compatível
ciência no cotidiano	ciência_cotidiano
ciência e tecnologia	ciência_tecnologia
ciências	ciências
tudo é ciência	ciências
clareza	clareza
colaboração	colaboração
cooperação	colaboração
possibilidade de colaboração	colaboração
atividades práticas em espaços não formais	coleta_dados_locais_não_formais
coleta dados em locais não formais	coleta_dados_locais_não_formais
companheirismo	companheirismo
confrontar conhecimentos de senso comum com os conhecimentos científicos	comparar_senso_comum_conhecime nto_científico
competência	competência
a atividade prática complementa a teoria	complementação
agrega à teoria	complementação
atividade auxiliar	complementação
complementa a aula teórica	complementação
complementa conceitos	complementação
complementa conteúdos	complementação
complementação	complementação
complementação das aulas teóricas	complementação
complementam o conteúdo visto em sala de aula	complementação
complementar	complementação
complementar a teoria	complementação
complemento	complementação
material de apoio para a teoria	complementação
teoria e prática se complementam	complementação
complexidade	complexidade
complicado	complicado
comportamento	comportamento
comunicação	comunicação
conceito	conceito
conclusão	conclusão
elaborar conclusões	conclusão
estabelecimento de conclusões	conclusão
tirar conclusões	conclusão
algo mais palpável	concreto

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
concreto	concreto
ela é um contato real	concreto
materialidade	concreto
palpável	concreto
pensamento concreto	concreto
remove totalmente ou parte da abstração, torna concreto	concreto
tornar concreto	concreto
tornar concreto a abstração do fenômeno	concreto
traz concretude à abstração teórica	concreto
condições de uso do laboratório	condição_de_uso_do_laboratório
comparação com a teoria	confirmação_da_teoría
comparação da teoria	confirmação_da_teoría
comparar com a teoria	confirmação_da_teoría
comparar teoria e prática	confirmação_da_teoría
comprova a teoria	confirmação_da_teoría
comprovação da teoria	confirmação_da_teoría
comprovação das leis da física	confirmação_da_teoría
comprovação de certos princípios e teorias	confirmação_da_teoría
comprovar da teoria	confirmação_da_teoría
comprovar teoria por meio da prática	confirmação_da_teoría
comprovar teorias	confirmação_da_teoría
confirma a teoria	confirmação_da_teoría
confirmação da teoria	confirmação_da_teoría
confirmar a teoria com o experimento	confirmação_da_teoría
conformidade com a teoria	confirmação_da_teoría
confronto com a teoria	confirmação_da_teoría
consolidação da teoria	confirmação_da_teoría
consolidar conceito	confirmação_da_teoría
constatação empírica da teoria	confirmação_da_teoría
corroboração teórica	confirmação_da_teoría
engrandece a teoria	confirmação_da_teoría
permite confrontar situações reais com aquelas idealizadas	confirmação_da_teoría
provar teoria	confirmação_da_teoría
provar teorias	confirmação_da_teoría
reafirma conceitos	confirmação_da_teoría
seria muito bom comprovar na prática o que foi visto em um caderno ou lousa	confirmação_da_teoría
teoria comprovada na prática	confirmação_da_teoría
teoria posta à prova	confirmação_da_teoría
testando a teoria em relação àquilo que estamos estudando em sala de aula	confirmação_da_teoría
testar teorias	confirmação_da_teoría
validação da teoria	confirmação_da_teoría
validação de teorias	confirmação_da_teoría
ver a teoria sendo posta em prática	confirmação_da_teoría
verificação da teoria	confirmação_da_teoría
verificação de teoria	confirmação_da_teoría
confirmação de hipóteses	confirmação_hipótese
construção e verificação de hipóteses	confirmação_hipótese
hipóteses e levantamento de possíveis soluções	confirmação_hipótese
validação de hipóteses	confirmação_hipótese
verificação de hipótese	confirmação_hipótese
conflito	conflito
introduz dúvidas que façam os alunos se interessar	conflito
provocar conflito	conflito
confuso	confuso
conhecimento	conhecimento

