

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFRGS**  
**DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA**

**REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE CONCEITOS DE**  
**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA<sup>1</sup>**

**THAÍS RAFAELA HILGER**

**PORTO ALEGRE**

**2013**

---

<sup>1</sup> Agência financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFRGS**  
**DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA**

**REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE CONCEITOS DE**  
**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**

**THAÍS RAFAELA HILGER**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do prof. Dr. Marco Antonio Moreira, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Física.

**PORTO ALEGRE**

**2013**

**THAÍS RAFAELA HILGER**

**REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE CONCEITOS DE  
FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do prof. Dr. Marco Antonio Moreira, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Física.

Aprovada em 22 de julho de 2013.

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira  
Doutor em Ensino de Ciências, IF-UFRGS

Profa. Dra. Luiza Rodrigues de Oliveira  
Doutora em Educação, ISERJ

Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto  
Doutor em Física, ULBRA

Profa. Dra. Sandra Denise Prado  
Doutora em Ciências, IF-UFRGS

Prof. Dr. Rubem Erichsen Junior  
Doutor em Ciências, IF-UFRGS

Prof. Dr. Sérgio Ribeiro Teixeira  
Doutor em Física, IF-UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço especialmente ao professor Marco Antonio Moreira, pelos anos de trabalho, orientação e dedicação, mas principalmente pelo exemplo a seguir.

À Adriane Griebeler, pela parceria e sintonia que permitiram que parte deste trabalho fosse realizado.

Aos funcionários Waldomiro Olivo, Vera Oliveira e Adriana Toigo, pela paciência e urgência.

Aos colegas, pelas longas discussões e cafés.

## RESUMO

Na perspectiva da aprendizagem significativa, o conhecimento prévio, ou subsunçor, do aprendiz é imprescindível para que ocorra a ancoragem cognitiva. As representações sociais, juntamente com outras ideias que compõem a ecologia representacional mental do aprendiz, podem ser relevantes em relação ao que se pretende aprender, pois atuam como subsunçores. Algumas dessas ideias podem ter sofrido a influência de meios de divulgação, que auxiliam na difusão de conceitos científicos – ou quase científicos – e podem influenciar o conhecimento das pessoas, por isso se faz necessário investigar qual o significado atribuído a tais conceitos na elaboração de representações sociais. À luz dos referenciais teóricos da aprendizagem significativa e das representações sociais, é apresentado um estudo, cujos objetivos são: 1) a partir das representações em relação à Física Quântica, identificadas no trabalho de mestrado, propor uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) para tratar deste tema a fim de investigar a possibilidade de modificação nessas representações; e 2) identificar possíveis representações sociais sobre outros conceitos de Física Moderna e Contemporânea que possam atuar como subsunçores no processo de aprendizagem significativa. Para alcançar os objetivos, a pesquisa é dividida em duas frentes de trabalho: a primeira dá continuidade à investigação do mestrado sobre o conceito de Física Quântica, buscando a evolução representacional, através da análise de mapas mentais e conceituais abordados no decorrer de uma proposta de ensino, e a segunda trata da investigação de outros conceitos que possam ser alvo de representações sociais, por meio de questionários de associação de palavras, para alcançar o grande público, como por exemplo, estudantes de Ensino Médio, universitários, moradores de uma mesma região, que compartilhem a mesma cultura, etc. Os resultados indicam a existência de possíveis representações sociais sobre os temas pesquisados e a possibilidade de mudança representacional utilizando a proposta de ensino sobre Mecânica Quântica.

Palavras-chave: representações sociais, aprendizagem significativa, Física Quântica, Física Moderna e Contemporânea.

## ABSTRACT

In the perspective of the meaningful learning theory, previous knowledge, or subsumers, are indispensable for cognitive anchoring. Social representations, together with other ideas that compose the learner's mental representation ecology, might be relevant regarding what is to be learned since they act as subsumers. Some of these ideas might have been influenced by the diffusion media, that help to disseminate scientific concepts – or almost scientific – and might influence people's knowledge. That's why it is necessary to investigate the meaning assigned to these concepts in the construction of social representations. Under the frameworks of meaningful learning and social representations theories a research study was carried out with the following objectives: 1) from the social representations identified in the master's degree study, regarding Quantum Mechanics, to construct a Potentially Meaningful Teaching Until (PMTU) to deal with this subject and to investigate the possibility of changing such representations; 2) to identify possible social representations about other concepts of Modern and Contemporary Physics that might act as subsuming concepts in meaningful learning. To reach these objectives the research was divided into two work fronts: the first one provides some continuation to the study carried out in the master's degree about the concepts of Quantum Physics, looking for a conceptual evolution, through the use of mental and conceptual maps using during the teaching process, and the second one deals with the research of the other concepts that might be target of social representations, through word association questionnaires, to reach a large audience such as, for example, high school students, college students, citizens of a given region that share the same culture, etc. Research findings suggest the existence of possible social representations about the chosen topics and also the possibility of a representational change of them using a didactical proposal to teach Quantum Mechanics.

Keywords: social representations, meaningful learning, quantum physics, modern and contemporary physics.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	5
MARCO TEÓRICO .....	22
3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	22
3.2 TEORIA DA REPRESENTAÇÃO SOCIAL .....	30
METODOLOGIA.....	54
4.1. FRENTE DE TRABALHO 1 .....	55
4.2. FRENTE DE TRABALHO 2.....	63
4.3. DIVULGAÇÃO .....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
5.1 FRENTE DE TRABALHO 1 .....	71
5.2 FRENTE DE TRABALHO 2.....	104
5.3. DIVULGAÇÃO .....	134
5.4 SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	146
CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES .....	148
REFERÊNCIAS .....	151
APÊNDICE A .....	157
APÊNDICE B.....	161
APÊNDICE C.....	175
APÊNDICE D .....	189
APÊNDICE E.....	198
APÊNDICE F .....	208
APÊNDICE G .....	212
APÊNDICE H .....	213
APÊNDICE I.....	225
APÊNDICE J.....	236
APÊNDICE K .....	247
ANEXO A .....	266
ANEXO B .....	269

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Existe uma frequente preocupação, no ensino de Física, em saber qual o conhecimento prévio dos estudantes. Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural.

Ao tratar do processo de aprendizagem significativa (Ausubel, 2000), parte-se da premissa de que se fosse possível isolar variáveis, a que mais influenciaria essa aprendizagem seria o conhecimento prévio do sujeito, denominado subsunçor. Assim, na aprendizagem significativa, cada nova informação é relacionada interativamente ao conteúdo já estabelecido na estrutura cognitiva, os subsunçores, realizando a chamada ancoragem cognitiva: ao adquirir novos conhecimentos, de maneira significativa, o sujeito ancora internamente essas informações em seus subsunçores.

Os subsunçores constituem o conhecimento preexistente do sujeito, uma espécie de ecologia representacional mental, onde se encontram os mais diversos elementos cognitivos, sejam eles de origem individual ou social, como conceitos, proposições, scripts, imagens, modelos mentais, esquemas de assimilação, construtos pessoais, concepções alternativas, etc. Nesta perspectiva, as representações sociais podem atuar como variáveis importantes no desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

As representações sociais são constituídas por um conjunto de informações, crenças, opiniões e atitudes a propósito de um elemento dado, sendo um conjunto organizado e estruturado (Abric, 2001b, p. 18). São constituídas e estruturadas pela sociedade, mas, ao mesmo tempo, constituem e estruturam a sociedade. Assim, certos grupos sociais, que tomam contato com os objetos a serem representados, sentem necessidade de se posicionarem a respeito desses elementos, propiciando a negociação e criação dessas representações, cada grupo de acordo com suas necessidades. Essas representações servem de guia para as atividades práticas dos sujeitos pertencentes ao grupo, que agem de acordo com os elementos compartilhados.

O conhecimento produzido no meio científico, erudito, com todo seu rigor característico, constitui o chamado universo reificado (Moscovici, 2003, p. 50), onde os



participantes têm maior ou menor participação de acordo com seu mérito. Por outro lado, as relações do senso comum, com todas as interações cotidianas e onde são formuladas as representações sociais, formam os universos consensuais (ibid.), cujos participantes têm a mesma liberdade de manifestação: não há um membro do grupo que possua a competência exclusiva para um dado conhecimento.

Atuando entre estes dois universos, encontram-se os meios de divulgação, que tentam facilitar a transposição da informação, produzida na comunidade científica, para a população em geral. O conhecimento é “traduzido” pelos meios de divulgação. Alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias dela decorrentes e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e seu futuro. Estes assuntos podem servir de chamariz para o ingresso de alguns estudantes em cursos ligados às ciências, uma vez que “um objeto deve não apenas aparecer, mas ele deve parecer tanto interessante como importante” (James, W. *apud*. Moscovici, 2003, p. 53).

Há muitas formas de divulgação dos novos conhecimentos produzidos nos meios científicos, isto é, no universo reificado, algumas aceitas e outras repudiadas pela comunidade “científica”. Devido ao fácil acesso aos diversos mecanismos de difusão desses conteúdos, pode surgir a necessidade de posicionamento da população sobre os assuntos veiculados, fazendo com que as representações sociais sejam formadas.

É provável então, que assuntos ligados à Física sejam tema de discussão em distintos grupos sociais, nos quais as pessoas são pressionadas à inferência a este respeito e precisam expressar sua opinião. A teoria das representações sociais se encaixa facilmente neste panorama, pois elas surgem da necessidade prática de o grupo social se posicionar, sendo a representação resultante construída coletivamente e, depois, incorporada cognitivamente pelo indivíduo, assumindo, assim, seu caráter sócio-cognitivo.

É importante destacar aqui que a construção de uma representação social, via interação social, não é a mesma proposta por Vygotsky para a reconstrução interna de signos e instrumentos. Os instrumentos e signos, que já foram construídos em um processo sócio-histórico-cultural, devem ser reconstruídos pelo sujeito utilizando, para isso, essencialmente a interação social. Diferentemente, as representações sociais são construídas coletiva e socialmente, a partir da informação recebida do chamado universo reificado. Não se trata de reconstrução, mas de construção.

## 1.1 FRENTES DE TRABALHO

A partir dessas colocações, interessa saber que subsunções – representações sociais ou não – os aprendizes apresentam e como tratá-los para que ocorra a aprendizagem significativa. Assim, a tese é dividida em duas frentes de trabalho distintas, de acordo com os objetivos apresentados.

### 1.1.1 Frente de trabalho 1

Segundo os indícios apresentados na pesquisa do mestrado (Hilger, 2009) e trabalhos seguintes (Hilger, et al., 2009; Moreira, et al., 2009; Apêndices B a K) a respeito das representações sociais dos estudantes de Ensino Médio sobre a “Física Quântica”, foi elaborada e implementada em classes de terceira série do Ensino Médio, uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativo) (Moreira, 2011), com o objetivo de tratar da mudança ou evolução dessas representações. Ao final do processo foram analisados os dados, oriundos dos mapas mentais e conceituais realizados em classe pelos estudantes, a fim de se observar se foi ou não possível aproximar a representação dos estudantes daquela cientificamente aceita em relação à Mecânica Quântica.

O material foi desenvolvido em colaboração com a professora das turmas, proporcionando maior inserção na realidade dos alunos, tanto da professora quanto da investigadora.

### 1.1.2 Frente de trabalho 2

Foram investigados diferentes indivíduos pertencentes a distintos grupos sociais, como, por exemplo, estudantes de curso pré-vestibular e Ensino Médio, sobre suas possíveis representações sociais, que podem atuar como subsunções no processo de aprendizagem significativa. Para tal, a metodologia escolhida se baseia na desenvolvida no estudo feito no mestrado (Hilger, 2009) para obter e analisar dados que permitam o levantamento de tais representações sobre alguns conceitos de Física Moderna e Contemporânea, de acordo com a necessidade de tomada de posição a respeito dos temas. Espera-se encontrar indícios da influência da mídia e dos meios de divulgação científica nessas possíveis representações sociais, auxiliando, de alguma forma, a

investigação do conhecimento prévio de diferentes grupos, que podem ser relevantes em processos de ensino-aprendizagem.

Ou seja, espera-se que esta pesquisa possa auxiliar de alguma forma a investigação do conhecimento prévio para levá-lo em consideração em processos de aprendizagem significativa, mas, antes disso, que possibilite a inserção do estudo das representações sociais em áreas relacionadas à Física.

No próximo Capítulo será apresentada uma revisão da literatura que trata de diferentes temas, abordados com base na teoria das representações sociais, a qual constitui um dos marcos teóricos desta pesquisa. Conjuntamente à teoria das representações sociais, o outro aporte teórico que guia este trabalho é a teoria da aprendizagem significativa. Ambos encontram-se brevemente descritos no Capítulo 3, onde é apresentada a fundamentação teórica.

A definição do objeto de estudo, dos grupos analisados e da metodologia utilizadas são abordados no Capítulo 4 e a análise dos dados e dos resultados é feita no Capítulo 5. Concluindo o trabalho, são apresentadas as considerações finais no Capítulo 6.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DE LITERATURA

Tendo em vista o tema do presente estudo, é apresentada a seguir uma análise da produção acadêmica recente sobre representações sociais na área de ensino / educação em Ciências. Foram incluídos na pesquisa os trabalhos publicados nos últimos anos, até o ano de 2012, com referência à Física, Biologia e Química nas principais revistas nacionais e internacionais da área, de acordo com sua classificação Qualis da CAPES<sup>2</sup> em A e B e algumas outras consideradas importantes para a área.

Os periódicos foram pesquisados a partir dos números disponíveis em seus próprios sítios na internet, mas também alguns volumes em edição impressa. Algumas publicações foram pesquisadas desde sua primeira edição, por serem mais recentes e mais acessíveis, enquanto outras, mais antigas, apenas no período dos últimos dez ou quinze anos, de acordo com a facilidade de acesso. A busca de artigos foi finalizada em agosto de 2012 e, por isso, constam apenas os números publicados até então.

Logo no início da busca percebeu-se que alguns artigos citam a existência da teoria das representações sociais como exemplo de pesquisa na área, mas não desenvolvem nada a este respeito. Considerou-se então que este tipo de artigo não é adequado à natureza da revisão bibliográfica aqui exigida, cuja base teórica deve ser a das representações sociais, mesmo que parcialmente. Além disso, alguns artigos utilizam-se da teoria das representações sociais, porém não a citam explicitamente em seus títulos. Foram observados então, além do título e das palavras-chave, também os resumos e as referências utilizadas nos artigos, para incluir todos os trabalhos referentes ao assunto.

Foram contemplados artigos que tratassem das representações sociais, uma vez que existem outros trabalhos de revisão de literatura tratando de temáticas sobre Física Moderna e Contemporânea (e. g., Greca & Moreira, 2001; Pereira & Ostermann, 2009; Pantoja et al., 2011) e que a utilização das UEPS como ferramenta de ensino é ainda recente, visto que sua primeira publicação data de 2011 (Moreira, 2011), não havendo, por enquanto, publicações de pesquisas nesta área.

---

<sup>2</sup> Qualis da CAPES: classificação realizada pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) com referência à qualidade dos meios de divulgação da produção acadêmica em áreas específicas.

Embora a meta fosse representações sociais e ensino de Física, com o objetivo de traçar um panorama mais amplo sobre o uso desse referencial no ensino de Ciências, separaram-se inicialmente os artigos em duas categorias: a primeira, denominada A, onde são tratados temas ligados à Química e à Biologia e a segunda referente aos trabalhos relacionados à Física, denominada B. Ao final serão finalmente analisados apenas os trabalhos que envolvem de forma explícita as representações sociais relacionadas à Física, seja pela proposta de investigação, seja pelo público alvo.

Na Tabela 1 encontra-se o número de artigos encontrados sobre representações sociais (RS) nos periódicos pesquisados, com as publicações faltantes devidamente anotadas.

Tabela 1 – Periódicos pesquisados na busca de referências sobre representações sociais no ensino de Ciências.

	Publicação	Período pesquisado	Número de artigos sobre RS	Edições faltantes
1	American Journal of Physics	1998-2012	-	
2	Enseñanza de las Ciencias	1983-2012	1	
3	International Journal of Science Education	1999-2012(10)	-	
4	IENCI. Investigações em Ensino de Ciências (Online)	1996-2012(2)	1	
5	Journal of Science Education and Technology	1992-2012(4)	-	
6	Philosophy of Science (East Lansing)	1998-2012(3)	-	
7	Physical Review Special Topics - Physics Educational Research	2005-2012(1)	-	
8	Physics Education (Bristol)	1998-2012(4)	-	
9	REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2002-2012(1)	3	
10	Science & Education (Dordrecht)	1992-2012(4)	-	

11	Science Education	1998-2012(5)	-	
12	The Physics Teacher	1998-2012(5)	-	
13	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1984-2012(1)	-	
14	RBPEC. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001-2011(3)	2	Após 2011
15	Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência	1985-1911(2)	-	Após 2011
16	Revista de Educación en Biología	1998-2011(2)	-	Após 2011
17	Revista de Enseñanza de la Física	1985-2012	-	v. 16 e 17(2)
18	Tecne, Episteme y Didaxis	1998-2011	1	Após 2011
19	Ciência & Educação (UNESP)	1998(5)-2011	7	Após 2011
20	Journal of Chemical Education	1998-2012	-	
21	Science, Technology and Society	1996-2012(1)	-	
22	Ciência e Saúde Coletiva	1998(3)-2012(7)	24	
23	Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	1999-2012(1)	5	v. 6 e 7
24	Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	1992-2012(2)	-	
25	História, Ciências, Saúde-Manguinhos	1994-2012(2)	2	Diversos faltantes no intervalo
26	Revista Brasileira de Ensino de Física	1979-2012(2)	-	

27	Journal of Research in Science Teaching	1998-2012(7)	-	
28	Review of Educational Research	1998-2012(2)	-	
29	Cognition and Instruction (EUA)	1984-2012(3)	-	
30	Computers & Education (Inglaterra)	1976-2012(59-3)	-	
31	EENCI. Experiências em Ensino de Ciências (Brasil)	2006-2012(2)	1	
32	RSE. Research in Science Education (Holanda)	2012(4)	-	
33	REIEC. Revistas Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (Argentina)	2006-2011(2)	-	
34	RBECT. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2008-2012(1)	2	
		Total	49	

Assim, foram encontrados 49 artigos tratando de temáticas na área de ciências, à luz da teoria das representações sociais, sendo a maior parte deles (24) na revista *Ciência e Saúde Coletiva*. A categoria A, contemplando artigos relacionados à Química e Biologia, é apresentada na Tabela 2, incluindo o número de participantes e a metodologia adotada.

Tabela 2 – Artigos tratando das representações sociais na categoria A.

Revista	Assunto	Participantes	Metodologia	Referência
Enseñanza de las Ciencias	Reciclagem: atitudes	41	Entrevista tipo questionário	Chacín & Sahelices, 2005

IENCI	Meio ambiente: criação de unidade de conservação biológica	1190	Evocação livre / Redação	Magalhães Junior & Tomanik, 2012
REEC	Atitude de alunos sobre ciências naturais	215	Evocação hierarquizada / Diferencial semântico <sup>3</sup>	Mazzitelli & Aparicio, 2009
RBPEC	RS de docentes de Biologia sobre o corpo	208	Evocação livre e hierarquizada / Entrevista	Shimamoto, 2006
RBPEC	Opinião de professores de Biologia sobre pedagogos	4	Entrevista / Questionário / Teste atitudinal	Brabo & Sousa, 2004
Tecne, Episteme y Didaxis	Microorganismos: opinião, a partir de atividade com microscópio	8	Questionário / Observação / Análise de diário de classe.	Castellanos, 2006
Ciência & Educação	Visão de ciência no ensino profissionalizante em saúde	35	Desenho / Grupo focal / Redação	Freitas & Reis, 2011
Ciência & Educação	Reino porífera	60	Entrevista com exposição de material <sup>4</sup>	Docio et al., 2009
Ciência & Educação	Meio ambiente para estudantes	791	Desenho	Aires & Bastos, 2011

<sup>3</sup> A técnica de diferencial semântico propõe-se a identificar o sentido conotativo ou psicológico de uma palavra através de uma escala bipolar (bom – mau, grande – pequeno, etc.)

<sup>4</sup> A entrevista foi mediada pela apresentação de materiais do reino porífera.



Ciência & Educação	Microorganismos: atitude de coletores de lixo	22	Entrevista / Questionário / Exame parasitológico <sup>5</sup>	Nunes et al., 2006
Ciência & Educação	Manguezal	Não definido	Associação livre	Barcellos et al., 2005
Ciência & Educação	3ª idade: atitudes sobre o meio ambiente	20	Entrevista / Oficina	Miranda et al., 2007
Ciência e Saúde Coletiva	Drogas: diferenças de gênero	19	Entrevista / Observação	Oliveira et al., 2006
Ciência e Saúde Coletiva	Drogas: alcoolismo	17	Etnografia / Entrevista	Campos, 2005
Ciência e Saúde Coletiva	Drogas: maconha	Não definido	Entrevista / Associação livre	Araujo et al., 2006
Ciência e Saúde Coletiva	AIDS: atitudes de cirurgiões-dentistas	100	Entrevista / Observação / Questionário	Rodrigues et al., 2005
Ciência e Saúde Coletiva	AIDS: usuários de terapia	32	Entrevista / Observação	Cardoso & Arruda, 2004
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde bucal: dor e perda dentária	30	Entrevista	Ferreira et al., 2006
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde bucal: atitudes de mães	29	Entrevista	Abreu et al., 2005

<sup>5</sup> O exame parasitológico foi realizado para identificar sujeitos que pudessem estar infectados por microorganismos e, assim, relacionar esta informação com as obtidas nas outras técnicas.

Ciência e Saúde Coletiva	Psiquiatria: mídia	-	Consulta a material	Machado, 2004
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde da mulher: atitudes de enfermeiras	5	Entrevista	Reis & Andrade, 2008
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde da família: o cuidado	90; 5 <sup>6</sup>	Associação livre / Entrevista / Observação	Rodrigues et al., 2008
Ciência e Saúde Coletiva	SUS e programa de saúde familiar por profissionais e gestantes	35	Entrevista	Gomes et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde bucal de gestantes	21	Entrevista	Escobar-Paucar et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	SUS e programa saúde familiar por hipertensos e diabéticos	131	Entrevista	Martins et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Saúde e fisioterapia	21	Entrevista	Augusto et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Homeopatia	-	Revisão de literatura	Figueiredo & Machado, 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Alimentação da mãe que amamenta	58	Entrevista / Observação	Marques et al., 2011

<sup>6</sup> Foram 90 participantes na etapa de associação livre, dos quais 5 foram selecionados para a entrevista e observação.