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
conhecimento acumulado	conhecimento
conhecimento adquirido	conhecimento
formação do conhecimento científico	conhecimento
conhecimento prévio	conhecimento_prévio
construção	construção
construir	construção
auxílio na construção do conhecimento conceitual	construir_conhecimento
construção de conhecimento	construir_conhecimento
construção de ideias	construir_conhecimento
construção do conhecimento	construir_conhecimento
construir o conhecimento através da prática	construir_conhecimento
incentivo à construção do conhecimento a partir do trabalho coletivo	construir_conhecimento
parte da construção do conhecimento	construir_conhecimento
proporciona a construção do conhecimento	construir_conhecimento
construtivismo	construtivismo
construtivo	construtivo
contato	contato
conteúdo	conteúdo
conteúdo científico	conteúdo_científico
contextualização	contextualização
contextualização da teoria	contextualização
contextualização dos fenômenos	contextualização
contextualização experimental	contextualização
contextualizar	contextualização
depende de contextualização	contextualização
contribuição	contribuição
controle	controle
correção	correção
atualidade	cotidiano
cotidiano	cotidiano
cotidiano do aluno	cotidiano
física no cotidiano	cotidiano
no dia a dia	cotidiano
relação com o cotidiano	cotidiano
criar	criar
criatividade	criatividade
criatividade na criação de experimentos	criatividade
desenvolvimento da criatividade	criatividade
estímulo para a criatividade	criatividade
cuidado	cuidado
cultura	cultura
curiosidade	curiosidade
instigar a curiosidade do estudante	curiosidade
currículo	currículo
currículo de São Paulo	currículo
custo	custo
gastos	custo
coleta de dados	dados
coleta e tratamento de dados	dados
dados	dados
registro de dados	dados
tomada de dados	dados
contraste de concepções e de opiniões	debate
debate	debate
decepção	decepção
dedicação do professor	dedicação_professor

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
a exemplificação de maneira física e tangível aos sentidos e de um fenômeno físico	demonstração
demonstra fenômenos físicos	demonstração
demonstração	demonstração
demonstração condizente com o conteúdo dado em classe	demonstração
demonstração de comportamentos	demonstração
demonstração de conceitos abstratos	demonstração
demonstrar	demonstração
demonstrar que algo simples pode ser muito interessante	demonstração
demonstração, pode-se relacionar muitas vezes com o dia a dia	demonstração
exemplificar o conteúdo abordado	demonstração
exemplos práticos das leis da física	demonstração
exposição dos conceitos através da demonstração	demonstração
desafiadoras	desafio
desafio	desafio
superar adversidade	desafio
desafia a resolução de problemas	desafio_resolução_problema
falta tecnologia mais atual	desatualizado
materiais antigos	desatualizado
descoberta	descoberta
descobrimento	descoberta
descobrir	descoberta
em alguns experimentos o aluno é o responsável em descobrir os fenômenos envolvidos	descoberta
novas descobertas	descoberta
desconhecido	desconhecido
descrever	descrever
descritivo	descrever
desenvolvimento	desenvolvimento
desmistificar a física	desmistificação
às vezes entediante	desmotivador
chato	desmotivador
desinteressante	desmotivador
desmotivador, pois os resultados são previsíveis	desmotivador
difficuldade de atrair atenção para aula	desmotivador
desperta a busca de maiores conhecimentos	desperta_busca_por_maior_conhecimento
despertar o interesse do estudante pelo conteúdo	despertar
desvio	desvio
diálogo	diálogo
didático	didático
pedagógico	didático
diferenciação	diferenciação
diffícil	difficuldade
diffícil trabalhar	difficuldade
difficuldade	difficuldade
difficuldade pessoal em lidar com elas	difficuldade
ninguém usa para não quebrar	difficuldade
obstáculo	difficuldade
aula dinâmica	dinâmica
aulas dinâmicas	dinâmica
dinâmico	dinâmico
disciplina	disciplina
discussão	discussão
discussão da montagem da experiência	discussão
discussão do experimento feito	discussão

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
discussão sobre o tema	discussão
discussão do modelo a partir dos dados encontrados	discussão_modelo
diversidade	diversidade
diversificar	diversidade
dor de cabeça	dor_de_cabeça
dúvidas	dúvida
gerar dúvidas úteis	dúvida
perguntar	dúvida
educativo	educativo
elaboração	elaboração
trabalho empírico	empírico
empirismo	empirismo
enriquecimento	enriquecimento
ensino diferenciado dos conceitos desenvolvidos	ensino_diferenciado
ensino diferenciado	ensino_diferenciado
menor monotonia, ensino diferente	ensino_diferenciado
pluralismo metodológico	ensino_diferenciado
uso de diferentes ferramentas de ensino a partir do experimento	ensino_diferenciado
ensino participativo	ensino_participativo
criação de situações de aprendizagens desafiadoras para os alunos	ensino_por_investigação
ensino através de investigação	ensino_por_investigação
ensino por investigação	ensino_por_investigação
propor investigação de fenômenos naturais	ensino_por_investigação
sequência de ensino por Investigação	ensino_por_investigação
epistemologia	epistemologia
epistemologia experimental	epistemologia_experimental
equipamento	equipamento
microscópio	equipamento
pêndulos	equipamento
pilhas	equipamento
errar	errar
acúmulo de erros	erro
erro	erro
erro esperado	erro
erro operacional	erro
erro percentual	erro
erros	erro
erros grosseiros	erro
noções sobre erros de medidas e Algarismos significativos	erro
propagação de erros	erro
teoria de erros	erro
tratamento de erros	erro
elucidação de dúvidas	esclarecedor
esclarecedor	esclarecedor
espaço	espaço
estratégia	estratégia
estudo	estudo
estudo do material	estudo_material
postura ética	ética
excesso de aluno	excesso_de_aluno
exemplo	exemplo
exige mais preparação do professor	exige_mais_preparação_professor
demandar tempo para preparo	exige_tempo_preparo
exige muito tempo de preparação	exige_tempo_preparo
tempo de preparo do experimento	exige_tempo_preparo

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
tempo para preparação	exige_tempo_preparo
expectativa	expectativa
expedições	expedição
experimentação	experimentação
experimental	experimental
aparato experimental	experimento
atividades experimentais	experimento
ensaio	experimento
experiência em laboratório	experimento
experiência prática	experimento
experimento	experimento
explicação	explicação
explicar	explicação
exploração	exploração
explorar conceitos	explorar_conceitos
facilidade	facilidade
falhas	falha
às vezes travado pelo programa e avaliações	falta_abertura_curriculo
falta de compromisso	falta_compromisso
falta de vontade	falta_compromisso
ausência de alguns materiais de precisão	falta_de Equipamento
falta de equipamento	falta_de Equipamento
falta de equipamentos específicos	falta_de Equipamento
falta de material	falta_de Equipamento
gambiarra	falta_de Equipamento
falta de incentivo	falta_de incentivo
nem toda escola abre esse espaço	falta_de incentivo
em muitas escolas inviável	falta_de infraestrutura
falta de mesas e cadeiras adequadas	falta_de infraestrutura
falta de um espaço apropriado para a realização dos experimentos	falta_de infraestrutura
falta espaço e material na escola	falta_de infraestrutura
falta estrutura adequada nas escolas	falta_de infraestrutura
laboratório pequeno	falta_de infraestrutura
falta de tempo	falta_de tempo
mais tempo	falta_de tempo
necessita de tempo para elaborar	falta_de tempo
tempo curto	falta_de tempo
a formação inicial do professor não dá a devida importância	falta_formação_profissional
a discussão das atividades práticas	
deficiência de formação dos professores	
falta de preparação do professor	falta_formação_profissional
falta experiência profissional para aplicar mais práticas experimentais	falta_formação_profissional
requer boa qualificação do professor	falta_formação_profissional
fazer sentido na vida	fazer_sentido_na_vida
felicidade	felicidade
fenômeno	fenômeno
fenômenos	fenômeno
fenômenos físico	fenômeno
fenomenologia	fenomenologia
formação	formação
angústia	frustração
frustração	frustração
fugir do formalismo matemático	fugir_formalismo_matemático
função	função
funcionamento	funcionamento