Ciência e Saúde Coletiva	SUS e programa saúde familiar por equipes de trabalho	40	Entrevista / Observação	Shimizu & Reis, 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Mídia e corpo, segundo jovens	121	Entrevista	Conti et al., 2010
Ciência e Saúde Coletiva	Consumo de álcool na adolescência	21	Observação / Grupo focal / Entrevista	Souza et al., 2010
Ciência e Saúde Coletiva	Adolescentes e saúde	1843	Evocação livre / Questionário sociodemográfico	Cromack et al., 2009
Ciência e Saúde Coletiva	Humanização da saúde	111	Evocação livre	Andrade et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Violência para adolescentes	15	Questionário	Melo et al., 2011
Ciência e Saúde Coletiva	Violência doméstica	90	Entrevista / Questionário / Consulta a material	Monteiro et al., 1999
Ciência e Saúde Coletiva	Trabalho para jovens trabalhadores e para não trabalhadores	719	Evocação livre / Grupo focal	Oliveira et al., 2010
Ensaio	Microorganismos: esquistossomose	128	Entrevista / Observação / Associação hierarquizada	Diniz et al., 2003
Ensaio	Drogas: RS de docentes	75	Questionário	Cavalcante et al., 2005

Ensaio	Natureza e educação ambiental	330	Observação / Entrevista / Questionário	Falcão & Roquette, 2007
História, Ciências e Saúde- Manguinhos	Hanseníase: uso da terminologia “lepra”	800	Associação livre	Oliveira et al., 2003
História, Ciências e Saúde- Manguinhos	Nutrição: ignorância alimentar	Não definido	Entrevista / Observação	Lima et al., 2003
RBECT	CTS para engenheiros docentes	32	Evocação livre / Entrevista / Questionário	Comiotto, 2010

Na categoria B, onde são focados os artigos que abordam conceitos de Física ou cujos respondentes sejam estudantes/professores de Física, foram encontrados apenas 7 trabalhos, que são apresentados na Tabela 3, correlacionados com o número de participantes e os métodos empregados. Para facilitar a classificação, optou-se por subcategorizar estes trabalhos, onde B1 contempla os artigos onde foram pesquisadas as representações sociais sobre conceitos de Física e em B2 tem-se pesquisas sobre assuntos diversos, porém com público-alvo de professores ou estudantes de Física.

Tabela 3 – Artigos tratando das representações sociais relacionadas à Física, na categoria B.

Categoria	Revista	Assunto	Público alvo	Abordagem	Análise	Referência
B1	Ensaio	Conceito de tempo	51 licenciandos (em Física e outros cursos)	Evocação hierarquizada	Quadro de Vergès / Perfil epistemológico	Silva Junior et al., 2007

B1	RBECT	Conceito de Física Quântica	236 estudantes de Ensino Médio	Evocação livre / Associação numérica	Escalonamento multidimensional / SPSS	Hilger et al., 2009
B2	REEC	Ciência	26 licenciandos de Física	Evocação hierarquizada	EVOC / Bardin / Perfil epistemológico	Melo et al., 2010
B2	REEC	Bom aluno de Física	68 professores de Física	Escala Likert	Análise fatorial e atitudinal	Guirado et al., 2010
B2	Ciência & Educação	Física	66 professores de Física	Entrevista	Conteúdo temático / Bardin / Perfil epistemológico	Silva & Mazzotti, 2009
B2	Ensaio	Inclusão de deficientes visuais	6 licenciandos em Física + 2 professores de Física	Grupo focal	Discurso do sujeito coletivo	Lima & Machado, 2011

B2	EENCI	Museu de ciências, monitoria em Astronomia e formação profissional	4 licenciandos em Física	Entrevista coletiva	Discurso do sujeito coletivo	Longuini & Jacobucci, 2011
----	-------	--	--------------------------	---------------------	------------------------------	----------------------------

Têm-se apenas dois trabalhos na categoria B1, sobre conceitos de Física propriamente ditos, e outros cinco na categoria B2, cujos sujeitos estão relacionados a esta ciência. As duas categorias são comentadas a seguir.

No primeiro estudo (Silva Junior et al., 2007), sobre o conceito de tempo para licenciandos em Física e outros cursos (Matemática, Química, História, Ciências Sociais e Biologia), observa-se a prevalência de associações de senso comum, como, por exemplo, vida, passado, futuro, hora, relógio, etc. Mesmo os estudantes estando em final de curso e tendo já cursado disciplinas onde diferentes visões sobre o tempo possam ter sido abordadas, evidenciavam um perfil epistemológico realista ingênuo e, em alguns casos, empirista. Assim, as representações sociais de tempo são ligadas ao senso comum, sem vestígio de sistematização científica, com implicações na formação dos licenciandos que, por suposição, teriam dificuldade ao tratar do tema em sua futura prática. Questiona-se no artigo como, então, o professor da licenciatura poderia trabalhar o tema, uma vez que a teoria da relatividade está bem desenvolvida e pode contribuir com aspectos científicos e filosóficos importantes na construção deste conceito.

Já o estudo sobre a Física Quântica para estudantes de Ensino Médio (Hilger et al., 2009) exhibe uma série de exemplos de divulgação inadequada da teoria quântica. São apresentadas configurações provenientes de associações numéricas, que apontam a existência de agrupamentos de associações, e exemplos da influência dos meios de divulgação, como, por exemplo, cérebro, vibração, sentimento, mente, emoção, etc. Essas possíveis representações sociais dos alunos constituem seus conhecimentos prévios, podendo atuar como obstáculo epistemológico na aprendizagem.

Os demais estudos relacionados à Física tratam de discutir temas relevantes para seu ensino, como o caso da inclusão de deficientes visuais em aulas de Física (Lima & Machado, 2011), onde o grupo focal apresentou dificuldades inerentes à preparação e ao

planejamento de atividades e estratégias inclusivas, com destaque aos conteúdos de ótica e magnetismo. Para o grupo, a Física requer rigor e formalidades tradicionais e romper com esse paradigma pode comprometer o ensino, mesmo que viabilize a inclusão do deficiente. Conclui-se então que, devido à forte influência dessas representações sociais, reformas legislativas por si não garantem a acessibilidade, uma vez que as barreiras a serem vencidas estão na concepção dos futuros professores sobre seu trabalho.

Na pesquisa sobre o perfil epistemológico em relação à Ciência para estudantes de licenciatura em Física (Melo et al., 2010), são apresentadas inicialmente quatro diferentes visões “puras” de ciência: empirismo, idealismo, construtivismo e externalismo. Porém a representação social encontrada é uma mistura dessas visões: há a presença de um núcleo central que fornece importância à experiência e fatores sociais, econômicos, etc., na construção do conhecimento, e a periferia relacionada ao contexto interdisciplinar de educação. Assim, a ciência é vista de modo abrangente, misturando elementos modernos, como os processos envolvidos em qualquer construção social.

Quanto ao perfil epistemológico dos professores sobre a própria Física (Silva & Mazzotti, 2009) observa-se a presença de dois polos de representação: o realismo ingênuo, sustentado por ideias intuitivas, que corresponde à maioria (90%) dos professores entrevistados, e o realismo crítico, que se apoia numa visão contemporânea de Ciências. A proposta aqui é que o professor tem papel fundamental nas concepções alternativas dos alunos e na mudança conceitual, pois sua prática pedagógica é influenciada por suas representações sociais a respeito da disciplina que lecionam. Para os autores, o desafio maior é modificar as ideias dos professores, bem como as concepções presentes nos livros didáticos nos quais se amparam, para surtir efeito na aprendizagem dos alunos.

Ainda tratando das concepções de professores, o próximo trabalho investiga as características do bom estudante de Física (Guirado et al., 2010). Surpreendentemente, não há acordo sobre questões como inteligência ou boa memória, mas as características atitudinais são as mais desejáveis, como interesse, esforço e trabalho pessoal. Da mesma forma, para bem aprender Física, os professores priorizam motivação, interesse e esforço pessoal, considerando intrínsecas à disciplina a habilidade de resolver problemas ou de trabalho em laboratório. Conclui-se que estas representações sociais influenciam enormemente as expectativas dos docentes, influenciando a interação em sala de aula e sua prática.

A última pesquisa apresentada trata da monitoria em museu de Ciências (Longuini & Jacobucci, 2011), onde, a partir de entrevista coletiva, foram coletadas informações sobre o que os monitores pensam a respeito de sua formação profissional. As representações sociais estão centradas em questões relacionadas à experiência diária como forma de obtenção de conhecimento, à formação curricular (conteúdo específico), mas principalmente às habilidades de relacionamento humano em um ambiente não-formal de educação, com público variado. No entanto, observa-se que nenhum dos entrevistados mostra interesse em tornar-se profissional de museus, mas sim apontam a contribuição desta experiência em sua futura prática docente.

Ao analisar os 49 artigos relacionados ao estudo das representações sociais, tem-se como metodologia adotada na maior parte dos trabalhos a entrevista, seguida da evocação (livre ou hierarquizada), conforme se observa na Tabela 4. Porém, cabe destacar que apenas em 11 trabalhos a entrevista foi utilizada como metodologia única, contra 19 artigos onde ela foi empregada em conjunto com outra metodologia, prevalecendo, neste caso, o uso de entrevista aliada à evocação livre ou hierarquizada.

Tabela 4 – Distribuição metodológica adotada pelos trabalhos investigados na revisão de literatura sobre representações sociais em ensino de Ciências.

Metodologia	Número de trabalhos
Entrevista	30
Evocação livre ou hierarquização	15
Questionário	11
Observação	10
Grupo focal	6
Material escrito	4
Redação	3
Desenho	2
Outras <sup>7</sup>	4

Também o número de participantes se concentra abaixo de 100 na maior parte dos estudos (31), sendo acima de 100 apenas 14 trabalhos<sup>8</sup>, conforme apresentado na

<sup>7</sup> Metodologias adotadas em um único estudo, como por exemplo, etnografia, oficina, ...



Tabela 5. Uma possível explicação para este perfil é o fato de grande parte dos estudos utilizar a entrevista como metodologia e, por isso, abordar menor quantidade de sujeitos. Por exemplo, no caso da entrevista como metodologia única, dos 11 artigos, apenas dois contam com mais de 100 participantes.

Tabela 5 – Distribuição dos trabalhos por número de respondentes.

Participantes	Número de trabalhos	
Até 20	9	31
Entre 21 e 50	13	
Entre 51 e 75	6	
Entre 76 e 100	3	
Entre 101 e 200	4	14
Entre 201 e 300	4	
Entre 301 e 400	1	
Mais de 400	5	
Não definido	4	4

Quanto à distribuição dos artigos por ano, segundo a Tabela 6, verifica-se o maior número de artigos no ano de 2011, provavelmente devido ao aniversário de 50 anos do início das pesquisas em representações sociais, pela publicação da obra de Moscovici (1961), intitulada *La psychanalyse, son image et son public*. Ressalta-se que no ano de 2012 a revisão foi realizada apenas até o mês de agosto, sendo justificado o baixo número de trabalhos neste ano.

A partir de 2007 também se observa o início das publicações relacionadas à Física (categoria B), porém, como foi destacado, do total de trabalhos encontrados, apenas dois artigos dedicam-se à investigação de representações sociais de conceitos físicos, propriamente ditos, um número ainda incipiente, mas que fornece indícios do interesse pelas representações sociais no contexto do ensino de Física.

---

<sup>8</sup> Não foi definido o número de participantes em 4 estudos.

Tabela 6 – Distribuição dos trabalhos por ano de publicação.

Ano	Categoria A	Categoria B
1999	1	
2003	3	
2004	3	
2005	6	
2006	6	
2007	2	1
2008	2	
2009	3	2
2010	4	2
2011	11	2
2012	1	
Total	42	7

Outro exemplo do ainda reduzido número de pesquisas sobre representações sociais em Física, pôde ser observado na VII Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais (2011), que são os eventos internacionais mais importantes da área, no âmbito internacional e nacional. Dos 432 trabalhos apresentados, apenas 3 estavam relacionados à Física:

- 1) Diálogos psicossociais entre licenciandos de Física/Química da UFRN sobre trabalho docente (Braz & Carvalho, 2011);
- 2) Representações sociais: conhecimento prévio relevante para o ensino e aprendizagem de Física (Hilger & Moreira, 2011);
- 3) Concepções dos acadêmicos de licenciatura em Física, Química e Matemática quanto à relação entre a educação e a psicologia (Menestrina & Rizzieri, 2011).

Destes, apenas o segundo trata de conteúdos de Física, os demais se interessam pelas relações dos acadêmicos com o trabalho que irão exercer.

Também na revista *Peer Reviewed International Journal*, muito popular na área da Psicologia Social, exclusivamente com publicações na área das representações sociais, de 1992 à primeira edição de 2012, apenas um artigo relacionado à categoria B foi encontrado, publicado em 1997.

Este trabalho (Rangel, 1997) trata do conceito de eletricidade para 250 alunos de Ensino Médio, utilizando associação de palavras e análise do discurso de Bardin (1979). Os resultados indicam a presença de termos de conhecimento prático e popular, como luz, calor, choque, frio, raio, medo, escuridão e caro (referência ao custo da energia elétrica). Sugere-se neste artigo que os professores de Física aproveitem oportunidades como esta para explorar questões sociais, econômicas e políticas sobre o objeto de estudo, promovendo a integração da disciplina com situações do dia-a-dia e promovendo a ação pedagógica.

É importante a investigação de potenciais representações sociais de conceitos de Física, pois estas representações podem servir de subsunçores, no sentido de auxiliar ou dificultar, a aprendizagem significativa desses conceitos. Porém, as investigações com este enfoque ainda são escassas.

Resumindo, a maior parte das publicações sobre representações sociais no ensino de Ciências se concentra em Biologia e Química (categoria A), com 42 artigos, e enfatizando principalmente a área de Biologia e Saúde. A categoria B (ensino de Física), conta com apenas sete trabalhos, dos quais dois se preocupam por conceitos propriamente ditos (subcategoria B1) e os outros apenas estão relacionados à Física por seu público alvo (subcategoria B2).

Nos dois trabalhos que interessam à formação de potenciais subsunçores, percebe-se a grande influência dos conhecimentos oriundos do senso comum. No primeiro, o conceito de tempo é relacionado ao relógio, passado, presente e futuro. Já no segundo, quanto à Física Quântica, ocorrem associações provenientes dos meios de divulgação, como por exemplo, cérebro, vibração, mente, etc.

Assim, apesar do crescente interesse pelas representações sociais como guia de práticas para outras áreas das Ciências, na Física encontra-se ainda em estágio inicial. Espera-se que as representações sociais sejam alvo de mais pesquisas, tornando-se mais relevante para o ensino de Física, principalmente quanto à sua participação no conhecimento prévio relevante para a preparação de conteúdos de Física.

Constitui-se como aporte teórico deste trabalho a teoria das representações sociais, pautada na ideia do núcleo central, inserida no contexto da teoria da

aprendizagem significativa. No Capítulo a seguir serão exploradas essas teorias de modo mais aprofundado.

## CAPÍTULO 3

### MARCO TEÓRICO

Esta pesquisa apresenta-se imersa nas ideias de Ausubel sobre a aprendizagem significativa, que além de ser a base justificadora também permeia todo o trabalho realizado. Ausubel chama atenção para a importância vital do conhecimento pré-existente do aprendiz nas atividades de aprendizagem escolar.

A teoria das representações sociais de Moscovici fornece um caminho novo no tratamento desse conhecimento prévio, buscando ideias construídas pela sociedade a respeito de temas contemporâneos. As representações sociais estão incluídas no conhecimento prévio e, por isso, se faz necessário investigá-las.

Assim, as duas frentes de trabalho propostas estão ligadas a estas ideias: por um lado a metodologia a ser utilizada na intervenção em sala de aula, ligada às representações sociais investigadas no mestrado e, por outro, a identificação de representações sociais sobre novos conceitos, que podem também atuar como conhecimento prévio na aprendizagem.

Essas teorias compõem o marco teórico a ser apresentado neste capítulo, onde serão abordados seus aspectos fundamentais, que serviram de guia à investigação.

#### 3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel preocupou-se muito com a aprendizagem que ocorre em sala de aula e sua teoria se refere ao processo no qual o aluno, em situação formal de ensino, se apropria de um conjunto organizado de conhecimentos. Ele considera que o aluno não é uma tábua rasa onde são inseridos os novos conteúdos, mas que já tem um conhecimento prévio, que é totalmente relevante para a aprendizagem significativa, ou seja, o conhecimento prévio é determinante para que a aprendizagem tenha significado. Segundo Ausubel, “aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva” (apud. Moreira, 2004, p. 152) e “estrutura cognitiva significa,

portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo” (ibid.).

Na aprendizagem significativa há interação entre os conhecimentos novos e os que o aprendiz já apresentava. Durante este processo há modificação de ambos e o significado lógico do conteúdo passa a ter significado psicológico e é incorporado à estrutura cognitiva (Moreira, 1997, p. 2). Aprender é dar significado a uma nova informação, é relacioná-la a algum conhecimento relevante que já esteja presente na estrutura cognitiva de forma clara e que esteja disponível. Este conhecimento anterior, relevante, é o “conhecimento prévio”, ou “subsunçor” e é crucial e determinante para que a aprendizagem significativa ocorra. Se o aluno não apresentar subsunçores adequados ou se estes não estiverem disponíveis para interação cognitiva (se o aprendiz não apresentar uma disposição para relacioná-los interativamente com conhecimentos novos), não há condições para que aconteça a aprendizagem significativa.

### **3.1.1 Tipos de aprendizagem**

Nas escolas, em geral, podem existir dois tipos principais de aprendizagem, que advêm do uso de técnicas distintas, que são chamadas aprendizagem por descoberta e por recepção – esta muito mais comum que aquela. Caso o conteúdo não seja exposto e o aprendiz tenha que descobri-lo de modo independente, antes de poder interiorizá-lo, como, por exemplo, pela geração de proposições e hipóteses para resolver um problema, tem-se a aprendizagem por descoberta. Contrariamente, se a aprendizagem ocorrer por recepção, – o que não significa passivamente – o conteúdo é apresentado pronto para o aprendiz, que deve apenas compreendê-lo, interiorizá-lo e lembrá-lo mais tarde, sem necessidade de descobrir esse conteúdo (Ausubel, 2000, p. 46). Esses dois tipos podem ocasionar aprendizagem significativa ou por memorização literal e arbitrária (aprendizagem mecânica), dependendo apenas da forma como o conteúdo é interiorizado, isto é, da forma como o conteúdo se relaciona com o subsunçor. É importante ter em mente também que a aprendizagem por recepção não implica em memorização mecânica.

A aprendizagem por recepção é mais comum nas escolas e a maior parte da aprendizagem significativa ocorre desta forma. No entanto, muitos professores utilizam a aprendizagem por recepção inadequadamente, transformando-a em aprendizagem por memorização verbal, o que fica evidente pela falta de relação entre os conteúdos, a

linguagem utilizada e o método de avaliação baseado na simples reprodução do conteúdo, tal qual fora apresentado (*op. cit.*, p. 48).

#### 3.1.1.1 Aprendizagem mecânica ou por memorização, sem significado

Quando, durante o processo de aprendizagem, a relação entre o conhecimento novo e o subsunçor não ocorre adequadamente ou não há subsunçores adequados disponíveis, tem-se a aprendizagem mecânica ou por memorização, sem interação cognitiva, por simples armazenamento cognitivo. A memorização de fórmulas, regras, leis, etc. é exemplo de aprendizagem mecânica, e seu esquecimento ocorre pouco tempo após a memorização.

Neste caso, o conteúdo apresentado é armazenado de forma literal e arbitrária na estrutura cognitiva. Assim, o novo conhecimento não tem significado e fica perdido na estrutura cognitiva até ser rapidamente esquecido ou até que ocorra uma interação com algum subsunçor. Isto significa que a aprendizagem mecânica pode levar à significativa.

Além disso, algumas vezes, quando o sujeito não possui subsunçores adequados, pode-se criá-los provisoriamente a partir da aprendizagem mecânica. Então é possível utilizá-los no processo de interação com o novo conteúdo, a fim de possibilitar a aprendizagem significativa.

Isso significa que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia, mas sim que são extremos de um contínuo.

#### 3.1.1.2 Aprendizagem significativa

Se o conteúdo novo se relacionar, interativamente, de forma não-literal e não-arbitrária com algo que o aprendiz já saiba e que seja significativo em sua estrutura cognitiva (Moreira, 2004, p. 155), ocorre a aprendizagem significativa. E, de acordo com o tipo de conteúdo a ser aprendido, podemos ter três tipos de aprendizagem significativa:

- 1) *representacional*: é o tipo mais comum de aprendizagem significativa, e ocorre quando o significado de um símbolo passa a representar para o aprendiz exatamente o que seu referente significa. O referente e seu símbolo são armazenados conjuntamente e se relacionam de modo não-arbitrário com

elementos cognitivos. Trata-se, por exemplo, da compreensão do significado denotativo de certas palavras com um único referente concreto;

- 2) *conceitual*: este tipo de aprendizagem ocorre quando são entendidos os atributos específicos de um conceito e é necessário que haja generalização e abstração do referente. Um conceito é uma combinação de referentes, que possuem características comuns e são representados pelo mesmo simbolismo. Trata-se da compreensão do significado de conceitos;
- 3) *proposicional*: este tipo de aprendizagem consiste em compreender uma ideia expressa verbalmente, ou seja, as relações entre as sentenças. Isto inclui os sentidos conotativo e denotativo, e não apenas os conceitos e referentes utilizados na expressão. Trata-se da compreensão do significado de sentenças e expressões. (Ausubel, 2000, p. 1-3).

Além da existência e disponibilidade de subsunçores, há uma série de questões que envolvem a aprendizagem significativa, como as características do material a ser apresentado ao aluno, por exemplo. Essas questões serão abordadas em seguida, mas antes é necessário entender alguns processos que possibilitam a ocorrência da aprendizagem significativa.