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
ajuste de curvas	gráfico
construção de gráficos	gráfico
construção de tabelas e gráficos	gráfico
fazer gráficos	gráfico
gráfico	gráfico
representação gráfica	gráfico
grandezas	grandeza
relações entre grandezas	grandeza
auxílio na construção do conhecimento procedimental	habilidade
desenvolvimento de habilidades manuais	habilidade
habilidades	habilidade
desenvolvimento de habilidades científicas	habilidade_científica
desenvolvimento de habilidades no manuseio de equipamentos	habilidade_manipulação
avaliação e exercício de habilidades psicomotoras	habilidade_manual
habilidade de mão na massa	habilidade_manual
habilidade manual	habilidade_manual
especulativo	hipótese
estímulo à elaboração de hipóteses	hipótese
habilidades para elaborar hipóteses	hipótese
hipótese	hipótese
ideias	hipótese
levantamento de hipóteses	hipótese
história da ciência	história_ciência
ligar os experimentos com a história da física e com situações contemporâneas	história_ciência
essencial	importante
fundamental	importante
fundamental para o aprendizado de física	importante
importante	importante
importante para o aprendizado	importante
muito importante	importante
primordial	importante
relevante	importante
improvisos	improviso
incentivo	incentivo
incerteza	incerteza
incrível	incrível
alunos agitados	indisciplina
indisciplina	indisciplina
indisciplina dos alunos	indisciplina
indução	indução
infraestrutura	infraestrutura
inovação	inovação
inovador	inovador
inovadora	inovador
instigar	instigar
instrumentação	instrumentação
ferramentas e instrumentos	instrumento
instrumento de medidas	instrumento
instrumentos	instrumento
integração	integração
interação	interação
interação aluno-aluno	interação
interação dos alunos	interação
interativa	interação
interatividade	interação

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
maior interação e envolvimento dos alunos	interação
interativo	interativo
interdisciplinaridade	interdisciplinaridade
interessante	interessante
surpreendente	interessante
interpretação	interpretação
interpretar	interpretação
interpretação dos dados	interpretação_dados
atividade investigativa	investigação
em alguns momentos permite a investigação por parte dos alunos	investigação
investigação	investigação
investigação a partir de erros no experimento	investigação
investigar	investigação
investigar os fenômenos	investigação
investigar para aprender	investigação
investigativa	investigação
investimento	investimento
kits	kit
kits de equipamentos experimentais	kit
laboratório	laboratório
laboratórios	laboratório
laboratório didático	laboratório_didático
laboratório estruturado	laboratório_estruturado
atividades realizadas na sala de aula sem estrutura	laboratório_não_estruturado
laboratório não estruturado	laboratório_não_estruturado
legal	legal
leitura	leitura
lembranças	lembrança
linguagem	linguagem
livro	livro
abordagem lúdica	lúdico
atividade lúdica	lúdico
lúdica	lúdico
ludicidade	lúdico
lúdico	lúdico
lugar apropriado	lugar_apropriado
maior diversidade de experimentos	maior_diversidade_de_experimentos
maior diversidade de matérias disponíveis	maior_diversidade_de_materiais
atividades manuais	manipulação
manipulação	manipulação
manipulação de equipamento	manipulação
manipulação do corpo de prova	manipulação
manipulação manual	manipulação
manual	manipulação
manusear	manipulação
manuseio	manipulação
manuseio de materiais	manipulação
mão na massa	manipulação
mexer	manipulação
trabalhar com aparelhos	manipulação
cálculo	matemática
dedução de fórmulas	matemática
expressões matemáticas	matemática
fórmula	matemática
formulações	matemática
fórmulas	matemática

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
matemática	matemática
materiais	material
materiais adequados	material
material	material
mediação	mediação
mediação do fenômeno	mediação
aferição do tempo	medida
medição	medida
medições	medida
medidas	medida
medidas e incertezas	medida
medidas físicas	medida
medir	medida
precisão	medida
valores médios	medida
melhoria	melhoria
compreensão do método científico	método_científico
método	método_científico
método científico	método_científico
método experimental	método_científico
metodologia	metodologia
metodologia simples	metodologia
metodologias	metodologia
estabelecimento de relações matemáticas	modelagem
formulação matemática de comportamentos a partir dos dados	modelagem
modelagem	modelagem
modelagem científica	modelagem
modelagem matemática	modelagem
modelização	modelagem
relação com modelagem	modelagem
transposição de fenômenos à linguagem matemática	modelagem
utilização de modelos	modelagem
modelo	modelo
modelo para explicação	modelo
modelos	modelo
modelos físicos	modelo
monotonia	monotonia
alegria e motivação	motivação
alunos motivados	motivação
animação	motivação
aumenta o entusiasmo do aluno	motivação
aumento no interesse dos alunos	motivação
brincadeira	motivação
cativante para o aluno	motivação
descontração	motivação
despertar o interesse do aluno	motivação
diversão	motivação
é atrativo e motivador para os alunos	motivação
é motivador para o aluno fazer experimentos	motivação
eletrizante	motivação
empolgante para o aluno	motivação
estimulante para aluno	motivação
fantástico para os alunos	motivação
fascínio durante as aulas	motivação
forma mais interessante e atrativa para os alunos	motivação
gosto pela matéria	motivação

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
impactante para os alunos	motivação
intrigante para o aluno	motivação
motivação	motivação
motivação do aluno	motivação
motivador	motivação
motivadora	motivação
motivadoras	motivação
motivar	motivação
motivar os alunos para com a disciplina	motivação
no qual é bastante fascinante para os alunos	motivação
os alunos gostam	motivação
os alunos gostam muito	motivação
podem auxiliar na motivação dos estudantes	motivação
possibilidade de maior interesse	motivação
situações curiosas para o aluno	motivação
movimento	movimento
ambiente diferente	mudação_rotina
mudança de ambiente	mudação_rotina
quebra a rotina de apenas escrever	mudação_rotina
sair da rotina	mudação_rotina
pensar fora da caixa	mudança
mudança conceitual	mudança_conceitual
museus de ciências	museu_de_ciências
não comprovar a teoria	não_comprovar_teoría
natureza	natureza
considerações sobre aspectos da natureza da ciência	natureza_da_ciência
física é uma ciência experimental	natureza_da_ciência
natureza da ciência	natureza_da_ciência
necessária	necessário
necessário	necessário
novas experiências	novidade
novidade	novidade
objetividade	objetividade
objetivo	objetivo
observação	observação
observação de fenômenos	observação
observação de fenômenos físicos	observação
observação de fenômenos naturais	observação
observar	observação
observo e experimento	observação
observação da natureza	observação_natureza
organização	organização
participação	participação
participar	participação
aluno como parte do aprendizado	participação_aluno
aprendizagem ativa	participação_aluno
aulas interativas	participação_aluno
envolvimento do aluno	participação_aluno
os alunos participam mais	participação_aluno
papel ativo do aluno	participação_aluno
participação do aluno	participação_aluno
permite que os alunos sejam mais ativos durante a aula	participação_aluno
permitir a participação dos alunos durante o curso	participação_aluno
proatividade dos estudantes	participação_aluno
protagonismo do aluno	participação_aluno
pensamento	pensamento
oportunidade de desenvolver o pensamento científico	pensamento_científico