### **3.1.2 Processos da aprendizagem significativa**

Existem alguns processos envolvidos na aprendizagem significativa que promovem o relacionamento entre informação nova e prévia ou melhoram um subsunçor. Basicamente são três processos: assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

#### **3.1.2.1 Assimilação**

Quando um conhecimento novo (a) é apresentado, inicialmente o aluno deve identificar em sua estrutura cognitiva que subsunçor (A) será acionado. Ao final do processo de aprendizagem, o subsunçor e o novo conteúdo terão sofrido modificações, formando um novo conhecimento, cujas características serão obtidas a partir de ambos. Esse processo de modificação interativa entre conhecimentos é denominado *assimilação*, ou seja, a é assimilado por A, mas o modifica.



No esquema a seguir, tem-se “a” simbolizando o conhecimento novo e “A” o subsunçor. Após o processo de assimilação, ambos sofreram alterações, denotadas por ‘, e aparecem aglutinados, formando um novo e diferente conteúdo A’a’.

$$A + a \rightarrow \text{assimilação} \rightarrow A'a'$$

Esta ligação que ocorre entre conhecimentos é designada por “ancoragem cognitiva”, pois a nova informação ancora-se, liga-se, à preexistente. Como resultado dessa interação, um passa a fazer parte do outro e, assim, têm-se três formas de relacionamento entre conhecimentos que podem resultar do processo de assimilação, ou seja, três formas de aprendizagem:

- 1) *subordinada*: ocorre a inclusão do conhecimento novo em uma ideia mais geral que já fazia parte da estrutura cognitiva, isto é, o novo conhecimento é subordinado ao conhecimento prévio e acaba sendo absorvido por ele. A aprendizagem subordinada pode ser: *derivativa*, quando a nova informação é derivada de uma já existente, servindo de exemplo ou apoiando esta ideia; ou então *correlativa*, caso o novo material seja uma modificação, extensão ou reelaboração de outro já conhecido.
- 2) *superordenada*: ocorre se o novo conhecimento for mais geral ou inclusivo em relação ao conhecimento prévio, ou seja, se for hierarquicamente superior. Neste caso, existe uma reelaboração na hierarquia da estrutura cognitiva e o subsunçor passa a ser subordinado e é absorvido pela nova informação.
- 3) *combinatória*: ocorre quando o conhecimento novo apresenta relevância para a estrutura cognitiva como um todo sem se relacionar subordinada ou superordenadamente com subsunçores específicos. Ambos passam a existir concomitantemente e nenhum dos dois é absorvido.

Todas as formas de aprendizagem citadas acima têm algo em comum: a internalização cognitiva de um novo conhecimento a partir da interação entre este conhecimento e o antigo. Ao resultado deste processo Ausubel chama “assimilação”. No entanto, os primeiros conceitos a serem formados na criança não têm onde se apoiar, onde se ancorar, porque ainda não existe o conhecimento prévio. Os primeiros conceitos são formados pela própria observação da criança com relação ao mundo, suas primeiras experiências, pois “os próprios conceitos consistem em atributos específicos abstratos

comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos, ou fenômenos” (Ausubel, 2000, p. 2). A criança constrói idiossincraticamente, por descoberta, seus primeiros subsunçores, baseando-se em conceitos já construídos, coletiva e socialmente, e que apenas têm significado no âmbito social onde são compartilhados. À medida que a criança amadurece, seus conceitos são reformulados e recombinaos diversas vezes, desencadeando sucessivos processos de assimilação.

Após a aprendizagem significativa de um conteúdo, tanto o conhecimento prévio quanto o novo apresentam modificações e passam a fazer parte da estrutura cognitiva. Durante algum período de tempo ambos permanecem disponíveis para se relacionar com novos conteúdos. Nesta fase ocorre a dissociação de ambos em  $A' + a'$ , mas as modificações permanecem. É a chamada fase de *retenção*.

$A + a \rightarrow \text{assimilação} \rightarrow A'a' \rightarrow \text{retenção} \rightarrow A' + a'$
---

A seguir, inicia-se a incorporação das mudanças trazidas pelo conhecimento novo a no conhecimento prévio A. Assim, ao final do processo tem-se apenas o subsunçor modificado a partir do conhecimento novo,  $A'$ , que constitui o *resíduo* do conteúdo, que permanece ligado à estrutura cognitiva e pronto para ser lembrado. Ou seja, depois de serem assimilados significativamente, os novos conceitos ficam à disposição do aprendiz e podem ser utilizados de imediato ou sofrem um esquecimento residual, isto é, são “guardados” para posterior utilização (reaprendizado): “quando a aprendizagem surge acompanhada de interiorização e de compreensão das relações, ‘vestígios estáveis’ são formados e lembrados por mais tempo” (*op. cit.*, p. 15).

Essas duas últimas etapas constituem-se conjuntamente o processo de *obliteração*, caracterizado pela impossibilidade de separar o que era subsunçor e do que era conteúdo novo:

$A + a \rightarrow \text{assimilação} \rightarrow A'a' \rightarrow \text{obliteração} \rightarrow A'$
---

Quando uma informação é obliterada, ela é esquecida, mas permanece disponível. Quando o novo conceito mantém-se disponível, ocorre a retenção, no entanto, pode ser que o novo conceito seja temporariamente esquecido, ou “obliterado” (*op. cit.*, p. 8), o que pode ocorrer por deficiência nas condições cognitivas ou até mesmo pela relação afetiva com o conteúdo (*op. cit.*, p. 116). Isto significa que, apesar de não se lembrar de imediato o que foi aprendido, o sujeito que aprende é capaz de

reavivar sua memória a partir de uma revisão ou ao entrar em contato novamente com o conteúdo. É isso que significaria reaprender. A diferença em relação à aprendizagem mecânica é que, na aprendizagem significativa, a reaprendizagem é possível e relativamente rápida, enquanto na mecânica não.

### 3.1.2.2 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

Após a formação dos primeiros subsunçores, o processo de assimilação é iniciado. À medida que este processo de interação se repete, o subsunçor é melhorado, fica mais detalhado, específico e diferenciado – este é o princípio da *diferenciação progressiva* (Ausubel, 2000).

Durante a aprendizagem subordinada ocorre o processo de diferenciação progressiva, ou seja, o subsunçor é mais geral e a nova informação é mais específica, sendo assim incluída na estrutura do subsunçor. A aprendizagem hierárquica de conhecimentos é mais simplificada, pois o saber preexistente abarca as novas ideias, fazendo com que o novo conteúdo fique unido ao anterior.

Quando o conteúdo a ser aprendido é o escolar, é necessário que o material a ser apresentado ao aluno seja elaborado pelo professor considerando o processo de diferenciação progressiva. Os tópicos apresentados no início devem ser sempre mais gerais e o grau de especificidade aumenta no decorrer do aprofundamento dado ao assunto abordado.

A recombinação ou a ligação entre as ideias que já estavam presentes na estrutura cognitiva, a exemplo do que ocorre na aprendizagem superordenada e combinatória, é denominada *reconciliação integrativa* (ibid.). Neste processo, são mais bem exploradas as diferenças e semelhanças entre conteúdos, de modo a desfazerem-se mal entendidos e sanarem-se as dúvidas. Trata-se de uma reorganização da estrutura cognitiva para acomodar os novos significados obtidos a partir da interação entre subsunçor e novo conhecimento.

É comum a ocorrência de contradições durante a aprendizagem de conteúdos escolares, principalmente quando se estabelece o primeiro contato entre o aluno – e seus subsunçores – e a nova informação. É importante que o material desfaça possíveis conflitos entre conhecimentos, fazendo com que o aluno sempre retorne ao ponto mais geral para situar-se novamente no conteúdo.

A aprendizagem significativa é um contínuo: conceitos gerais levam à conceitos específicos que, por sua vez, estão ligados aos conceitos gerais. A assimilação conduz aos processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa, e ambos se relacionam intimamente.

Durante este processo contínuo, o professor pode verificar, algumas vezes, que seus aprendizes não possuem os subsunçores adequados para ancorar o conteúdo que pretende ensinar. Neste caso, de acordo com a teoria ausubeliana, deve-se fazer uso de “organizadores prévios”<sup>9</sup> (ibid.), que atuam como facilitadores da aprendizagem. Pode também ocorrer que conhecimentos prévios atuem como obstáculos à aprendizagem significativa de novos conteúdos.

### **3.1.3 Predisposição para aprender**

Ao preparar a aula, o professor deve sempre preocupar-se com o que será ensinado, qual a relevância do conteúdo, qual a forma e linguagem a serem utilizadas, etc. Mas, além disso, é necessário “buscar a melhor maneira de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo do material de ensino com os aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz” (Moreira, 1997, p. 20), para evitar confusões e facilmente localizar o aluno quanto aos subsunçores que serão utilizados.

Já para o aluno, a relação afetiva com o conteúdo é muito mais importante que o conteúdo em si. Então, ao relacionar o conteúdo com elementos da estrutura cognitiva do aluno, o professor possibilita a melhor interiorização e, por isso mesmo, a retenção significativa do conteúdo. Para Ausubel, “todas as experiências passadas de aprendizagem influenciam, exercem efeitos positivos ou negativos sobre, na nova aprendizagem e na retenção, em virtude do impacto sobre as propriedades relevantes da estrutura cognitiva” (Ausubel, 2000, p. 8).

Deste modo, é essencial que o estudante apresente predisposição para aprender. De nada adiantam um material potencialmente significativo, a disponibilidade de subsunçores adequados e a preocupação do professor com a aprendizagem se o aluno

---

<sup>9</sup> Materiais instrucionais apresentados em um nível mais abrangente de generalidade e inclusividade do que o material a ser aprendido, que supostamente fariam uma ponte entre o que o aluno sabe e o que precisaria saber, para que o novo conhecimento fosse potencialmente significativo.

não estiver com vontade de aprender, no sentido de querer relacionar o novo conhecimento com algum conhecimento prévio especificamente relevante.

A motivação pode levar à predisposição, por isso o educador deve motivar ao máximo seus aprendizes, no entanto, motivação não é o mesmo que predisposição. Existem situações em que um aluno, por exemplo, precisa estudar para o exame final de uma disciplina que não gosta, neste caso, ele não tem motivação, mas está predisposto a estudar, pois precisa tirar uma boa nota.

Cabe, portanto, ao estudante assumir uma postura ativa, crítica, integradora e responsável pela própria aprendizagem, pois, por mais que a escola e os professores sejam responsáveis pela organização, seleção e disposição do que será ensinado, não cabe a eles aprender (*op. cit.*, p. 34).

A teoria da aprendizagem significativa, esquematizada na Figura 1, parte da ideia central da ancoragem de conhecimentos novos nos subsunçores, ou seja, nos conhecimentos prévios. Assim sendo, a teoria das representações sociais relaciona-se intimamente com a teoria de Ausubel, pois as representações fazem parte do conhecimento preexistente do aluno e, em situação de aprendizagem, podem influenciar a retenção e a aprendizagem significativa. O segundo marco teórico desta pesquisa é apresentado a seguir e trata exatamente das representações sociais.

## 3.2 TEORIA DA REPRESENTAÇÃO SOCIAL

### 3.2.1. As representações sociais (RS) – sua gênese

A definição das RS se origina nas relações de pensamento do sujeito social ao representar seu mundo, seja ele concreto ou idealizado. Assim, ao tratar do pensamento representacional do sujeito social, participam do conceito de cognição, processos mentais e culturais, incluindo psicologia cognitiva, epistemologia, representação mental, filosofia do pensamento, antropologia, sociologia, psicologia do desenvolvimento, etc., sendo por definição multidisciplinar. (Lahlou, apud. Almeida et al., 2011, p. 67).

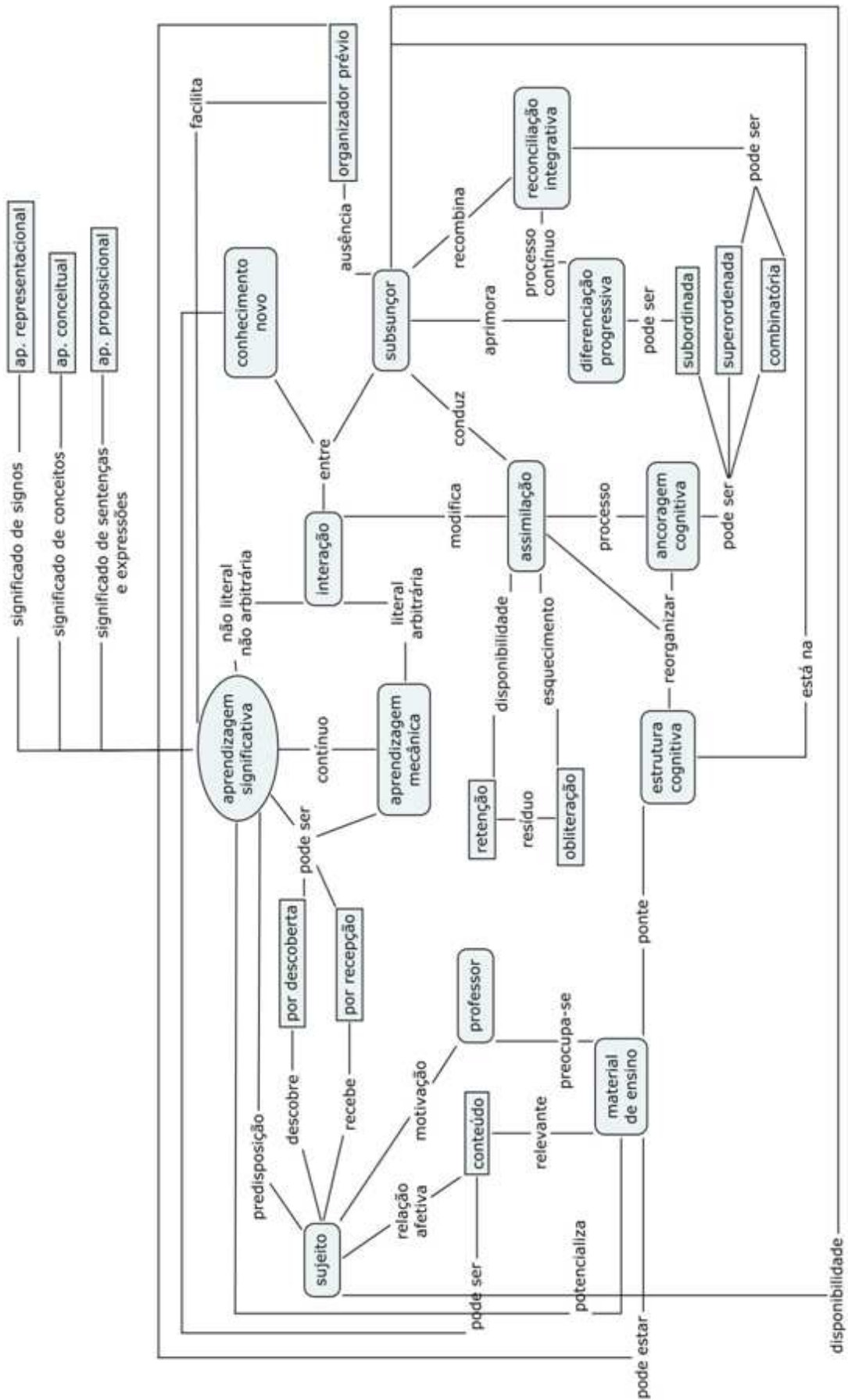


Figura 1 – Mapa conceitual sobre a teoria da aprendizagem significativa

A inspiração nas representações coletivas talvez seja a mais manifesta em toda a teoria das representações sociais. Em contrapartida à estabilidade das representações coletivas – que as tornam duradouras, tradicionais, transmitidas entre gerações – as RS se propõem a estudar objetos dinâmicos e atuais, como os fenômenos culturais modernos, que rapidamente se alastram por diversos grupos sociais e, por isso mesmo, permitem que as RS sejam analisadas em diferentes níveis: individual, grupal, social ou institucional.

A teoria das representações sociais foi inaugurada com a publicação da tese de doutorado de Serge Moscovici (1961), intitulada *La Psychanalyse, son Image et son Public* (PIP), em 1961, mais tarde revisitada pelo autor e publicada novamente quinze anos depois. Seu estudo trata da psicanálise de Freud e Jung para o público parisiense em geral no final da década de 1950, buscando descrever como diferentes grupos sociais se apropriam e transformam o conhecimento científico. Em outras palavras, Moscovici estava especialmente interessado em compreender de que modo conceitos considerados científicos são incorporados pelos sujeitos comuns, que não estão em contato com esta ciência, e como estas informações guiam, reforçam ou restringem, as práticas dos indivíduos quando deparados com situações que exijam lançar mão destas ideias. Seus resultados apontaram para a existência de diferentes visões sobre a psicanálise e a existência de distintos grupos que compartilham uma mesma versão desse conhecimento. Mas a grande quantidade de evidências trazidas por Moscovici é determinante para reforçar suas conclusões.

O estudo evidencia que a apropriação dos conhecimentos da ciência não ocorre simplesmente pela sua vulgarização, mas sim pela sua transformação em um conhecimento cujo sentido é relevante para a comunidade que dele se apropria. Não se trata de igualar (ou tornar superior) o senso comum ao conhecimento científico, mas de diferenciar duas formas de pensamento: o lógico-científico e o social, que permite que o mundo social seja um local familiar e previsível. Deste modo, tanto a definição aceita cientificamente como a apresentada pelos diferentes grupos sociais tem valor.

As representações são sociais não por sua não-individualidade, mas estão mais além: “elas não só vêm da sociedade, mas as próprias coisas que exprimem são sociais. Não é apenas a sociedade que as instituiu, mas são aspectos diferentes do ser social que lhes servem de conteúdo” (Durkheim, apud. Almeida et al., 2011, p. 70).

Emergiram três grupos de problemas que formam a base dos estudos em RS. São eles: sobre sua organização de conteúdo e sua análise dimensional; sobre a formação e

determinação das RS; e sobre seus aspectos cognitivos e funcionais (Jodelet, apud. Almeida et al., 2011, p. 210). A partir deles, se formaram nos anos de 1970 duas grandes escolas com produção importante na teoria das representações sociais, que a partir dos anos 1990 passaram a ter influência considerável nas pesquisas brasileiras.

A escola de Genebra é responsável pelo enfoque sociocultural ou societal, representada por autores como Doise, Jovchelovitch, Jodelet e Duven. Aqui as RS são pontos móveis em um sistema de transformações, um jogo de representações derivadas de relações intergrupais e interinstitucionais e de reprodução e renovação culturais (Jovchelovitch, apud. Almeida et al., 2011, p. 169). E a escola de Provence, que se apoia numa perspectiva estrutural, inaugurada por Flament e seguida por Moliner e Rouquette, onde se busca compreensão sobre a dinâmica entre o núcleo central e a periferia. A partir dos anos 1980 é estabelecida a teoria do núcleo central, por Abric, contribuindo enormemente no desenvolvimento de ferramental metodológico estatístico e aproximando-se das teorias cognitivistas americanas (Banchs, apud. Moreira & Camargo, 2007, p. 273). Este é o enfoque adotado neste trabalho e as ideias sobre o núcleo central e o sistema periférico serão abordadas mais a frente.

Em comum, os diferentes enfoques têm por objetivo estudar como as opiniões sobre o objeto são modificadas, como o novo modifica o pré-existente, quais aspectos são negociáveis e quais não. Ou seja, a escolha da metodologia, da abordagem teórica, etc., pode ser distinta, mas abordam o mesmo fenômeno: o das RS.

### **3.2.2. Tentativa de definição de RS**

Moscovici inaugura um novo objeto de estudo que é rico, por suas origens, mas apresenta ainda hoje dificuldade de definição formal unívoca, uma vez que seu conceito é naturalmente um pouco vago, pois “designa tanto um conjunto de fenômenos quanto o conceito que os engloba e a teoria construída para explicá-los” (Sá, 1996, p. 29). Assim, coexistem diversas definições, porém nenhuma delas consegue abordar sua estrutura, características, processos e funções de modo satisfatório e completo.

*“o conceito de RS designa uma forma de conhecimento específico, o saber do senso comum, cujos conteúdos manifestam a operação de processos generativos e funcionais socialmente caracterizados. Mais amplamente, designa uma forma de pensamento social. As RS constituem modalidades de pensamento prático,*



*orientadas para a comunicação, a compreensão e o domínio do ambiente social, material e ideal” (Jodelet, apud. Moscovici, 1986, p. 474).*

*“o produto e o processo de uma atividade mental por intermédio da qual um indivíduo ou um grupo reconstitui o real com o qual é confrontado e lhe atribui uma significação específica” (Abric, apud. Jodelet, 2001, p. 156).*

*“a teoria das RS busca a compreensão de fenômenos psicossociais tratando do conhecimento construído e compartilhado entre pessoas, saberes específicos sobre a realidade social, que surgem na vida cotidiana no transcurso das comunicações interpessoais” (Oliveira e Werba, apud. Brabo, 2011, p. 20).*

*“a representação [social] é um conjunto organizado de opiniões, de atitudes, de crenças e de informações referentes a um objeto ou uma situação. É determinada ao mesmo tempo pelo próprio sujeito (sua história, sua vivência), pelo sistema social e ideológico no qual ele está inserido e pela natureza dos vínculos que ele mantém com esse sistema social” (Abric, apud. Jodelet, 2001, p. 156).*

Sendo a realidade, do ponto de vista das RS, um objeto de re-criação, ela torna-se várias, cada uma ligada à percepção. Não é, portanto, um reflexo puro da realidade e pode sequer corresponder a uma realidade material: “as representações individuais ou sociais fazem com que o mundo seja o que acreditamos que ele é ou deveria ser. Mostram-nos que, a todo instante, alguma coisa ausente se lhe adiciona e alguma coisa presente se modifica” (Moscovici, 1978, p. 59). Deste ponto de vista, a representação do objeto transforma-o em outro, diferente do original e a existência real deste objeto não altera o processo de representá-lo.

*“A representação não é um simples reflexo ou uma produção da realidade, mas uma reconstrução por distorções, exclusões e adições. As representações não fazem apenas representar o real, elas lhe dão forma [...] Há um vaivém de informações, uma interação entre a representação e a realidade [...] Ao mesmo tempo em que o sujeito cria o objeto, ele próprio se constitui” (Alaya, apud. Almeida et al., 2011, p. 270).*

O social participa na gênese das RS que, por sua vez, desempenham papel fundamental na dinâmica dessas relações, cujas finalidades estão relacionadas as suas

funções: de saber, de identidade, de orientação e de justificação. (Sá, 1996, p. 44-45; Abric, 2001b, p. 15-17).