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
pensamento científico	pensamento_científico
pensar	pensar
percepção	percepção
percepção do evento	percepção
percepção do fenômeno	percepção
perda	perda
contato com pesquisa	pesquisa
incentivo à pesquisa	pesquisa
pesquisa	pesquisa
pesquisar	pesquisa
pesquisa-ação	pesquisa_ação
distribuição de funções	planejamento
planejamento	planejamento
planejamento das etapas	planejamento
não neutralidade	posicionamento
aula prática	prática
prática	prática
práticas diversificadas	prática
praticar ciências	praticar_ciências
praticidade	praticidade
prático	prático
prazeroso	prazeroso
tornar a aprendizagem de Física prazerosa	prazeroso
preparação	preparação
preparo prévio	preparo
problema	problema
problema aberto	problema_aberto
problematização	problematização
arranjo experimental	procedimento
confeção de experimentos	procedimento
procedimental	procedimento
procedimento experimental	procedimento
procedimentos	procedimento
produtivo	produtivo
professor	professor
faz com que o professor saia da sua zona de conforto	professor_sair_zona_conforto
vida profissional	profissional
progresso	progresso
projeto de curso	projeto_curso
promove o senso de investigação no estudante	promove_senso_investigação_aluno
proximidade	proximidade
qualidade	qualidade
quebra de paradigma	quebra_de_paradigma
questionamento	questionamento
desenvolvimento de raciocínio lógico	raciocínio_lógico
porque tudo que envolve física está dentro do raciocínio lógico	raciocínio_lógico
raciocínio	raciocínio_lógico
raciocínio lógico	raciocínio_lógico
rapidez	rapidez
explicam a realidade	realidade
realidade	realidade
realizar	realizar
didática dos saberes - um experimento pode ser um recurso didático do professor para apresentar um saber	recurso_didático
recurso	recurso_didático
recurso didático	recurso_didático

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
recurso didático para o ensino da física	recurso_didático
reelaboração do roteiro pelo aluno	reelaboração_roteiro_aluno
refaz os procedimentos	refazer_procedimento
reflexão	reflexão
registro	registro
relação	relação
relacionar	relação
relações	relação
elaboração de relatórios	relatório
realização de relatórios	relatório
relatório	relatório
relatórios dos experimentos	relatório
relatórios e sínteses	relatório
relatórios sobre prática	relatório
pilhas de relatórios para corrigir	relatório_para_corrigir
rendimento satisfatório	rendimento
repetição	repetição
reposição	reposição
representação	representação
representativas	representação
reprodução	reprodução
reprodução e obtenção	reprodução
reprodutibilidade	reprodução
resolução	resolução
resultado	resultado
resultados	resultado
eficácia	resultado_positivo
eficiente	resultado_positivo
resultado positivo	resultado_positivo
retorno positivo	resultado_positivo
receita de bolo	roteiro
roteiro	roteiro
roteiro de prática	roteiro
roteiro e instruções	roteiro
roteiro experimental	roteiro
roteiros de trabalho	roteiro
saber	saber
segurança	segurança
senso comum	senso_comum
espírito crítico	senso_crítico
senso crítico	senso_crítico
sentir	sentir
significado	significado
significativa	significativo
símbolo	símbolo
simples	simplicidade
simplicidade	simplicidade
síntese	síntese
socialização	socialização
sociedade	sociedade
soluções	solução
soma	soma
subjetividade	subjetividade
surpresa	surpresa
fazer tabelas	tabela
tabela	tabela
técnica	técnica