- 1) *Função de saber*: possibilita o entendimento da realidade e viabiliza sua explicação. Está relacionada ao saber ingênuo, ao senso comum, onde o sujeito busca integrar os conhecimentos a seus valores e funcionamento cognitivo.
- 2) *Função de identidade*: permite a criação e manutenção da identidade social, preservando suas características específicas, atuando no controle das interações sociais e valorizando aspectos determinantes sobre a pertença ao grupo.
- 3) *Função de orientação*: guia comportamentos e atua como filtro, selecionando quais informações que são pertinentes e produzindo um sistema de expectativas, definindo o que é ou não aceitável no contexto social.
- 4) *Função de justificação*: as práticas já realizadas podem ser justificadas posteriormente, mantendo a diferenciação do indivíduo perante o grupo social.

Resumidamente, a RS é um meio de explicação das atividades sociais, sejam elas inter ou intragrupais, permitindo compreender e antecipar comportamentos e práticas sociais. Deste modo, é capaz de trazer a tona o objeto ausente, materializando-o, por um lado e, por outro, recuperá-lo, tornando-o tangível. **Ou seja, a RS pretende tornar familiar algo que não é familiar: enquadrar algo estranho, conferindo-lhe sentido e significado. No entanto, este processo não é tão simples quanto possa parecer.**

### **3.2.3. Processos envolvidos na elaboração das RS**

Entender como a familiarização ocorre é entender como o processo social de transformação do conhecimento em representação e como a representação transforma o social ocorrem. A interdependência entre atividades psicológicas e sociais pode ser explorada através da compreensão sobre os processos dialógicos envolvidos na elaboração e no funcionamento das RS: objetivação e ancoragem.

#### **3.2.3.1. Objetivação**

A objetivação permite traduzir um conceito ou ideia por meio de imagens, modelos, proposições, trata-se de “fazer concreto o abstrato, de materializar a palavra”

(Jodelet, apud. Moscovici, 1986, p. 481). Objetivar permite interpretar o objeto, onde as propriedades comuns são selecionadas e depois integradas em um todo coerente, como exemplificado por Roqueplo (apud. Jodelet, apud. Moscovici, 1986, p. 481): o sentido comum utiliza a noção de peso, que é uma evidência sensível, para interpretar a noção de massa, que é um conceito abstrato definido cientificamente e que faz parte da nossa cultura. “Nesse processo se perde em riqueza informativa (já que há simplificação) o que se ganha em compreensão” (Bonardi & Roussiau, apud. Almeida et al., 2011, p. 110). Trata-se de privilegiar algumas informações em detrimento de outras, de retirá-las de seu contexto e introduzi-las em outro, ajustando o conceito para poder torná-lo concreto.

Assim, para objetivar um conceito científico, estão envolvidas as seguintes fases:

- 1) *seleção e descontextualização*: todos os grupos têm o mesmo acesso as informações, então selecionam os elementos que lhes são relevantes, segundo critérios culturais e normativos. Estas informações são afastadas do campo científico, de onde são provenientes, e apropriadas pelo público, que tenta dominá-las adaptando-as ao seu universo.
- 2) *formação do núcleo figurativo*: uma estrutura imaginada reflete as variáveis selecionadas em forma de imagens. Deste modo, conceitos teóricos compõem um conjunto gráfico e coerente, permitindo a compreensão individual destes conceitos, bem como suas relações.
- 3) *naturalização*: o modelo figurativo usado adquire status de evidência da teoria, ou seja, os elementos adquiridos tomam forma, transformando-se em realidade para o sujeito. Esta tendência em concretizar as ideias a respeito do objeto, dotando de realidade um esquema conceitual, ocorre tanto no universo consensual quanto no reificado. (Jodelet, 1986, p. 482-483).

A objetivação tem um caráter tríplice, de: construção seletiva – esquematização estruturante – naturalização. Concomitantemente à objetivação, ocorre dialeticamente a ancoragem.

### 3.2.3.2. Ancoragem

O processo de ancoragem se refere à “integração cognitiva do objeto representado dentro do sistema de pensamento preexistente e às transformações

derivadas desse sistema” (Jodelet, apud. Moscovici, 1986, p. 486). Apresenta função de fornecer um contexto inteligível ao objeto, referindo-se ao seu enraizamento social e, portanto, traduzindo-se em sentido e significado ao objeto e instrumentalizando o saber.

A ancoragem articula três funções básicas: integração cognitiva da novidade, interpretação da realidade e, ainda, orientação de condutas e relações sociais:

- 1) *significação*: para que a informação nova adquira significado, deve apresentar laços com a cultura ou com a sociedade da qual os sujeitos fazem parte. Isto permite que o objeto seja avaliado segundo a hierarquia de valores dessa cultura ou sociedade, concedendo-lhe e inserindo-o em uma rede de significados.
- 2) *utilização*: os objetos expressam relações sociais e contribuem para sua constituição. Este sistema de interpretação confere ao objeto um valor funcional, cuja papel é mediar as relações entre o indivíduo e o meio e entre o indivíduo e os outros membros de seu grupo. Converte-se em instrumento capaz de comunicar e compreender a realidade, afirmando a identidade do grupo.
- 3) *integração*: quando o novo conhecimento entra em contato com outros sistemas de pensamento, com outras formas interpretativas, é deformado para integrar-se ao sistema de referência. Caracteriza-se pela manutenção de proposições preestabelecidas através de processos de classificação, caracterização, denominação, explicação, etc. que obedecem a uma lógica própria. O novo objeto deve ser entendido e explicado a partir de sistemas familiares ao sujeito, o que garante a relação entre as funções cognitivas básicas, a representação social e sua função social. (Jodelet, 1986, p. 486-492).

Independentemente do desenvolvimento, a gênese e o funcionamento das RS está relacionada a seus processos de objetivação e ancoragem. A objetivação e a ancoragem estão interligadas e constituem a base das RS, sendo a primeira responsável pela integração da novidade num todo coerente e a outra contribuindo com a relação entre RS e laços sociais específicos.

*“Na objetivação percebe-se como um indivíduo materializa uma ideia abstrata em função tanto de sua própria experiência e criatividade pessoal, como das normas e valores sociais. [...] Mediante o processo de ancoragem, todo o novo elemento vai ser interpretado pelo indivíduo de acordo com um quadro de*

*referência anterior, que é, em grande parte, um contexto cultural ou social, dado pelos grupos ou instituições a que pertence” (Alba, apud. Almeida et al., 2011, p. 402).*

Objetivar é concretizar o que é abstrato, materializar em imagem: a ideia torna-se um reflexo do real e não apenas um produto intelectual. Ancorar é classificar, denominar, enquadrar o não usual num contexto comum, conferindo ao novo saber uma função interpretativa do meio social. Um dá continuidade ao outro, traduzindo e permitindo que o mundo social seja compreendido: na objetivação, o social age sobre a RS, e na ancoragem, a RS age sobre o social: “A apropriação de novos conhecimentos ou de um objeto não familiar implica uma transformação por meio da qual os novos elementos se adaptam ao sistema de valores, normas e princípios que regem a vida coletiva, mas, ao mesmo tempo, vão modificando esse sistema” (Alba, apud. Almeida et al., 2011, p. 403).

Assim, é natural compreender este sistema que abriga contradições, uma vez que o sujeito convive socialmente em diversos meios e pode apresentar uma RS diferente sobre um mesmo objeto em cada grupo que frequenta, de acordo com o sistema de crenças compartilhado socialmente. “Tais contradições não perturbam desde que cada representação seja localmente consistente e desde que não sejam expressas simultaneamente.” (Wagner, apud Moreira & Camargo, 2007, p. 145).

As RS que resultam deste conjunto de processos apresentam sua organização em torno de um núcleo central e de uma periferia. Assim, os três conceitos mais importantes de uma RS são objetivação, ancoragem e princípio organizador (ou núcleo central).

#### **3.2.4. Componentes estruturais da RS**

A teoria do núcleo central é um complemento à das representações sociais, auxiliando na descrição mais detalhada da estrutura e da organização dos elementos das RS. Foi proposta pela primeira vez através da tese de Jean-Claude Abric, intitulada *Jeux, Conflits et Représentations Sociales*, de 1976, onde o autor elabora uma hipótese sobre a organização interna das RS, voltada para a descoberta e análise da hierarquia e de suas características. (Sá, 1996, p. 64).

*“Assim definida, a representação é constituída de um conjunto de informações, de crenças, de opiniões e de atitudes a propósito de um objeto dado. Além disso, este conjunto de elementos é organizado e estruturado. A análise de uma representação e a compreensão de seu funcionamento necessitam assim, obrigatoriamente, uma dupla identificação: de seu conteúdo e de sua estrutura [...] não unicamente os elementos da representação são hierarquizados, mas também toda a representação está organizada ao redor do núcleo central, constituído por um ou vários elementos que dão significação à representação”* (Abric, 2001b, p. 18).

As RS comportam elementos de natureza descritiva e prescritiva, que funcionam de modo absoluto ou condicional. Os dois aspectos estão presentes e são indistinguíveis cognitivamente em uma representação, sendo separáveis apenas no contexto dos discursos. Esses elementos são determinantes para distinguir o núcleo central (que abarca prescrições absolutas) da periferia (composto por prescrições relativas, isto é, não necessariamente compartilhadas por todos do grupo social). Esta proposição não tem o objetivo de assinalar o nível de importância dos elementos na descrição de um fenômeno, ao contrário, visa reforçar o papel das prescrições absolutas na definição da representação. Essas prescrições atuam como princípios organizadores em relação às outras e podem formar um sistema único – o núcleo central – ou diversos conjuntos. “As noções de núcleo central ou de princípio organizador vêm a designar basicamente uma estrutura que organiza os elementos da representação e lhes dá sentido” (Flament, apud. Sá, 1996, p. 66).

#### 3.2.4.1 Núcleo central

O núcleo central organiza os elementos da representação: tanto os elementos propriamente centrais como os não tão centrais, definindo a RS propriamente dita. Fica evidente que, ao participar na elaboração do objeto pela viabilização de sua imagem, existe uma dialética entre o objeto e a RS. De acordo com a natureza dessa relação e da finalidade da situação onde a RS é empregada, o núcleo pode apresentar duas dimensões distintas, uma funcional, com ênfase em elementos importantes na realização da tarefa ou no comportamento do sujeito, outra normativa, relacionada a dimensões sociais, afetivas e sócio-afetivas. Essas características são compatíveis com as principais

funções do núcleo. A função geradora do núcleo é a mais evidente e trata da elaboração, transformação, significação e valorização dada aos elementos que compõem a representação.

O núcleo apresenta também uma função organizadora e estabilizadora, pois determina a natureza das ligações e vínculos entre os elementos da representação, atuando em caráter unificador e estabilizador da representação. (Sá, 1996, p. 70). Qualquer modificação ocorrida no núcleo imprime uma transformação completa na representação, pois é o núcleo que outorga significado à RS. Consequentemente, basta que o núcleo organizador de duas representações seja diferente para que se tenham duas representações distintas.

Os elementos que compõe o núcleo devem ser diretamente relacionáveis ao objeto ou fazer parte dele, portanto apresentam quatro propriedades:

1) valor simbólico – os símbolos estão diretamente ligados ao objeto de representação, sem eles o objeto perde completamente sua significação;

2) poder associativo – redes de significado apresentam sentido em relação ao objeto, mas sozinhas são vazias e, ao mesmo tempo, condensam uma série de significados, por isso é possível associá-las a diversas situações;

3) saliência – em decorrência do valor simbólico, algumas ideias são naturalmente mais evocadas pelos sujeitos;

4) forte conexidade com a estrutura – uma cognição entra em ação em relação a um grande número de elementos de outras representações, quanto mais forte seu poder associativo. (Sá, 1996, p. 112-114).

Por outro lado, a periferia completa o núcleo central, permitindo incorporações e mantendo o núcleo saudável. Mesmo que o núcleo permaneça intocado, pode haver RS aparentemente diferentes, devido à presença da periferia. Assim, a periferia é onde as transformações ocorrem.

#### 3.2.4.2 Periferia

A periferia de uma RS é o complemento indispensável do núcleo, pois aparece em relação direta com ele. Deste modo, seu valor, sua função e a própria presença são determinados pelo núcleo. Os elementos mais acessíveis e flexíveis são armazenados na periferia, cuja existência permite atualizar a representação.

O sistema periférico abarca “informações retidas, selecionadas e interpretadas, juízos formulados a respeito do objeto e seu contexto, estereótipos e crenças” (Abric, 2001b, p. 23), promovendo uma interface entre o núcleo central e a realidade concreta. Enquanto o núcleo é essencialmente normativo, a periferia é mais funcional, permitindo que a representação seja ancorada na realidade do sujeito: “é na periferia que se vive uma RS no cotidiano” (Sá, 1996, p. 82).

Também a periferia apresenta três funções principais, de acordo com a hierarquia de seus elementos, que complementam o sistema central:

- 1) concretização: integrar os elementos da situação na qual a representação é elaborada, concretizando o sistema central em termos de condutas. A periferia depende diretamente do contexto imediato de utilização da representação.
- 2) regulação e adaptação: defender e proteger a significação do núcleo, pois seus elementos apresentam maior flexibilidade e permeabilidade do que os elementos centrais. “É o sistema periférico que vai inicialmente absorver as novas informações ou eventos suscetíveis de colocar em questão o núcleo central” (Abric, apud. Sá, 1996, p. 74). Permite assim, adaptações na representação e sua evolução contextual.
- 3) individualização: permitir modulações individuais da representação, pois na periferia são aceitas interpretações novas, integrações, deformações e contradições, que integram variações individuais ligadas às experiências pessoais do sujeito, atuando como prescritor de comportamentos.

Devido a estas funções, “atualiza e contextualiza constantemente as determinações normativas e de outra forma consensuais deste último, daí resultando a mobilidade, a flexibilidade e a expressão individualizada” (Sá, 1996, p. 74).

Estas características da periferia admitem que, a partir de um núcleo consensual, sejam aceitas diferenças interindividuais intensas que autorizam variações comportamentais entre membros de um mesmo grupo.

#### 3.2.4.3 O duplo sistema

“As RS e seus componentes, núcleo central e elementos periféricos funcionam, com efeito, como uma entidade em que cada parte tem um papel específico, mas



complementar a outra” (Abric, 2001b, p. 26). É pela eficácia do núcleo e pela flexibilidade da periferia que essas características mantêm as RS aglutinadas.

Esse sistema permite compreender características contraditórias e essenciais nas RS, são ao mesmo tempo rígidas, devido ao núcleo que é estável e ancorado profundamente no sistema de valores e crenças do grupo, e flexíveis, pois são alimentadas pelas contribuições individuais da vivência dos sujeitos, o que contribui diretamente com a evolução das RS. (Abric, 2001b, p. 27).

A relação núcleo – periferia sugere uma forte analogia com os programas de investigação da epistemologia de Lakatos (1993), que propõe a existência de um núcleo central nos programas de investigação (análogo à ideia de núcleo central proposto por Abric) e um cinturão protetor (semelhante ao sistema periférico das RS). As principais semelhanças estão na estrutura, nas funções e nas características de ambos e do modo como se relacionam.

A relação entre os elementos do núcleo e da própria RS está ligada aos seus processos de construção, pois novos elementos são ancorados nas velhas representações, que são revitalizadas. Por um lado, a velha representação se atualiza, com a chegada do novo, mas também o novo se acomoda ao já existente, sendo familiarizada e aceita. Este sistema duplo também está diretamente relacionado às práticas sociais.

### **3.2.5. Representação e prática**

Uma representação social é um meio de explicação das atividades sociais, sejam elas inter ou mesmo intragrupais, permitindo compreender e antecipar comportamentos e práticas sociais. As representações determinam não apenas as relações dentro de um grupo; seu funcionamento e estrutura atuam decisivamente na orientação das escolhas. Além disso, determinam também as relações intergrupos, fazendo com que um grupo atribua uma identidade a outro grupo baseando-se apenas nas próprias representações.

Por suas funções de elaboração de um sentido comum, de construção da identidade social, pelas expectativas e antecipações que gera, está na origem das práticas sociais. Por suas funções justificadoras, adaptadoras e de diferenciação social, depende das circunstâncias exteriores e das próprias práticas. É modulada ou induzida pela prática. (Abric, 2001b, p. 18).

Os laços que unem representação e práticas são diretamente relacionados à natureza da situação, ou seja, se as representações determinam as práticas e o inverso. O primeiro caso pode ocorrer de duas formas: 1) quando se tem um conjunto de condutas regulares, aprovadas pelo grupo de pertença do sujeito, porém não necessariamente verbalizadas ou intencionais. Neste caso, elas apresentam carga emocional significativa e são ligadas à memória coletiva e, por isso, as representações determinam as práticas; 2) quando uma situação apresenta-se ambígua ou demasiado complexa, tornando determinadas práticas não obrigatórias ou transitórias. Assim, a interpretação da situação determina a ação objetiva.

No caso contrário, onde as representações são motivadas pelas práticas, as características do entorno físico ou as relações de poder determinam a forma de abordar o problema, muitas vezes transformando a representação. Têm-se dois tipos de processos onde isto ocorre: reversíveis e irreversíveis. A relação representação – prática é totalmente distinta nesses dois tipos.

Quando uma situação é reversível, as novas práticas são encaradas como transitórias e constituem uma exceção. Todas as modificações, integrações e contradições atingem apenas a periferia da representação, enquanto o núcleo permanece estável e inalterado. Essa transformação é superficial, pois o indivíduo espera retornar à prática original assim que a situação terminar. Neste caso, os elementos estranhos ou contraditórios, são provenientes de fora da representação e nem sempre claros ou explícitos, gerados no sistema condicional de representação. Em geral, são empregadas ações para estabelecer o equilíbrio cognitivo que é perdido em atividades cujas práticas não são frequentes.

Já na situação considerada irreversível não existe possibilidade de retorno às antigas práticas porque as modificações são profundas e definitivas. Os elementos contraditórios, que podem se transformar em esquemas estranhos, atingem o núcleo da representação e não apenas a periferia. Essas transformações podem ser progressivas, resistentes ou brutais.

Tem-se uma transformação progressiva quando as práticas não estão em completo desacordo com o núcleo e vão integrando-se a ele progressivamente, sem que ocorra ruptura. O novo núcleo e, portanto, a nova representação, é constituído pela fusão das práticas com as representações originais. Quando os esquemas estranhos, provenientes da periferia, atingem o núcleo após se multiplicarem demasiadamente, tem-se uma transformação resistente, pois o núcleo tenta resistir a essas contradições,

mas acaba contaminado por elas. Para dar conta das contradições, aparecem, então, os esquemas estranhos que, com o tempo, conduzem a um novo núcleo modificado e, conseqüentemente, da nova representação.

Uma transformação brutal ocorre quando o elemento central é questionado a tal ponto que as práticas não podem ser ignoradas e não se consegue recorrer à proteção dada pela periferia. O núcleo é completa e diretamente transformado e surge uma nova representação. Neste caso, os elementos da representação original podem ser até mesmo insignificantes para a nova representação (*op. cit.*, p. 213).

Para entender o funcionamento, a evolução e as transformações que podem ocorrer com uma representação social é imprescindível conhecer a dinâmica das relações entre seu núcleo e sua periferia:

*“duas subpopulações podem ter, a respeito de um objeto dado, uma mesma representação (isto é, um mesmo núcleo central da representação) e, por motivos circunstanciais (em particular, as práticas individuais), esquemas periféricos ativados desigualmente, logo, discursos diferentes.”* (Flament, apud. Jodelet, 2001, p. 183).

Os elementos de uma representação estão ligados às condições que determinam sua elaboração, as condições de emergência.

### **3.2.6. Emergência**

As RS são cunhadas diante de uma imensidão de informações que atingem a população. Não são todos os objetos que geram representações, existem certas condições de emergência que definem a pluralidade de representações sociais criadas pelos grupos sociais, originando uma pluralidade de representações. Essas perspectivas podem ser sistematizadas ao longo de algumas condições de emergência para sua elaboração. Os principais fatores de emergência são:

- 1) *Dispersão da informação*: devido à complexidade do objeto e às barreiras sociais e culturais, os indivíduos não têm acesso a todas as informações sobre este objeto, propiciando a transmissão indireta do conhecimento e favorecendo o aparecimento de numerosas distorções (Moliner, 1996, p. 33). Também diferentes grupos têm acesso de modo diferente às mesmas informações ou até mesmo acesso a informações diferentes sobre um mesmo

objeto. Isto ocorre porque a informação que circula é, em geral, imprecisa ou ambígua e não apresenta o mesmo significado para todos, sendo vítima da ação social em sua transmissão.

- 2) *Focalização*: os recursos educativos e os interesses profissionais ou ideológicos parametrizam a focalização dos indivíduos em diferentes domínios do meio e gerem a pertinência da elaboração de uma representação ou de uma representação mais sólida ou mais fluida acerca de um dado objeto (Vala, apud. Sá, 1996, p. 42). A focalização determina que aspectos do objeto são mais interessantes e impede que o sujeito tenha uma visão global.
- 3) *Pressão à inferência*: após a constatação de um fenômeno, surge a necessidade de tomada de posição sobre ele, no entanto, este processo não é imediato, pois a posição a ser tomada não pode ser uma qualquer, mas deve servir ao objeto e, ao mesmo tempo, ao grupo e ao indivíduo. Existe um período em que o sujeito sente-se pressionado, mas ainda não conhece suficientemente bem o objeto. Comunicar e agir em relação a esse objeto pouco conhecido só seria possível se, através de diversos mecanismos de inferência, o indivíduo eliminasse a zona de incertezas do seu saber. Como isto demanda tempo, a adesão às opiniões dominantes do grupo é favorecida, possibilitando a estabilização do universo de conhecimento relativo ao objeto: a RS reflete o posicionamento social do grupo, suas relações intergrupais e com outros grupos. (Moliner, 1996, p. 33; Vala, apud. Sá, 1996, p. 42).

Essas três condições levam o indivíduo, frente ao objeto em parte desconhecido, a construir uma representação social nas interações com seu grupo social. Essas condições são necessárias, porém insuficientes para explicar porque alguns objetos são representados e outros não. Assim, surgem mais algumas condições para elucidar esta questão: noção de objeto, noção de grupo, *enjeux*, dinâmica social e ausência de ortodoxia.

O objeto de representação em geral apresenta-se polimorfo e, conseqüentemente, gera ambigüidades de interpretação importantíssimas para que o sujeito se apoie em seu grupo social. Além disso, há casos em que uma representação depende de outras, principalmente quando um objeto social é muito recente, pois sua representação muitas

vezes se baseia em representações mais estáveis e/ou de objetos mais antigos, ou seja, uma representação pode servir como base para outras.

*“A RS de um objeto é uma resposta a uma necessidade de compreensão e de ação, criada e desenvolvida num contexto, onde a normatização das condutas e do pensamento transcendem as normas específicas dos grupos. Em vista disto, pensa-se ser importante considerar uma outra variável explicativa destas situações, onde diferentes grupos compartilham as mesmas RS e membros de um mesmo grupo compartilham diferentes RS sobre um objeto dado. Esta variável se refere às normas mais gerais e valores, bem como a multifiliação simultânea a grupos de participação e grupos de referência. Nesse contexto parece fazer sentido considerar uma RS como dependente de outra. Em resumo, esta dependência ocorreria em função da natureza do objeto da mesma e da normatização em torno dos conhecimentos e práticas relativos a este objeto.”*  
(Camargo, apud. Moreira & Camargo, 2007, p. 104).

Assim, cada grupo social é constituído por indivíduos que se comunicam entre si e que interagem com o objeto. Um grupo pode ser formado devido a esta relação com o objeto (o objeto faz parte do grupo) ou, ainda, existir antes dele e estar sujeito ao objeto (o grupo é confrontado com o objeto). É preciso ainda lembrar que um mesmo sujeito está inserido em diferentes grupos e pode compartilhar diferentes RS com cada grupo, coexistindo, para um mesmo sujeito, diversas representações sobre um mesmo objeto.

Estas duas situações conferem ao objeto um valor de *enjeux* social, ou seja, fornecem alguma razão que motiva o processo de representação e determina o objeto a ser representado.

Considerando que a personalidade individual é resultado de um conjunto de componentes cuja origem é a interação entre indivíduos no meio social, tem-se que a posição individual sobre o objeto é transferida para os outros sujeitos. Isto fortalece o grupo enquanto entidade social e motiva o surgimento da representação. No caso de um grupo preexistente, o confronto com o novo objeto exige que o grupo mantenha-se conciso, fazendo com que a representação seja compartilhada. Desta forma fica evidente a necessidade da dinâmica social na valorização do objeto enquanto alvo de representações.

Para que estes fatores possibilitem a ocorrência das representações sociais é necessário que o grupo não seja ortodoxo. A ortodoxia é caracterizada pela aceitação do

sujeito – ou do grupo – de princípios que regulam seus pensamentos e controlam suas atividades, impedindo-o de buscar teorias alternativas para explicar os novos objetos. Assim, a ausência de ortodoxia favorece a emergência de formulações representacionais, pois o sujeito não está submetido a nenhuma forma de regulação definida (Moliner, 1996, p. 36-48).

*“Conclui-se então que há elaboração representacional quando, por razões estruturais ou conjunturais, um grupo de indivíduos é confrontado a um objeto polimórfico, cujo domínio constitui um enjeux em termos de identidade ou de coesão social. Quando, ainda, o domínio deste objeto constitui um enjeux para outros atores sociais interagindo com o grupo. Quanto, enfim, o grupo não está submetido a uma instância de regulação e de controle definindo um sistema ortodoxo.” (op. cit., p. 48).*

Em todas as fases os sujeitos se apoiam no contexto histórico e na memória social. Mas é na fase de emergência que ocorrem os processos sócio-cognitivos de ancoragem e objetivação, integrando o novo ao conhecimento pré-existente: o indivíduo cria hipóteses e teorias para dar conta da novidade estranha que precisa ser familiarizada.

Pode-se dizer que uma representação social é, basicamente, uma modalidade de conhecimento que busca elaborar as condutas comportamentais de indivíduos no curso de sua interação, bem como a comunicação adotada por eles. A incidência da comunicação atua em três níveis: 1) de emergência das representações que afetam aspectos cognitivos; 2) dos processos de formação das representações, objetivação e ancoragem; e 3) das dimensões relacionadas a condutas e comunicação, sendo as principais a difusão (relacionada à formação de opiniões), propagação (relacionada à formação de atitudes) e propaganda (relacionada à formação de estereótipos). (Jodelet, 2001, p. 30). Existem ainda causas emocionais envolvidas na formação das RS, onde a comunicação serve de válvula na liberação de sentimentos, como na criação de boatos, por exemplo.

*“Sobressai a importância primordial da comunicação nos fenômenos representativos. Primeiro, ela é o vetor de transmissão da linguagem, portadora em si mesma de representações. Em seguida, ela incide sobre os aspectos estruturais e formais do pensamento social, à medida que engaja processos de interação social, influência, consenso ou dissenso e polêmica. Finalmente, ela*

*contribui para forjar representações que, apoiadas numa energética social, são pertinentes para a vida prática e afetiva dos grupos. Energética e pertinência sociais que explicam, juntamente com o poder performático das palavras e dos discursos, a força com a qual as representações instauram versões da realidade, comuns e partilhadas.” (op. cit., p. 32).*

### **3.2.7. Comunicação**

A forma como a realidade se organiza está intimamente ligada aos processos comunicativos, envolvendo aí, por um lado, a transformação da explicação em descrição e, por outro, da descrição em explicação, mais voltada para o convencimento do público a que se destina. Ou seja, para compreender as RS é preciso compreender seus sistemas de comunicação. Além disso, existe no século atual um grande impacto do fluxo acelerado da informação, exigindo que as pessoas signifiquem, interpretem e integrem muito mais objetos sociais do que nos séculos anteriores.

Para se propagar em uma sociedade, os especialistas utilizam a mídia, alimentando conversas e rumores cotidianos. “O rumor parece oferecer um modelo adequado para capturar o momento em que as RS são criadas.” (Clémence et al., apud. Almeida et al., 2011, p. 184), pois, muitas vezes, se enraíza na comunicação inicial sobre o objeto, através da mídia. Em geral, o rumor é assimilado pelo senso comum como uma história falsa, porém antes mesmo de questionar sua veracidade, o sujeito faz inferências e foca-se sobre alguns aspectos da história.

Este processo corresponde, de certo modo, às etapas da objetivação, onde as informações científicas e abstratas adquirem significado concreto e simbólico. Percebe-se então a forma que o sujeito “materializa uma ideia abstrata em função tanto de sua própria experiência e criatividade pessoal, como das normas e valores sociais” (Alba, apud. Almeida et al., 2011, p. 402).

Já a ancoragem determina quais os termos iniciais que serão mantidos pelo sujeito na defesa de seu sistema de crenças, transformando em maior ou menor grau a informação científica em detrimento de sua identidade. Aqui, todo elemento novo é interpretado pelo sujeito de acordo com seu contexto social e pessoal, “tudo é interpretado à luz dos antigos paradigmas e, portanto, corrobora-se a permanência de crenças e sistemas de interpretação pré-existente” (ibid.), reduzindo a incerteza sobre o estranho e integrando-o.

A associação entre o conhecimento antigo e a novidade permite articular os processos de ancoragem e objetivação, sob a ação de duas lógicas normativas: limite na comunicação – as pessoas se prendem a aspectos intrigantes da informação científica que pretendem representar, esquematizando e conectando esses aspectos aos conhecimentos prévios – e identidade – onde princípios oriundos do entorno social intervêm para defender ou mesmo combater o novo conteúdo a ser esquematizado. A opção por abandonar termos técnicos facilita a compreensão e transmissão da informação aos outros.

O modelo dos sistemas comunicativos se caracteriza por quatro pontos: “1) grau de estruturação da mensagem; 2) o modelo ou conjunto de temas presentes nas mensagens; 3) as relações entre a fonte, o comunicador e o destinatário; e 4) os efeitos que o comunicador procura causar no destinatário” (*op. cit.*, p. 446), que descrevem os três seguintes sistemas de divulgação:

- 1) *Propaganda*: o desafio do emissor está em incorporar a novidade conflituosa e incompatível através da relação verdadeiro – falso, com o objetivo de diferenciar um conhecimento, onde o verdadeiro está de acordo com suas próprias perspectivas e o falso o contraria. Sua mensagem é bem estruturada em torno dessa oposição, criando estereótipos. Como exemplo têm-se as formações sociais políticas, como os partidos, por exemplo.
- 2) *Propagação*: o emissor se dirige a um grupo particular, com valores específicos, buscando integrar a novidade aos princípios que fundamentam as velhas crenças, minimizando contradições e conflitos, mantendo e justificando a integridade desse sistema de crenças. Limita-se à interpretação de fenômenos, atribuindo sentidos de acordo com as convicções do grupo, ou seja, é um modo de regulação da ortodoxia do grupo. (Moscovici, 1986, p. 643). Como exemplo são citados grupos religiosos, como católicos, muçulmanos, onde os efeitos da comunicação incidem sobre as atitudes.
- 3) *Difusão*: o meio emissor não tem por finalidade convencer, reforçar ou influenciar o receptor, mas deve transmitir um conteúdo de interesse geral para o maior público possível e conservá-lo. A divulgação científica, técnica e histórica pertencem a esta categoria, onde também se encontram as mídias de grande circulação, cujo objetivo é criar um interesse comum sobre um dado assunto, recriando o conhecimento adaptado ao público. (Moscovici, 1986, p. 642).



Uma atividade muito popular de difusão é a vulgarização<sup>10</sup> do conhecimento científico, onde os agentes vulgarizadores tomam para si a autoridade da ciência e buscam a cientifização dos indivíduos não iniciados no assunto. A associação entre a difusão e a vulgarização tende a ser perigosa, pois ocorre a superposição entre o interesse em facilitar a compreensão e atingir o maior público, ajustando a imagem da ciência para o senso comum.

Os processos comunicativos se dão em relação a dois universos de pensamento distintos, porém correlacionados, denominados, por Moscovici (1981; 1984), universos reificados e universos consensuais. Atuando entre estes dois universos, encontram-se os meios de divulgação, que tentam adaptar a informação, produzida no universo reificado, para a sociedade em geral, traduzindo o conhecimento. Exercendo esta função, tem-se o vasto alcance dos meios de comunicação de massa (televisão, internet, cinema, etc.) e a atuação de pessoas que divulgam a ciência (jornalistas, professores, pesquisadores, apresentadores de televisão, profissionais de marketing, cientistas amadores, etc.), sob a forma de difusão, propagação e propaganda.

O conhecimento produzido no meio científico erudito apresenta certo rigor que lhe é característico e constitui o *universo reificado*. Trata-se de um universo restrito, onde se encontram as ciências, as atividades intelectuais, como a Física, por exemplo, e seus representantes. São produzidos conhecimentos de acordo com regras rigorosas e objetivas, tanto metodológicas quanto teóricas. Essas regras estratificam e compartmentam as informações, que são abordadas em unidades especializadas e hierarquicamente estabelecidas. “O princípio da construção científica é uma divisão do trabalho de pesquisa, na qual o trabalho de cada um é balizado e as contribuições são, ao mesmo tempo, sistematicamente justificadas e alinhadas. [...] Esta construção é a consequência direta do processo de divisão do trabalho científico” (Lahlou, apud. Almeida et al., 2011, p. 87).

De modo geral, essa relação de poder entre os membros da ciência é que determina quais áreas de pesquisa serão mais favorecidas em detrimento de outras,

---

<sup>10</sup> De acordo com a definição do dicionário, vulgarizar é definido como reduzir ao estado plebeu, fazer comum com abatimento da nobreza, gradação de apreço, respeito. No entanto, aqui se toma vulgarizar no seguinte sentido: “o limite da transmissão dos conteúdos; a preocupação de estar ao alcance de todos e assim conferir um efeito universal ao conhecimento; além de carregar consigo também a centelha do novo. Se isso é verdade, então posso afirmar que a vulgarização ou divulgação é uma atividade criadora, ou seja, faz surgir algo que não existia anteriormente. No caso da vulgarização do século XIX, ela estava anunciando as inovações do mundo da ciência que, a partir daquele momento, fariam parte da cultura letrada, como eletricidade, vacina, telefone, entre outros, mesmo que o seu princípio científico permanecesse pouco conhecido.” (Vergara, 2008, p. 139).

definindo quais as revistas especializadas mais importantes e quais linhas de pesquisa serão financiadas, por exemplo.

Por outro lado, as relações do senso comum que emergem a partir de interações cotidianas e onde são elaboradas as representações sociais, formam os *universos consensuais*. Não há especialização na produção dos conhecimentos cotidianos e as regras de validação, verificação ou plausibilidade seguem uma lógica própria que não corresponde aos requisitos mínimos de racionalidade. Ou melhor, existe sim uma racionalidade, porém esta deve ser entendida em relação a seus próprios termos, aceitando variações cognitivas, e não com referência ao padrão lógico adotado no universo reificado.

A sociedade em geral participa deste universo de forma igualitária, onde os indivíduos podem expressar-se segundo seus próprios valores. As teorias populares elaboradas para explicar os problemas cotidianos têm igual valor e, quando compartilhadas, são criados núcleos estáveis que regem comportamentos habituais e que apresentam significado para os sujeitos que as compartilham. Um exemplo desse fenômeno são as superstições, como os signos do zodíaco: acreditando ou não, as pessoas sabem o signo sob o qual nasceram, isto porque este tipo de crença é transmitido de forma tão ou mais sistemática que a própria ciência. Esta expansão alcança todos os níveis sociais e são largamente difundidas.

Além do senso comum como “corpo de conhecimento produzido espontaneamente pelos membros de um grupo, baseado na tradição e no consenso” (Moscovici & Hewstone, apud. Moscovici, 1984, p. 685) surge na sociedade atual uma nova espécie de senso comum, “permeado pela razão e submetido à autoridade legítima da ciência. Este é um conhecimento de segunda mão que se estende e estabelece constantemente em um novo consenso sobre cada descobrimento e cada teoria” (ibid.), permitindo inclusive absorver e transformar os mais diversos saberes, entre os quais a ciência. São as representações sociais.

A transformação entre o saber científico, produzido no universo reificado, e o senso comum, pertencente ao universo consensual, está associado a dois eixos que dizem respeito à (Jodelet, apud. Jodelet, 2001, p. 28-29): 1) fabricação do conhecimento popular, a partir da apropriação do saber científico pela sociedade, composta de cientistas amadores, e das características do pensamento de senso comum em relação ao científico; e 2) difusão de conhecimentos e interdependência entre os processos de

representação e vulgarização, com vistas aos obstáculos ou pontos de apoio que podem existir durante a assimilação de um saber científico.

Porém, “o conhecimento vernacular da ciência é diferente da compreensão científica popular como se encontra com frequência nos cientistas amadores ou nos sub-públicos interessados na ciência [...] que desenvolvem um conhecimento especializado que não anda longe dos padrões científicos” (Wagner, apud. Moreira & Camargo, 2007, p. 144). O conhecimento científico passa a ser consensual de modo sistemático e linear, transformando-se de pensamento informativo em representativo.

Em resumo, pode-se afirmar que os conhecimentos são produzidos nos universos reificados e, através dos meios de comunicação, são extrapolados, em uma versão supostamente acessível, para o meio social – que constitui o universo consensual. “A revolução provocada pelos meios de comunicação de massa e a difusão dos saberes científicos e técnicos transformam os modos de pensamento e criam conteúdos novos” (Moscovici, apud. Jodelet, 2001, p. 61). Os sujeitos sentem pressão em posicionar-se em relação às informações que aparecem, de modo insistente, nesses meios de comunicação. Para manifestar-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações através da objetivação e da ancoragem, inseridos em um grupo e uma dinâmica social. Ao final desses processos, tem-se uma representação construída e compartilhada socialmente e que, com frequência, está distante daquela proveniente do universo reificado. Surge, assim, o novo e cientificado senso comum.

Na Figura 2 é apresentado um mapa conceitual a respeito da teoria das representações sociais.

Deve-se considerar que as representações “circulam através da comunicação social cotidiana e se diferenciam de acordo com os conjuntos sociais que as elaboram e as utilizam. Por tudo isso, a pesquisa empírica das representações sociais não produz resultados replicáveis ou generalizáveis para outros contextos” (Sá, 1996, p. 22). Cada pesquisa em representações sociais exige a utilização de metodologia múltipla e adequada ao caso que se deseja estudar. A metodologia escolhida para realização deste estudo é descrita no próximo Capítulo.

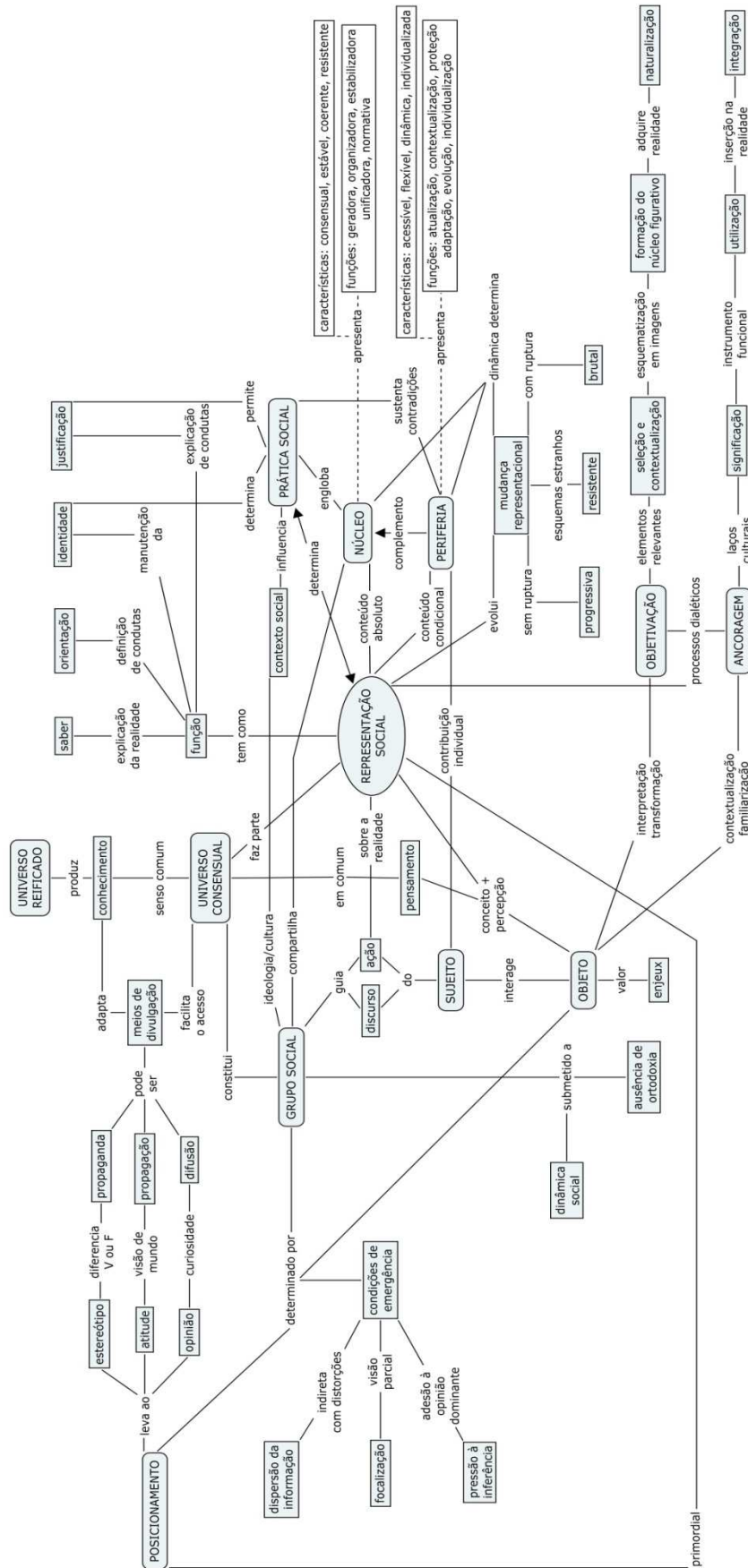


Figura 2 – Mapa conceitual sobre a teoria das representações sociais.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA

De acordo com o enfoque estrutural, para compreender uma representação social (RS) é necessário conhecer os elementos que a constituem e ainda sua organização. A representação é um conjunto de elementos que só fazem sentido se suas relações forem consideradas. “A construção do objeto de pesquisa somente se completa com a definição da metodologia que deverá ser utilizada para o acesso ao fenômeno de representação social que escolhemos estudar” (Sá, 1998, p. 79). Para cada pesquisa, ao definir-se qual o objeto de interesse, deve-se definir o método a ser empregado em seu estudo.

Esta área de pesquisa é, necessariamente, multimetodológica e os instrumentos e técnicas não são padronizados. Há instrumentos mais recomendados para o tipo de grupo social a ser investigado, pois para um grande número de participantes o tratamento deve ter maior alcance que para o caso de um grupo reduzido. Em todos os casos, “as enquetes e os estudos qualitativos constituem instrumentos indispensáveis e frequentemente mais ricos em informações – inclusive teóricas – para o conhecimento e a análise das RS” (Abric, 2001a, p. 169).

Ao decidir qual será o objeto de pesquisa o pesquisador deve ter em mente se este objeto é verdadeiramente provedor de RS. São geradas representações apenas se o objeto apresentar “suficiente ‘relevância cultural’ ou ‘espessura social’... Introduzimos assim, intuitivamente, dois ‘princípios’ que nos parecem plausíveis, mas que não se encontravam autorizados de forma explícita na literatura” (Sá, 1998, p. 45).

Ambas as características justificam a existência de uma representação, na medida em que colaboram com as condições de emergência. Ainda deve-se tomar cuidado ao afirmar que o objeto é foco de representações, pois nem toda categoria social participa de uma representação. Neste caso, o mesmo objeto pode construir-se em fonte de RS para um grupo e gerar em outro apenas uma série de opiniões desconexas e desestruturadas, sem fornecer representação alguma. Portanto, o objeto “se encontra implicado, de forma consistente, em alguma prática do grupo, aí incluída a da conversação e a da exposição aos meios de comunicação de massa” (*op. cit.*, p. 50).

São apresentadas neste capítulo as metodologias propostas para cada frente de trabalho, todas com vistas ao estudo das RS.