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
técnicas experimentais	técnica_experimental
técnico	técnico
tecnologia	tecnologia
tema	tema
tempo	tempo
tentativa e erro	tentativa
base teórica	teoria
conteúdo teórico	teoria
leis	teoria
teoria	teoria
teste	teste
trabalho	trabalho
atividade em grupo	trabalho_em_grupo
desenvolve o trabalho coletivo entre os alunos	trabalho_em_grupo
desenvolver trabalho em equipe	trabalho_em_grupo
equipe trabalhando	trabalho_em_grupo
experimento trabalhando em grupo	trabalho_em_grupo
grupo	trabalho_em_grupo
grupo de trabalho	trabalho_em_grupo
organização de trabalho em equipe	trabalho_em_grupo
organização em grupos	trabalho_em_grupo
pesquisa e trabalho em equipe	trabalho_em_grupo
trabalho coletivo	trabalho_em_grupo
trabalho cooperativo	trabalho_em_grupo
trabalho em equipe	trabalho_em_grupo
trabalho em grupo	trabalho_em_grupo
trabalho extra para montar tudo	trabalho_extra_para_montar
esforço	trabalhoso
exaustão	trabalhoso
mais trabalho para o professor	trabalhoso
trabalhosa para ambos ao lados para se obter um bom resultado	trabalhoso
trabalhosas	trabalhoso
trabalhoso	trabalhoso
trabalhoso para professor	trabalhoso
tradicional	tradicional
transposição didática	transposição_didática
Arduino	uso_tecnologia
atividades virtuais com as TIC	uso_tecnologia
com o emprego de computadores e programas específicos para atividades práticas de laboratório ou de simulação	uso_tecnologia
computador como atividade prática	uso_tecnologia
experimentos virtuais	uso_tecnologia
laboratório de Informática	uso_tecnologia
simulação computacional	uso_tecnologia
simulações	uso_tecnologia
simuladores	uso_tecnologia
software	uso_tecnologia
tecnologias de informação e comunicação	uso_tecnologia
TIC	uso_tecnologia
uso da tecnologia	uso_tecnologia
uso de novas tecnologias	uso_tecnologia
uso de tecnologia	uso_tecnologia
utilização de softwares para análise de dados	uso_tecnologia
útil	útil
valorização histórica	valorização_histórica
é muito bom ver na prática o que aprendemos na teoria	ver_na_prática

EVOCAÇÃO ORIGINAL	EVOCAÇÃO AJUSTADA
os experimentos da física nos leva a ver as fórmulas e grandes expressões vistas na prática	ver_na_prática
posso ver o que aprendo enquanto aprendo	ver_na_prática
ver com os próprios olhos	ver_na_prática
ver na prática	ver_na_prática
veracidade	veracidade
verificação	verificação
versátil	versátil
ajuda a visualizar	visualização
ilustra conceitos	visualização
ilustração	visualização
ilustração do conteúdo	visualização
ilustrativa	visualização
melhor visualização da Física	visualização
nova forma de visualizar os fenômenos e conceitos físicos	visualização
pedagogia visual	visualização
torna a teoria mais visível	visualização
visual	visualização
visualiza melhor a teoria	visualização
visualização	visualização
visualização da teoria	visualização
visualização das aulas teóricas	visualização
visualização do conceito teórico	visualização
visualização do conteúdo	visualização
visualização dos fenômenos	visualização
visualizar	visualização
visualizar a coisa funcionando	visualização
visualizar conceitos na prática	visualização
visualizar fenômenos	visualização
visualizar fenômenos com mais clareza	visualização
visualizar os fenômenos descritos durante as aulas	visualização
visualizar teorias	visualização
experiência de vida	vivenciar
fazer e ou vivenciar ciência	vivenciar
vivência	vivenciar
vivência em laboratório	vivenciar
vivenciar	vivenciar
vivenciar novos modos de aprendizagem científica	vivenciar
vivenciar uma realidade	vivenciar