#### 4.1. FRENTE DE TRABALHO 1

A ideia de que a “Física Quântica” poderia constituir-se em um objeto de representação foi baseada na exposição que este termo apresenta nos meios de comunicação de massa, possivelmente representando um fenômeno de interesse público e, portanto, satisfazendo as condições de emergência para elaboração de RS em alguns grupos. De fato, conforme a abordagem utilizada no mestrado (Hilger, 2009), observou-se a existência de uma RS de estudantes de Ensino Médio sobre a Física Quântica ligada aos conteúdos veiculados pela mídia e, por este motivo, optou-se por realizar uma intervenção em sala de aula, na busca de modificar essas representações para as cientificamente aceitas pela comunidade de físicos.

Foi elaborada, então, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo – UEPS (Moreira, 2011) sobre o tema, onde se pretende lidar com estas inadequações, apresentando o conhecimento científico em contraponto às concepções disseminadas em meios de divulgações alternativos.

##### 4.1.1 Sequência da UEPS

As UEPS (ibid.) são unidades de ensino, com o conteúdo organizado em uma sequência de passos fundamentados em teorias de aprendizagem, principalmente na teoria da aprendizagem significativa. Assim, são levados em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, o uso de organizadores prévios e situações-problemas, a interação social, a criticidade, etc., a fim de que o material elaborado seja potencialmente significativo para o aluno, motivando-o e promovendo a aprendizagem.

A sequência envolve alguns passos a serem seguidos, porém as atividades específicas em cada etapa devem ser adequadas pelo professor para sua realidade e condições de trabalho.

Inicialmente o professor deve determinar qual o conteúdo a ser explorado e determinar os aspectos relevantes a serem explorados, de acordo com as normas

vigentes em sua disciplina. A seguir, são apresentados, de modo simplificado, os passos na construção da UEPS (ibid.):

- 1) externalizando o conhecimento prévio: proposição de situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio relevante para a aprendizagem do conteúdo. Podem ser utilizados diferentes recursos, como questionários, discussões, mapas mentais, etc.;
- 2) introduzindo o conteúdo: proposição de situações-problema introdutórias que considerem o conhecimento prévio exposto pelos estudantes na etapa anterior, atuando como um organizador prévio. O objetivo é prepará-los para a introdução do conteúdo propriamente dito, auxiliá-los na identificação das relações entre este e seu conhecimento prévio. Podem ser utilizados diferentes recursos, demonstrações, vídeos, simulações, situações cotidianas, representações, etc.;
- 3) aprofundando conhecimentos: apresentar o conteúdo com vistas à diferenciação progressiva, ou seja, partindo de aspectos mais gerais e estruturantes, dando uma visão do todo, e em seguida abordar aspectos mais específicos. Podem ser utilizadas diferentes estratégias, como exposição oral seguida de atividades colaborativas, apresentação seguida por discussão em grupo, etc.;
- 4) novas situações: retomar o conteúdo, apresentando novamente seus aspectos gerais, porém progressivamente em nível mais complexo de aprofundamento, seja utilizando recursos computacionais, áudio-visuais, textos ou exposição oral. É importante promover a reconciliação integrativa, utilizando situações-problema e novos exemplos, propostos em níveis crescentes de complexidade, destacando semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados. Ainda nesta etapa, propor atividades novas, que levem os alunos a consolidar seu conhecimento através da mediação do professor e dos colegas, como por exemplo, experimentos de laboratório, resolução de problemas, etc., desde que envolvam a negociação de significados;
- 5) concluindo a unidade: seguir com a diferenciação progressiva, rerepresentando o conteúdo e retomando seus aspectos mais relevantes, numa perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa, utilizando para tal uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de

um recurso computacional ou áudio-visual, etc. Propor novas situações-problema em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores, que devem ser resolvidas em atividades colaborativas, com a mediação do professor, e depois apresentadas ou discutidas;

- 6) avaliação de desempenho: ao final da proposta, deve haver uma avaliação somativa, com apresentação de situações-problemas que impliquem e evidenciem a compreensão dos significados e a capacidade de transferir o conhecimento para novas situações. As questões utilizadas na avaliação somativa devem ser previamente avaliadas por professores experientes da área. A avaliação formativa deve ser realizada ao longo das atividades propostas na UEPS – situações, tarefas, registros do professor, etc. O desempenho do aluno deve ser baseado igualmente nessas duas formas de avaliação;
- 7) avaliação da UEPS: a avaliação deve ser realizada durante a implementação da UEPS, através do registro dos indícios de captação, compreensão, aplicação e explicação do conteúdo. Assim, a UEPS terá êxito apenas se a avaliação do desempenho dos estudantes fornecer evidências de aprendizagem significativa.

É importante que estas atividades sejam diversificadas e que estimulem a colaboração e discussão entre os alunos, mas é possível que sejam realizadas tarefas individualmente ou que estas sejam elaboradas pelos próprios estudantes, de acordo com o interesse. A linguagem e a mediação do professor são relevantes neste processo, uma vez que é importante que haja compreensão sobre as ferramentas específicas do conteúdo, que são de domínio do professor e precisam ser negociadas, permitindo sua internalização e, posteriormente, sua externalização. Assim, as atividades podem ser recursivas, possibilitando ao professor perceber a evolução do conhecimento, que serve como evidência de aprendizagem.

#### **4.1.2. Proposta**

Os conceitos – *quantização, incerteza, estado e superposição de estados* – foram abordados de forma conceitual e de acordo com a interpretação de Copenhague (Cohen-Tannoudji et al., 1977). Assim, a intenção foi valorizar a interpretação dos fenômenos e



as equações mais simples, deixando de abordar as complexidades matemáticas mais avançadas, uma vez que a implementação se deu em turmas de Ensino Médio.

Para a avaliação da aprendizagem, considerou-se que a aprendizagem significativa e o domínio de um campo de conhecimentos são progressivos, focando-se na evolução da aprendizagem do estudante ao longo do processo. Por isso, foram propostas questões e situações, que buscassem verificar a compreensão e a assimilação de significados pelos alunos, durante toda a implementação da UEPS, que aparece esquematizada no Anexo A.

Parte da avaliação dos estudantes deu-se ao longo do processo, ponderando sobre as anotações da contribuição dos alunos, com ênfase em evidências de aprendizagem significativa dos conteúdos propostos. Além disso, foram propostas questões e situações que buscassem verificar a compreensão e a assimilação de significados pelos alunos.

Segundo Ausubel (1968; 2000) a variável isolada que mais influencia a aprendizagem de um novo conteúdo é o conhecimento prévio, ou subsunçor, onde serão ancorados interativamente os novos conhecimentos. Um subsunçor pode ser composto por representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e que estejam disponíveis para serem relacionados ao conteúdo a ser aprendido.

Então, inicialmente foram investigados os conhecimentos prévios dos estudantes utilizando mapas mentais (Buzan & Buzan, 1994; Ontoria et al., 2004) e questionamentos sobre suas ideias a respeito da Física Quântica, respondidos oralmente pela classe como um todo. O mapa mental evidencia associações completamente livres, apresentando ideias-chave interligadas e com ramificações, formando uma rede estruturada com nós e conexões, sendo especialmente adequadas para identificar subsunçores, não necessariamente aceitos no contexto da matéria de ensino.

Em seguida, a proposta de UEPS foi elaborada, respeitando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, que tratam especificamente da abordagem programática do conteúdo. A diferenciação progressiva prediz que ideias ou conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados logo no início e progressivamente ser diferenciados, ao longo do processo de ensino, em termos de detalhes e especificidades. Já a reconciliação integrativa prevê que o ensino deve

explorar relações entre ideias, proposições e conceitos, apontando diferenças e semelhanças relevantes, reorganizando o conhecimento e sanando dúvidas.

Deste modo, os conceitos foram abordados simultaneamente, sendo apresentados inicialmente em nível máximo de generalidade, sendo então reapresentados em níveis de especificidade cada vez maiores e sempre relacionados ao que já havia sido tratado. Assim, promoveu-se a diferenciação progressiva, partindo do geral ao específico, e a reconciliação integrativa, retomando os conhecimentos gerais a partir de ideias específicas.

O conhecimento novo, gerado pela interação entre os subsunçores e as informações apresentadas, é naturalmente diferente destes últimos, e foi apresentado pelos estudantes na construção de seus mapas conceituais (Novak, 1977; 1980) e de um conjunto de atividades previstas na UEPS. Mapa conceitual é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos, onde se percebe que alguns são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros. As associações estão diretamente relacionadas ao contexto da matéria de ensino, diferente dos mapas mentais, nos quais as associações são sempre livres. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem e sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação, procurando refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado.

Os estudantes não foram orientados sobre quais os conceitos que deveriam utilizar, apenas foi dito que, de acordo com as regras sobre a construção de mapas conceituais, relacionassem seu conhecimento sobre a Física Quântica.

O uso de mapas mentais permite ao sujeito expressar-se livremente e, portanto, influências externas na formação dos subsunçores, como por exemplo, questões divulgadas na mídia ou contribuições de outras séries ou conteúdos escolares, poderiam emergir. Por outro lado, em mapas conceituais essas características são suprimidas, devido à própria estrutura dos mapas, que reflete a captação de significados referentes ao conteúdo específico tratado. Assim, espera-se que as influências externas sobre a Física Quântica sejam reduzidas espontaneamente.

Para melhor organizar os conhecimentos, foi solicitado que os alunos produzissem algum material em cada um dos passos da UEPS como produto da aprendizagem para que eles se sentissem mais uma vez desafiados a participar do processo de ensino-aprendizagem. Ao todo foram seis as tarefas realizadas pelos alunos: o mapa mental, os questionamentos iniciais, o trabalho de livre escolha após o primeiro

texto, o mapa conceitual, a avaliação individual e o jornal da turma. As tarefas realizadas pelos alunos são esclarecidas na Tabela 7 e estão relacionadas aos passos propostos na UEPS.

Tabela 7 – Atividades realizadas pelos alunos de acordo com os passos da proposta.

Passo	Objetivo de cada passo	Atividade realizada pelos alunos
1	Definição do tema.	-
2	Exteriorizar os subsunçores.	Elaboração de mapas livres em duplas. Discussão de algumas questões norteadoras, propostas pelo professor, pelo grande grupo (toda a classe).
3	Aguçar a curiosidade dos alunos e relacionar os conhecimentos com auxílio de organizadores prévios em nível introdutório.	Leitura do artigo <i>Física Quântica para Todos</i> (parcialmente adaptado de Nunes, 2007). Discussão sobre o texto em pequenos grupos. Confecção de um trabalho, de livre escolha, em pequenos grupos.
4	Apresentação dos conceitos, relacionando-os aos exemplos e discussões anteriores.	Assistir o documentário <i>Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica</i> (Discovery, 2007). Construção de mapas conceituais, pelas mesmas duplas do passo 2.
5	Retomar o conteúdo, utilizando a comparação dos mapas realizados no passo 2 com os obtidos no passo 4 para abordar ideias (principalmente as relacionadas à quântica alternativa) que foram abandonadas e observar o que foi acrescentado.	Comparação qualitativa entre os mapas livres e os mapas conceituais, em duplas, segundo a participação nos passos anteriores. Relato oral e escrito deste momento.
6	Encerramento do conteúdo, com a apresentação dos conceitos em nível máximo de complexidade, de acordo com o nível escolar.	Discussão no grande grupo sobre a abordagem utilizada em desenhos e charges sobre os conceitos de Física Quântica. Confecção de um pequeno jornal da turma, no grande grupo. Foram utilizados diferentes recursos, como pequenos artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. Os recursos foram de escolha da turma.
7	Avaliação somativa. Avaliação formativa. O desempenho dos estudantes avaliado pelo professor é baseado, de forma igualitária, nas duas avaliações.	Avaliação somativa individual, realizada em sala de aula, através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. Avaliação formativa, de acordo com as atividades desenvolvidas pelos estudantes e as anotações do professor ao longo da UEPS.

8	Avaliação da própria UEPS. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado.	Análise oral da proposta como um todo, incluindo o desempenho dos estudantes nas avaliações e atividades realizadas, as estratégias de ensino utilizadas e seu próprio aprendizado.
---	--	---

### 4.1.3. Procedimento de análise

Na busca de possíveis RS, foram analisados os mapas mentais, mapas conceituais e resultados dos testes da avaliação somativa, possibilitando acompanhar as modificações ocorridas nessas representações.

#### 4.1.3.1. Mapas mentais

Na primeira etapa da análise dos dados, buscaram-se identificar as representações a partir dos mapas mentais. Na busca de evidências de RS sobre Física Quântica, uma vez que neste momento os estudantes ainda não haviam tomado contato formal com o conteúdo, os mapas mentais foram analisados primeiramente para a elaboração das categorias iniciais. Numa nova análise as categorias foram reorganizadas, elaborando-se as categorias finais, sob as quais se procedeu à análise final dos mapas. Por hipótese, os mapas realizados neste momento podem refletir a estrutura cognitiva dos estudantes a priori, apresentando ideias cientificamente aceitas, ou não, que podem ser utilizadas pelo professor como conhecimento prévio relevante para a ocorrência de aprendizagem significativa.

Para a análise final foram considerados aspectos qualitativos e quantitativos. Estes últimos levam em consideração: o número total de palavras utilizadas pelos sujeitos; quantas ramificações foram apresentadas; número de ligações primárias, ou seja, quantas palavras estão diretamente ligadas ao termo principal (neste caso, Física Quântica); e número de ligações secundárias, isto é, quantas palavras estão ligadas aos termos primários. Estes dados apontam para a homogeneidade das turmas investigadas, ou seja, o conjunto de sujeitos pode ser considerado como um grupo único devido a estas semelhanças.

Quanto à análise qualitativa, buscou-se observar os tipos de associações realizados pelos sujeitos, tentando identificar características de possíveis RS sobre a

Física Quântica. Seguindo as categorias estabelecidas, observou-se o número de mapas onde as categorias ocorreram e também as palavras mais evocadas pelos estudantes.

Deve-se recordar que o objetivo neste momento não é refletir sobre a aprendizagem dos estudantes, mas sim observar quais os subsunçores e possíveis representações sociais apresentadas antes de se iniciar a intervenção didática através da UEPS (Griebeler, 2012).

#### 4.1.3.2. Mapas conceituais

Após o início da abordagem, avaliou-se a presença ou ausência das representações obtidas na primeira etapa, utilizando os mapas conceituais realizados no passo 4. Para a análise quantitativa descritiva, verificou-se a quantidade de mapas conceituais com a presença dos conceitos quantização, incerteza e estado e/ou superposição de estado, e a presença de conteúdos alternativos relacionados à Física Quântica.

Para a análise qualitativa, avaliou-se a pertinência dos conceitos utilizados nos mapas ao contexto da teoria quântica abordada em classe e as ligações entre os conceitos relacionados pelos estudantes.

Considerando que a aprendizagem é processual e que os mapas conceituais foram realizados no decorrer da implementação da UEPS, o esperado é que os estudantes apresentassem mapas híbridos, que mantivessem as RS mais firmes, tendo abandonado ou substituído os elementos periféricos pelo novo conteúdo abordado em aula. Esta modificação nas representações se dá de diferentes formas, portanto cada estudante pode estar numa fase diferente do processo, ou seja, apresentar mais associações com suas ideias prévias ou com o novo conteúdo.

Assim, se procedeu a classificação dos mapas de acordo com a evolução conceitual aparente, em mapas com evolução brutal, onde o novo conteúdo aparece sem referência às representações iniciais, ou seja, o conteúdo anterior é totalmente substituído pelo novo; progressiva, onde conceitos novos aparecem mesclados às ideias prévias; resistente, onde as representações iniciais persistem e apenas alguns elementos novos são incorporados; e sem evolução, quando se mantêm apenas as representações iniciais.

#### 4.1.3.3. Avaliação somativa

A fim de contar-se com mais dados, optou-se por observar também a evolução das ideias relacionadas à Física Quântica conforme as respostas dos alunos na avaliação somativa, do passo 7. Verificou-se o número de estudantes que respondeu completamente cada questão, o total de respostas parcialmente corretas, o número de erros e as questões em branco, obtendo-se, assim, a porcentagem satisfatória (acerto e acerto parcial) ou insatisfatória (erro ou em branco) de compreensão sobre os conceitos abordados.

O instrumento de avaliação é apresentado no Anexo B e consta de cinco questões que contemplam todo o conteúdo abordado em classe, não apenas os quatro conceitos-chave considerados para a pesquisa.

#### 4.1.3.4. Questionário

Dois meses após a intervenção em classe utilizando a UEPS, em algumas turmas foi realizado um teste de associação de palavras (TAEP), solicitando que os estudantes escrevessem livremente o que lhes viesse à mente sobre a expressão “Física Quântica”. Os dados foram submetidos à análise que é descrita na frente de trabalho 2.

Esta análise permite inferir se as mudanças trazidas pelos conteúdos tratados na UEPS foram significativas ou não, através da verificação sobre o tipo de mudança ocorrida nas RS apresentadas ao final da intervenção e após o período de dois meses. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, observa-se a retenção do conteúdo, permitindo fazer-se inferências sobre a aprendizagem dos estudantes.

## 4.2. FRENTE DE TRABALHO 2

Na pesquisa realizada no mestrado, partiu-se da ideia de que a “Física Quântica” poderia constituir-se em um objeto de representação, com base na exposição que este termo apresenta nos meios de comunicação de massa, possivelmente representando um fenômeno de interesse público e, portanto, satisfazendo as condições de emergência para elaboração de representações sociais em alguns grupos.

Partindo dessa premissa, investigaram-se para este trabalho outros conceitos relacionados à Física que também apresentam exposição na mídia. Os sujeitos de interesse foram divididos em três grupos, conforme suas características comunicativas:

- 1) estudantes de curso pré-vestibular popular da região metropolitana de Porto Alegre, pois haviam finalizado o Ensino Médio em escola pública e estavam em contato constante com notícias relacionadas a descobertas da Física veiculadas nos meios de comunicação, como noticiários, por exemplo;
- 2) moradores do interior de Santa Catarina, que compartilham a mesma cultura e região geográfica, além de trabalharem no comércio, independentemente de sua faixa escolar; e
- 3) estudantes de Ensino Médio de escola estadual do interior do Rio Grande do Sul, que a princípio haviam sido divididos em três subgrupos, por série, mas que, devido aos resultados semelhantes, foram reunidos em um grupo único.

Todos os respondentes contribuíram para a pesquisa gratuitamente e aceitaram que suas respostas fossem investigadas e publicadas. Sendo grupos diferentes, cada um respondeu uma versão diferente do questionário.

#### **4.2.1. Questionário**

O instrumento de recolha de dados e as técnicas de análise foram reformulados e aperfeiçoados a partir dos validados em outro estudo (Hilger, 2009), onde haviam sido especialmente elaborados para este tipo de investigação em RS.

O TAEP, Teste de Associação Escrita de Palavras, é uma técnica que permite determinar a proximidade semântica entre os conceitos dados, ou palavras-estímulo. Neste tipo de teste, é fornecida ao sujeito uma série de palavras ordenadas aleatoriamente, e ele deve associar abaixo de cada palavra o máximo de palavras que puder lembrar. Foram testadas quatro versões do questionário, com diferentes conceitos fornecidos.

Para a versão final do questionário foram mantidos os seguintes conceitos: buraco negro, big bang, Física Quântica, teletransporte, energia escura, acelerador de partículas, quantização e criptografia, uma vez que, de acordo com as especificações apresentadas no capítulo anterior, estes temas apresentam exposição na mídia e podem ser objeto de representação para determinados grupos sociais.

Este tipo de instrumento é vantajoso, pois permite que um amplo espectro de associações seja observado, já que os participantes sentem-se mais à vontade. Contudo, apresenta algumas desvantagens e foram tomadas medidas para minimizá-las. Em primeiro lugar, este tipo de teste baseia-se apenas em representações linguísticas e, por isso, foi permitido aos participantes que escrevessem frases para melhor explicitar suas ideias. Além disso, a técnica estimula um processamento mínimo da informação, fazendo com que os sujeitos não explorem totalmente sua capacidade de externalização, problema que foi contornado pela adoção de duas medidas: a não existência de tempo limite para entrega do teste e a não exigência de que fosse seguida a ordem fornecida das palavras-estímulo no questionário, permitindo que os indivíduos pudessem explorar toda sua estrutura de conhecimentos, indo e voltando em suas páginas.

A técnica de associação escrita de conceitos ainda permite

*“o acesso, muito mais fácil e rapidamente do que em uma entrevista, aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto estudado. A associação livre permite a atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas”* (Abric, apud. Sá, 1998, p. 91).

Além disso, é facilitado o acesso aos elementos que compõem o núcleo e a periferia da representação, já que a hierarquia conceitual aparece nas associações. Na teoria do núcleo central das RS foram desenvolvidas técnicas adicionais que permitem conhecer a organização de seu conteúdo. A técnica adotada aqui foi aplicada simultaneamente ao TAEP e consiste em “pedir ao sujeito para efetuar ele mesmo sobre sua própria produção um trabalho cognitivo de análise, de comparação, de hierarquização” (ibid.), fazendo uma marcação nas palavras associadas. Após escrever suas associações, o sujeito deveria enumerá-las em ordem crescente, de acordo com seu julgamento a respeito da ligação entre elas. Então, 1 corresponderia a palavra mais associada ao estímulo entre todas as que o sujeito escreveu, 2 seria a próxima mais associada, e assim por diante.

Estes dados obtidos foram comparados aos elementos assinalados por todos os indivíduos em cada uma das categorias, fornecendo o núcleo e a periferia da representação para cada grupo social.

*“O estudo das RS precisa da utilização de métodos que em parte busquem identificar e fazer emergir os elementos constitutivos da representação, e por*



*outra conhecer a organização desses elementos e identificar o núcleo central da representação. Finalmente, se é possível, verificar a centralidade e a hierarquia manifestada. No estado atual dos nossos conhecimentos, este triplo objetivo implicará uma aproximação multi metodológica das representações organizada em três tempos sucessivos: 1) identificação do conteúdo da representação; 2) estudo das relações entre elementos, sua importância relativa e sua hierarquia; 3) determinação e controle do núcleo central” (Abric, 2001b, p. 54).*

Além do uso do TAEP, teste de associação escrita de palavras, o questionário conta com uma etapa de identificação do sujeito (escolaridade, idade e setor de trabalho) e outra de identificação de fontes de informação, onde o sujeito é convidado a marcar e exemplificar meios onde estabeleça contato com os conceitos apresentados no teste.

São sugeridos: livros, revistas, jornais, escola, internet, filmes, TV, rádio, igreja, cursos, congressos, conferências, redes sociais, colegas, etc., e ainda o sujeito pode acrescentar itens. Assim, pretende-se identificar formas alternativas de informação que venham a contribuir para a formação das RS desses indivíduos.

#### **4.2.2. Procedimento de análise**

Após a recolha, é preciso realizar uma triagem nos questionários, excluindo-se os participantes cujas respostas são inadequadas, ou seja, são idênticas e/ou muito semelhantes à de outros sujeitos da mesma turma ou não apresentam nenhuma relação ao estímulo proposto. Os questionários são agrupados de acordo com os grupos sociais correspondentes e codificados através de uma simbologia que os identifique quando houver dúvidas a respeito de grafia ou sentido da associação utilizada.

A seguir, é feita a digitação, onde é realizado um novo ajuste, onde as palavras são reordenadas de acordo com a marcação realizada pelos sujeitos. Também é preciso tomar o cuidado de padronizar palavras levemente diferentes, como no caso do uso de singular / plural, feminino / masculino ou verbo / substantivo, para que o software possa interpretá-las de acordo com seu significado equivalente.

A lista de associações de cada sujeito para cada palavra-estímulo consiste nos dados de entrada do software EVOC 2000 (Vergès & Boumediene, 2001), que agrupa as palavras em quatro quadrantes, de acordo com a frequência com que se repetem e com a ordem em que aparecem na lista de cada sujeito. Este gráfico gerado é

denominado gráfico ou tabela de Vergès (1992; Vergès et al., 1994) e é fornecido automaticamente pelo EVOC, sendo necessário que o pesquisador estabeleça alguns parâmetros, delimitando padrões para posterior análise.

Estes parâmetros são: frequência mínima (valor mínimo de repetições para cada termo associado que serve como linha inferior de corte, determinando as palavras que não apresentam repetição suficiente para fazer parte da representação e que, portanto, são excluídas da tabela de Vergès), frequência intermediária  $x$  (corresponde ao intervalo onde as evocações apresentam frequência mais significativa, participando de modo mais efetivo da RS) e ordem média  $y$  (auxilia na determinação de que elementos pertencem ao núcleo ou à periferia da representação). Deve-se deixar claro que, apesar de bem estabelecidos e facilmente encontrados pelo uso da função RANGMOT no software EVOC 2000 (Brabo, 2011), a interpretação do conteúdo de cada um dos quadrantes cabe ao pesquisador e, portanto, pode ser ajustado de acordo com as condições.

Estabelecidos estes parâmetros, o núcleo da representação encontra-se no primeiro quadrante da Tabela 8, onde a frequência de repetição das palavras é igual ou superior a  $x$  e a ordem média de associação é inferior a  $y$ . Ou seja, são elementos com grande número de repetições e marcados muitas vezes, portanto muito importantes e estruturantes da representação.

Tabela 8 – Componentes dos quadrantes fornecidos pelo software EVOC 2000

<p>1º quadrante</p> <p>Frequência <math>\geq x</math></p> <p>Ordem média de associação <math>&lt; y</math></p> <p>Núcleo da representação</p>	<p>2º quadrante</p> <p>Frequência <math>\geq x</math></p> <p>Ordem média de associação <math>\geq y</math></p> <p>1ª periferia</p>
<p>3º quadrante</p> <p>Frequência <math>&lt; x</math></p> <p>Ordem média de associação <math>&lt; y</math></p> <p>Elementos de contraste</p>	<p>4º quadrante</p> <p>Frequência <math>&lt; x</math></p> <p>Ordem média de associação <math>\geq y</math></p> <p>2ª periferia</p>

No terceiro quadrante encontram-se os elementos de contraste, onde a frequência é inferior a  $x$  e a ordem média para cada palavra é inferior a  $y$ . Estes elementos participam do núcleo da representação de algumas pessoas do grupo e são considerados importantes para elas, porém não se repetem tanto quanto as palavras consideradas do núcleo, pois não são compartilhados por todos os integrantes.

Os elementos das periferias correspondem aos com ordem média igual ou superior a  $y$ . No segundo quadrante encontra-se a primeira periferia, cujos elementos apresentam frequência considerada alta, maior ou igual a  $x$ . Já o quarto quadrante refere-se à segunda periferia, com componentes de frequência inferior a  $x$ . A periferia complementa o núcleo com informações que podem ou não ser compartilhadas entre todos os membros do grupo, porém não têm tanta importância quanto as do núcleo. (Abric, 2003, p. 64).

No interior de cada quadrante, encontram-se três colunas, fornecidas pelo software. A primeira coluna mostra a palavra que foi associada pelo sujeito ao termo-estímulo, a segunda apresenta o número de repetições desta palavra para o total de sujeitos e a terceira coluna a ordem média de associação de cada palavra para um mesmo estímulo.

O próprio software fornece os componentes do núcleo e da periferia, além dos elementos de contraste, mas cabe ao pesquisador interpretá-los e utilizar técnicas adicionais para analisar o conjunto obtido.

Assim, para o controle de centralidade, optou-se por analisar ainda a polaridade / neutralidade e estereotipia das associações (De Rosa, 2005). A técnica de análise da polaridade / neutralidade consiste em solicitar que os sujeitos marquem ao lado de cada associação o sinal + para palavras associadas positivamente ao termo-estímulo, – para as que forem negativamente associadas ou N para as palavras de associação neutra em relação ao estímulo. Em relação a estas marcações, são utilizadas duas equações para estabelecer a relação dos sujeitos com a representação:

Polaridade	$P = \frac{(n^\circ \text{ palavras } +) - (n^\circ \text{ palavras } -)}{n^\circ \text{ total de palavras associadas}}$
Neutralidade	$N = \frac{(n^\circ \text{ palavras neutras}) - [(n^\circ \text{ palavras } +) - (n^\circ \text{ palavras } -)]}{n^\circ \text{ total de palavras associadas}}$

Deste modo, é possível analisar se as associações são mais negativas ou positivas em relação ao estímulo, evitando interpretações dúbias com maior segurança.

Já a técnica de análise de estereotipia envolve a determinação do quanto os sujeitos estão simplificando as associações ou aderindo às associações do grupo.

$$\text{Estereotipia } Y = \frac{(\text{n}^\circ \text{ total de palavras diferentes})}{(\text{n}^\circ \text{ total de palavras associadas})} \times 100$$

Assim, quanto mais concentrada (índice próximo de zero) a associação, mais estereotipada, ou seja, mais pessoas compartilham os elementos da representação, e quanto mais variadas forem as respostas (índice próximo de 100), menos estereotipada é a representação.

O uso das técnicas aqui apresentadas é indicado, sobretudo, para casos onde se pretende atingir um grande número de sujeitos, uma vez que o modo como os dados são recolhidos facilita sua transformação em dados de entrada para o software EVOC 2000. Além disso, quanto maior o número de respondentes, melhor a identificação dos elementos do núcleo e da periferia da RS. É preciso destacar a potencialidade da técnica para estudos em grande escala, pois permite a análise de muitos dados simultaneamente, que implica na melhora da identificação dos elementos da RS, porém sua utilização em grupos menores não precisa ser descartada e pode ser complementada por outras técnicas que estejam de acordo.

#### 4.3. DIVULGAÇÃO

As RS são determinantes nas práticas, aqui sob a forma de consumo de materiais (literatura, cursos, terapias, etc.) relacionadas à teoria quântica e à adoção da visão divulgada nesses materiais, em geral sob a legitimidade de “autoridades científicas”.

Assim, além do uso do TAEP, o questionário contém um espaço destinado à identificação do sujeito (escolaridade, idade e setor de trabalho) e outro destinado à detecção de fontes de informação que sejam acessadas pelo sujeito no contato com os conceitos presentes no teste. Pretende-se aqui identificar meios alternativos de informação que possam contribuir com a formação das RS dos sujeitos.

### **4.3.1. Procedimento de análise**

Nos questionários considerados válidos após a triagem, foram avaliados os meios de acesso ao conhecimento sobre os temas do questionário. De posse desses dados, verificou-se o alcance dos meios mais acessados pelos sujeitos junto ao IBGE<sup>11</sup>.

Em seguida investigaram-se os trabalhos acadêmicos que fizessem referência à exposição de conteúdos científicos na mídia em geral e ainda realizou-se a busca de exemplos que se enquadram nos padrões apresentados e exemplificados nos questionários.

Esta análise auxilia no entendimento das RS obtidas, relacionando-se aos mapas mentais dos estudantes, constantes da frente 1 de trabalho, como às palavras utilizadas pelos respondentes no TAEP, realizado na frente 2.

Os resultados obtidos para as duas frentes de trabalho serão apresentados e discutidos no próximo capítulo.

---

<sup>11</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em RS, mais relevante do que a descrição da representação de um ou outro grupo social é

*“a comparação entre as representações que mantêm diversos grupos sobre um mesmo objeto social. Com efeito, é através dessas comparações que podemos mostrar a forma como as variáveis sócio-estruturais afetam a construção das representações sociais e conhecer, assim, o tipo de dinâmica social responsável por uma representação social do que a representação tal qual suas características.”* (Ibañez, 1988, p. 69).

Como foi esclarecido antes, esta tese é centrada em duas diferentes frentes de trabalho, sendo que a primeira delas dá continuidade à investigação realizada no mestrado (Hilger, 2009) sobre as representações sociais da Física Quântica, se debruçando especialmente no caso do Ensino Médio, e assim propondo uma atividade de intervenção com vistas a obter uma mudança ou evolução nessas representações.

A segunda frente se utiliza de metodologia desenvolvida, aperfeiçoada e validada no mestrado (ibid.) e coerente com a teoria das representações sociais, para obter informações a respeito de conceitos de Física Moderna e Contemporânea, que fazem parte do conhecimento prévio do público e que pode atuar como barreira para aquisição de novas informações. Após, será feita a discussão global sobre os resultados, com vistas às diferenças e semelhanças entre as representações sociais inferidas, e apresentados os resultados quanto aos meios de difusão acessados pelo público, na tentativa de se informar sobre estas questões.

#### 5.1 FRENTE DE TRABALHO 1

As atividades realizadas no decorrer da UEPS serão discutidas separadamente e, após a observação da evolução das possíveis RS apresentadas, será realizada uma avaliação sobre o sucesso ou não das atividades, dois meses após a implementação.

### 5.1.2 Mapas mentais

A implementação das atividades em classe ocorreu em quatro turmas de terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Carlos Antonio Kluwe, em Bagé – RS – Brasil – no ano de 2011 e em outras cinco turmas da mesma série em 2012. As turmas foram divididas em três grupos, de acordo com a Tabela 9, com o objetivo de melhor avaliar a eficácia da proposta. Todas as turmas apresentavam aproximadamente 30 adolescentes, com idades entre 15 e 18 anos, totalizando 262 estudantes.

Tabela 9 – Cronograma das implementações.

Grupo	Período	Turmas	Total de alunos <sup>12</sup>
1	2011: 18 horas/aula	A e B	61
2	2011: 15 horas/aula	C e D	59
3	2012: 15 horas/aula	E, F, G, H e I	142

Os grupos 1 e 2 responderam a um questionário de associação livre de palavras (Hilger, 2009) cerca de um mês antes do início das atividades. Assim, em seus mapas mentais houve a ocorrência de termos relacionados aos fornecidos nos questionários (Tabela 10), não se podendo julgar sua procedência: se foram naturalmente externalizados ou se foram utilizados pela associação com o questionário. Os termos dados no teste de associação livre foram: buraco negro, big bang, teletransporte, acelerador de partículas, energia escura, quantização, criptografia e Física Quântica.

Tabela 10 – Presença média de termos do questionário nos mapas mentais

Turma	A	B	C	D
Número médio de termos do questionário	2	1	1	1

A fim de evitar esta dúvida, no grupo 3 o questionário foi respondido pelos participantes apenas um mês após a intervenção, como forma de observar indícios de mudanças persistentes nas representações apresentadas nos mapas mentais. Portanto, ao ocorrerem termos do questionário nos mapas mentais do grupo 3, certamente eram associações naturais.

---

<sup>12</sup> O número de alunos que participou em cada atividade é variável, pois houve estudantes faltosos.

Na implementação estava programada uma discussão oral em classe guiada pelas seguintes questões (Griebeler, 2012):

- a) O que você já leu, ouviu ou viu sobre Física Quântica?
- b) Onde a Física Quântica é aplicada? O que estuda?
- c) O que difere a Física Quântica das outras áreas da Física (Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, etc.)?
- d) O que é um quantum de matéria? E um quantum de energia?
- e) Qual a sua opinião sobre os seguintes anúncios? (Recortes de revistas ou sites que anunciem “cursos ou terapias quânticas”, trazidos pela professora) Você já ouviu falar ou teve contato com algum tipo de terapia que se denomina quântica?

No grupo 1, a discussão foi realizada após a elaboração dos mapas mentais. Para a implementação no grupo 2, optou-se por realizá-la antes. Os mapas elaborados após a discussão foram mais complexos e interessantes, o que resultou na implementação da discussão na primeira aula do grupo 3, no ano seguinte. Assim, salientamos que a divisão em três grupos foi delineada para esclarecer as diferentes fases de melhoramento das implementações, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Delineamento experimental

Grupo	Resposta ao questionário	Discussão em classe
1	Antes da implementação	Após os mapas mentais
2	Antes da implementação	Antes dos mapas mentais
3	Após a implementação	Antes dos mapas mentais

Para a análise dos mapas mentais (ver exemplos nas Figuras 3 a 11, p. 77 e seguintes), foram considerados aspectos qualitativos e quantitativos. Estes últimos levam em consideração: o número total de palavras utilizadas pelos sujeitos; quantas ramificações foram apresentadas; número de ligações primárias, ou seja, quantas palavras estão diretamente ligadas ao termo principal (neste caso, Física Quântica); e número de ligações secundárias, isto é, quantas palavras estão ligadas aos termos primários. São esquematizados na Tabela 12 os valores médios por turma de cada característica avaliada.



Tabela 12 – Valores médios das turmas segundo a característica avaliada

Característica	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Número total de palavras	22	19	10	12	12	7	20	18	17
Número de ramificações	2	3	2	3	2	1	4	4	3
Número de conceitos primários	8	8	4	6	7	5	6	10	6
Número de conceitos secundários	2	4	3	5	3	2	7	5	4

Estes valores mostram que todas as turmas apresentam características muito semelhantes, mesmo pertencendo a diferentes grupos de implementação. Prevaecem as ligações de 1º grau, uma vez que o número de conceitos primários supera em muito o número de ramificações, portanto, o número médio de conceitos secundários é naturalmente inferior ao de primários. Também o total de palavras utilizadas pelos sujeitos é semelhante em várias turmas como se vê na Tabela 12.

Buscou-se também observar os tipos de associações realizadas pelos sujeitos, tentando identificar características de possíveis RS sobre a Física Quântica. Assim, os termos apresentados foram classificados em categorias, conforme a Tabela 13, onde consta ainda o número de mapas onde a categoria foi detectada.

Tabela 13 – Categorias temáticas por turma

Categoria	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Número total mapas mentais	14	11	8	10	15	15	12	14	12
A) Física de Partículas	7	5	3	11	14	9	9	13	11
B) Tecnologias	8	5	2	1	5	5	6	3	3
C) Astrofísica	6	9	2	6	12	2	8	2	3
D) Física Geral	10	8	7	7	14	8	12	14	10
E) Química e Biologia	1	0	1	1	1	7	1	3	0
F) Sociedade	2	2	0	1	4	1	0	0	2
G) Física Moderna em geral	2	5	4	0	7	5	5	7	5
H) Física Quântica	2	5	4	0	4	2	3	4	6
D) Física Quântica alternativa	1	11	1	7	1	0	9	3	4
J) Conteúdos gerais	7	7	1	2	10	14	8	13	8

Para melhor esclarecer a Tabela 13, são apresentados abaixo alguns exemplos de termos classificados em cada categoria:

- A) Física de Partículas: elétron, próton, átomo, molécula, bóson de Higgs, etc.
- B) Tecnologias: HD, computadores, ressonância, nanotecnologia, etc.
- C) Astrofísica: buraco negro, supernova, energia escura, planeta, etc.
- D) Física Geral: eletromagnetismo, condução, queda livre, ímã, etc.

- E) Química e Biologia: fotossíntese, microscópio, natureza, etc.
- F) Sociedade: medicina, veículos, indústria, etc.
- G) Física Moderna em geral: radioatividade, teoria das cordas, Einstein, etc.
- H) Física Quântica: quantum, função de onda, dualidade, etc.
- I) Física Quântica alternativa: macumba, pai de santo, reiki, espiritualidade, etc.
- J) Conteúdos gerais: cálculo, número, fórmula, difícil, etc.

Como as turmas apresentam resultados muito próximos, optou-se por tratar a partir daqui a amostra total de mapas mentais na discussão dos resultados obtidos. Tem-se, então, a distribuição das categorias para o número total de 111 mapas obtidos, segundo a Tabela 14 e o Gráfico 1.

Tabela 14 – Distribuição das categorias pelo total de mapas mentais da amostra

Categoria	Amostra	%
Número total mapas mentais	111	100
Física de Partículas	82	74
Tecnologias	38	34
Astrofísica	50	45
Física Geral	90	81
Química e Biologia	15	14
Sociedade	12	11
Física Moderna em geral	40	36
Física Quântica	30	27
Física Quântica alternativa	37	33
Conteúdos gerais	70	63

O resultado aponta uma certa prevalência de ideias relacionadas à quântica alternativa em detrimento da teoria quântica cientificamente aceita. Porém é muito forte a associação do termo indutor “Física Quântica” com conceitos oriundos da Física Geral (81%) e da Física de Partículas (74%) e com conteúdos gerais (63%).

Na Tabela 15 tem-se o número de repetição, ou frequência, das palavras mais citadas nos 111 mapas mentais dos estudantes. Esta distribuição confirma os dados acima, referentes às categorias.

Gráfico 1 – Distribuição das categorias pelo número total de mapas mentais da amostra

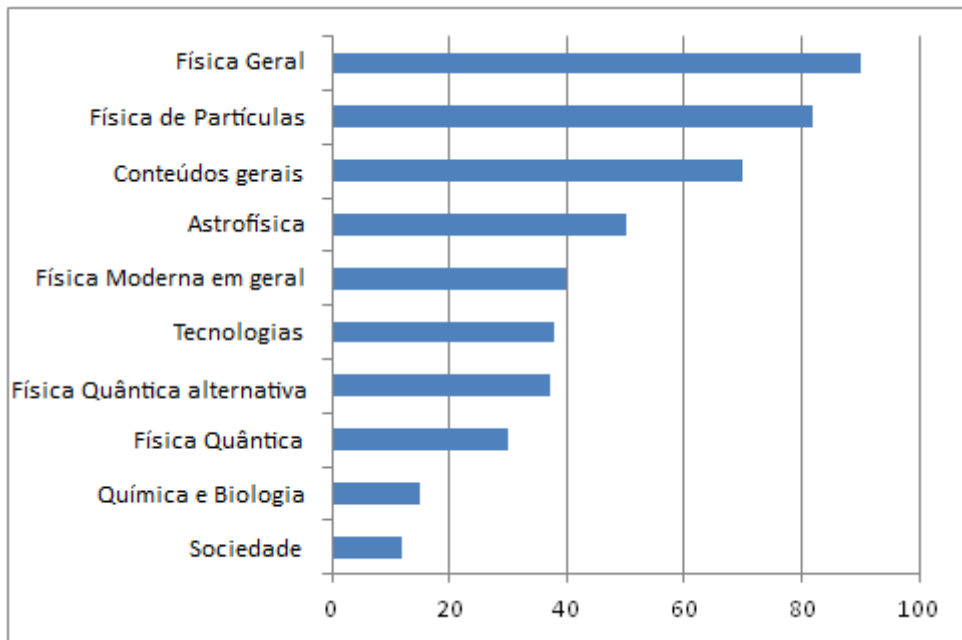


Tabela 15 – Frequência das palavras nos mapas mentais

Palavra	Número de repetições	Categoria a que pertence
Elétron	57	A
Energia	54	D
Próton	48	A
Quantidade	47	J
Partícula	42	A
Átomo	39	A
Carga elétrica	28	D
Força	27	D
Radiação	26	D
Quantum	24	H
Matéria	22	D
Tecnologia	21	B
Molécula	20	A
Nêutron	20	A
Einstein	19	G
Movimento	19	D
Nanotecnologia	16	B
Buraco negro	15	C
Mecânica	15	D
Positivo	15	J
Luz	14	D
Negativo	14	J
Quark	13	A
Teoria	13	J
Onda eletromagnética	12	D

Terapia	12	I
Universo	12	C
Cálculo	11	J
Campo elétrico	11	D
Química	11	E
Sol	11	C
Teoria das Cordas	11	G
Big bang	10	C
Bomba	10	F
Corrente elétrica	10	D

Conforme o esperado, apenas alguns estudantes demonstram o conhecimento prévio adequado a respeito da Física Quântica como ela é aceita cientificamente. Porém, há de se observar que, ao menos pelo que foi externalizado nos mapas mentais, as ideias dos alunos estão em torno de suas representações sobre a Física em geral, enquanto disciplina complexa que é. Este fato é evidenciado pelo alto índice de associação a conceitos oriundos das diferentes áreas pesquisadas na Física, bem como expressões gerais (por exemplo, cálculo, fórmula, etc.) que revelam características inerentes ao seu estudo.

São apresentados a seguir, nas Figuras 3 a 11, alguns exemplos dos mapas mentais sobre os quais foi realizada a análise, que são representativos da amostra total mesmo pertencendo a uma turma em específico. Assim, mapas semelhantes ao da Figura 3, por exemplo, foram encontrados em todas as turmas, e assim por diante.

As categorias presentes no mapa da Figura 3 são Tecnologias (criptografia, teletransporte), Física Moderna em geral (Einstein), Física Quântica (princípio da incerteza), Astrofísica (big bang, energia escura, buraco negro, outras dimensões) e Física Geral (gravidade). Prevaecem associações com Astrofísica e Tecnologias, porém a turma A respondeu o questionário previamente e a ocorrência dos termos buraco negro, energia escura, criptografia, teletransporte e big bang pode estar relacionada a este fator. Chama atenção a presença do conceito “princípio da incerteza”, que pode ser devido a algum contato da dupla com informações externas às fornecidas nas aulas de Física.

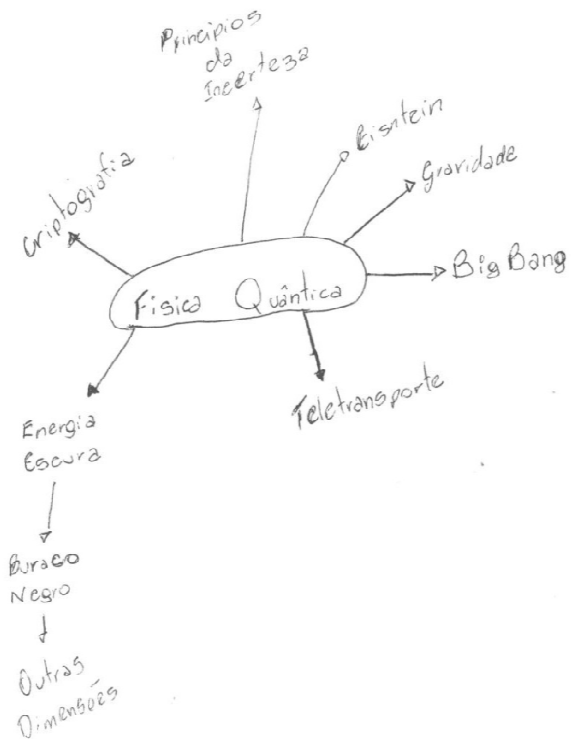


Figura 3 – Exemplo de mapa mental – turma A

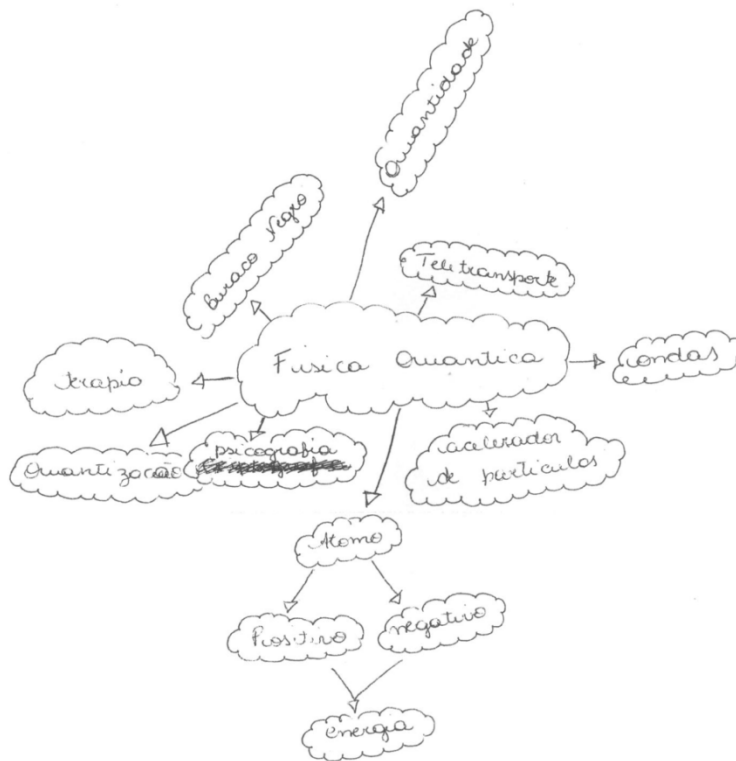


Figura 4 – Exemplo de mapa mental – turma B

Na Figura 4 encontram-se associações com Física de Partículas (átomos, positivo, negativo), Física Geral (energia, ondas), Tecnologias (teletransporte), conceitos gerais (quantidade), Astrofísica (buraco negro), Física Moderna em geral (acelerador de partículas), Física Quântica (quantização) e Física Quântica alternativa (terapias, psicografia). Dos termos utilizados pela dupla, pertenciam ao questionário buraco negro, teletransporte, quantização e acelerador de partículas. Além disso, é relevante notar os termos relacionados à quântica alternativa, uma vez que as ideias de terapia e psicografia não são cientificamente aceitas como relacionadas à teoria, além da associação com o conceito de quantização, este sim cientificamente aceito. Provavelmente estas informações chegaram aos estudantes por alguma fonte alternativa de informação, e podem prejudicar a captação dos significados aceitos na Física Quântica.

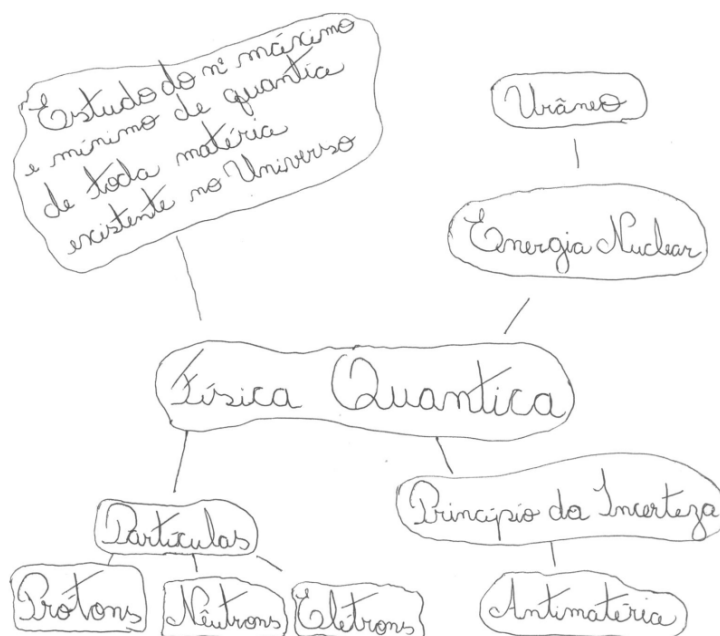


Figura 5 – Exemplo de mapa mental – turma C

De acordo com a Figura 5, prevalece a categoria de Física de Partículas (partículas, prótons, nêutrons, elétrons) e existe a presença da Física Quântica (princípio da incerteza) de acordo com o estabelecido cientificamente. A frase “estudo do nº máximo e mínimo de quântia de toda matéria existente no universo” indica uma possível dúvida da dupla quanto à natureza da Física Quântica, ao lidar com o universo, o extremamente grande e o extremamente pequeno.

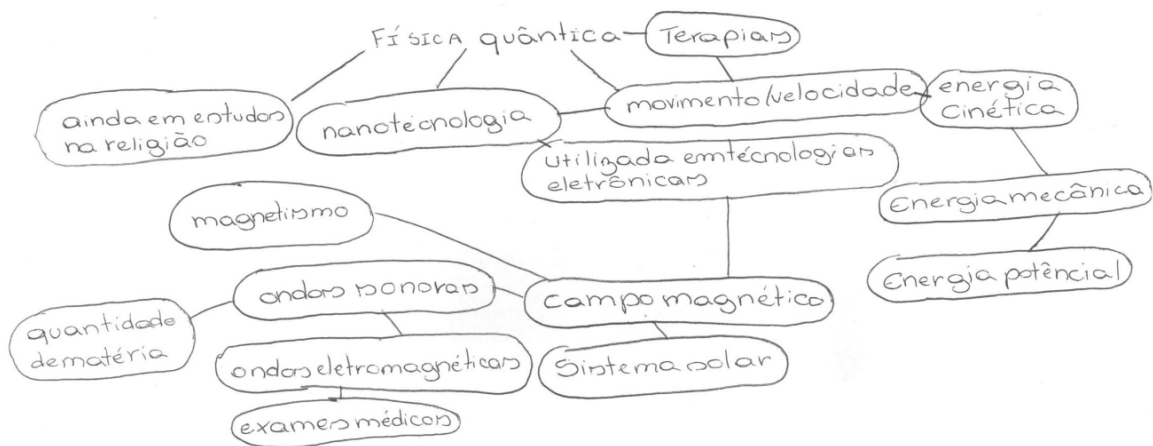


Figura 6 – Exemplo de mapa mental – turma D

Já no mapa da Figura 6, encontram-se termos relacionados à Mecânica (energia mecânica, potencial e cinética, movimento) e ao Eletromagnetismo (magnetismo, ondas eletromagnéticas, campo magnético). Destaca-se a presença do termo sistema solar ligado ao campo magnético, não apresentando clareza nem argumento para ligação. Quanto à quântica alternativa, têm-se as expressões terapia e “ainda em estudo na religião”, indicando a ideia de incompletude na relação entre religiosidade e quântica ou, talvez, o desconhecido presente em ambos. Também ocorre a associação com a categoria Tecnologias pelo emprego da expressão “utilizada em tecnologias eletrônicas” e pelos termos nanotecnologia e exames médicos. Ocorre ainda neste mapa o encadeamento de várias ideias, demonstrado através do número de ligações entre termos secundários.



Figura 7 – Exemplo de mapa mental – turma E

Mesmo muito simples, o mapa da Figura 7 apresenta quatro categorias diferentes: Física Geral (mecânica), Astrofísica (buraco negro), Física de Partículas (partículas, átomos, elétrons, nêutrons, prótons) e Sociedade (medicina). Muitos mapas mentais entregues pelos estudantes apresentavam expressiva quantidade de diferentes categorias, mesmo sendo em sua maioria mapas mentais com poucos termos relacionados ou mesmo apenas com ligações de primeiro grau, ou seja, termos diretamente ligados à Física Quântica.



Figura 8 – Exemplo de mapa mental – turma F

O mapa da Figura 8 é bastante complexo, apesar de ter apenas cinco conceitos primários e nenhum termo ligado à categoria Física Quântica. Têm-se ligações com diversas categorias, desde a Física Geral propriamente dita (leis de Newton, espectro eletromagnético, expansão do universo, por exemplo) até Física Quântica alternativa (mediunidade, energia espiritual, por exemplo). Em todas as turmas foram encontrados mapas complexos, porém na maior parte deles os conceitos relacionados pertenciam a



umas poucas categorias. A turma F foi a que apresentou o maior número de mapas mentais complexos e recheados de diferentes categorias.



Figura 9 – Exemplo de mapa mental – turma G

Novamente, no exemplo da Figura 9 têm-se um mapa mental bastante complexo, porém com relações restritas a poucas categorias. Há ocorrência das categorias Física Geral, especificamente radioatividade (bomba nuclear, fissão / fusão, radiação, liberação de energia), Astrofísica (big bang, estrelas, massa negra, cosmos) e Física Quântica alternativa (espiritismo, religião). Como nos casos anteriores, provavelmente os conceitos alternativos relacionados à quântica sejam de origem externa à escolarização, uma vez que a proposta deste trabalho é justamente o primeiro contato formal com a Física Quântica.

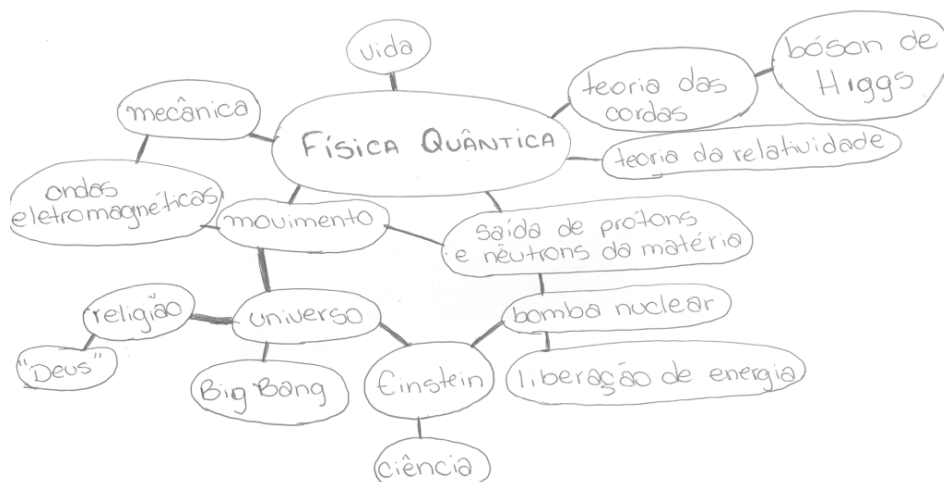


Figura 10 – Exemplo de mapa mental – turma H

Na Figura 10 tem-se outro mapa complexo, onde estão presentes as seguintes categorias: Física geral (por exemplo, mecânica, ondas eletromagnéticas), Física Quântica alternativa (deus, religião), Física Moderna em geral (relatividade), Física de Partículas (bóson de Higgs) e Astrofísica (big bang, universo). Neste caso, é relevante observar que o anúncio televisivo sobre a detecção do bóson de Higgs foi realizado à época das atividades propostas. Sendo assim, a origem desta associação pode estar correlacionada à difusão sobre o assunto.

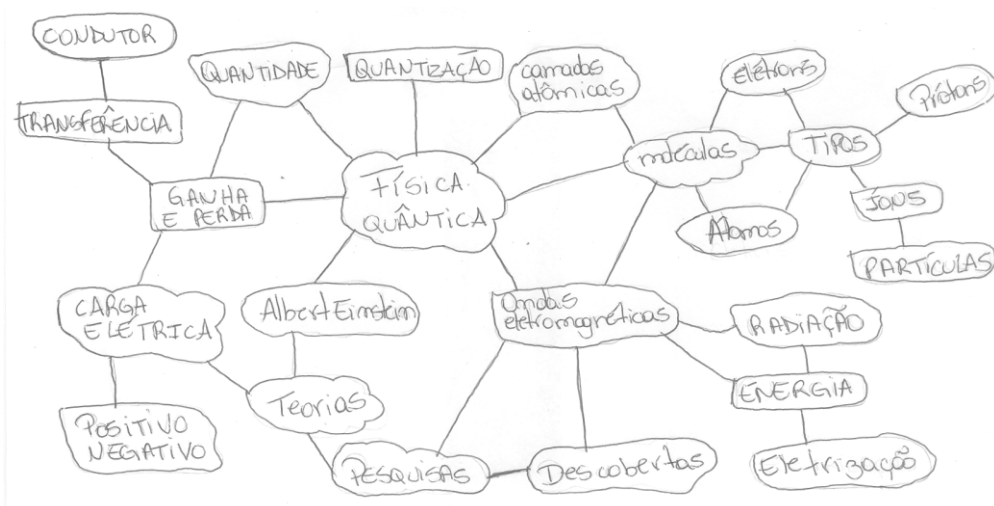


Figura 11 – Exemplo de mapa mental – turma I

No último exemplo apresentado na Figura 11, observa-se a presença marcante da Física Geral – Eletromagnetismo (carga elétrica, ondas eletromagnéticas, condutor, etc.) – e Física de Partículas (prótons, íons, elétrons, etc.), além de conceitos gerais (pesquisa, descoberta, teoria, etc.). ocorre também a presença do conceito de quantização, cientificamente aceito pela teoria quântica, e que pode servir de ancoradouro para a aprendizagem significativa de outros conceitos pertencentes à Física Quântica.

De acordo com a distribuição das categorias, tem-se uma representação baseada na presença de associações com a Física de Partículas, com a Física Geral e ainda a presença de conteúdos gerais e da Física Quântica alternativa. Essas características aparecem claramente nos mapas mentais das Figuras 3 a 11, apresentados. Era esperado que não houvesse muitas associações com Física Moderna em geral ou Física Quântica, uma vez que este seria o primeiro contato dos estudantes com o conteúdo, porém a presença de termos relacionados à Física Quântica alternativa nos chama a atenção para

o modo como as informações estão chegando aos estudantes, principalmente via internet.

Deve-se ressaltar que, como em qualquer ferramenta utilizada na detecção de possíveis RS, têm-se apenas indícios de tais representações, pois apenas existe o acesso ao que é externalizado pelos sujeitos.

As RS coletadas na etapa de elaboração dos 111 mapas mentais indica uma forte associação (mais de 50% dos mapas) com elementos de Física Geral (por exemplo, eletromagnetismo, reação, queda livre, etc.) e de Partículas (como, por exemplo, próton, elétron, átomo, etc.), além de conteúdos gerais, relacionados à estrutura da disciplina de Física (como cálculo, fórmulas, difícil, por exemplo). Poucas duplas realizaram alguma associação com o conteúdo específico e cientificamente aceito de Física Quântica (27% dos mapas), porém, em relação à Física Quântica alternativa, ligada ao misticismo quântico, terapias e ocultismo, houve associação em 33% dos mapas. Assim, as RS do grupo estariam em torno de sua experiência nas disciplinas de Química e Física das séries anteriores, trazendo elementos de uma quântica alternativa, não válida no campo de conhecimento cientificamente aceito.

### **5.1.2 Mapas conceituais**

Os conceitos-chave tratados na intervenção em classe foram: *quantização*, *estado*, *superposição de estados* e *incerteza*. Assim, verificou-se a inclusão destes conceitos em 105 mapas conceituais elaborados no grupo. No entanto, o termo incerteza foi empregado em 70 destes (67%) enquanto a presença dos conceitos quantização e estado (e/ou superposição de estados) não chegou a 40%. Apesar disso, deve-se ressaltar que, quando os conceitos-chave foram contemplados, as relações apresentadas pelos estudantes estavam de acordo com o que havia sido tratado nas aulas até então. Cabe aqui lembrar que, diferentemente dos mapas mentais, onde a inclusão de termos e associações são inteiramente livres, nos mapas conceituais espera-se que os termos correspondam a conceitos do conhecimento que está sendo mapeado e as associações entre eles, mais os conectores, correspondam a proposições aceitas nesse contexto.

Avaliou-se também a presença / ausência de termos relacionados à quântica alternativa, que chamou a atenção na primeira etapa da implementação da UEPS. Nos mapas mentais, a maior parte dos estudantes não utilizou conectores entre conceitos,

porém nos mapas conceituais isto ocorreu em parte, permitindo inferir-se se a relação entre o conteúdo alternativo apresentado recebia apoio ou não pelo estudante.

Sendo assim, obtiveram-se conceitos alternativos em 36 mapas conceituais, dos quais a maior parte (23 mapas, 64% deste total) utilizavam a Física Quântica como explicação ou justificativa para fenômenos e apenas 4 mapas apresentavam conectores do tipo “não explica” ou “não se relaciona com”. Em 9 mapas não havia conectores. Pode-se inferir, então, que a quântica alternativa ainda aparecia ligada à Física Quântica, porém não da forma cientificamente aceita.

São apresentados a seguir exemplos de mapas conceituais classificados de acordo com o tipo de transformação ocorrida: *brutal*, onde o novo conteúdo aparece sem referência às representações iniciais, ou seja, o conteúdo anterior é totalmente substituído pelo novo; *progressiva*, onde conceitos novos aparecem mesclados às ideias prévias; *resistente*, onde as representações iniciais persistem e apenas alguns elementos novos são incorporados; e *sem evolução*, quando se mantém apenas as representações iniciais. Em todas as turmas da amostra ocorreram mapas destes quatro tipos, sendo apresentados três mapas considerados exemplares para cada classificação.

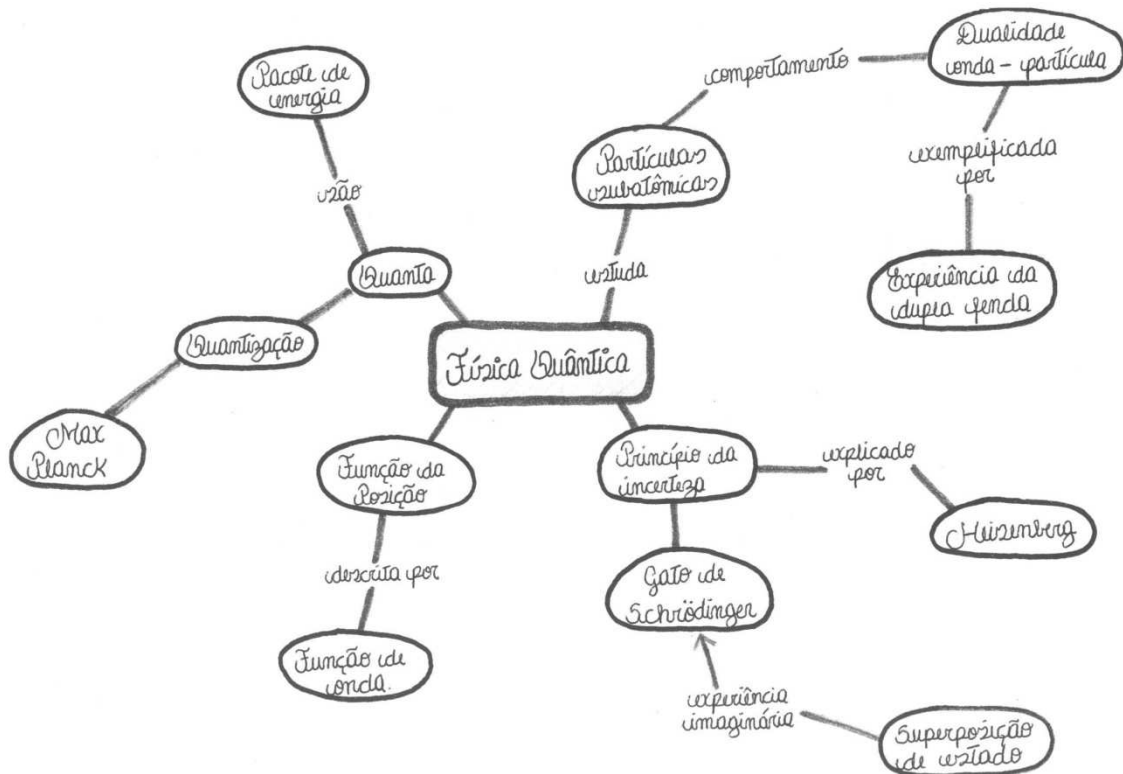


Figura 12 – Primeiro exemplo de transformação brutal

De acordo com o tipo de transformação exemplificado no mapa conceitual da Figura 12, observa-se a inclusão dos termos quantização, princípio da incerteza e superposição de estados, todos trabalhados em aula. Além destes, todos os conceitos utilizados pelos estudantes estão de acordo com o explanado na UEPS, porém não apresentam maior especificidade nas relações entre eles. São apresentados exemplos relevantes, como no caso da experiência do Gato de Schrödinger e da fenda dupla. Deve-se ressaltar que apenas uma primeira apresentação do tema foi realizada e, portanto, o assunto seria abordado novamente, provavelmente esclarecendo essas relações.

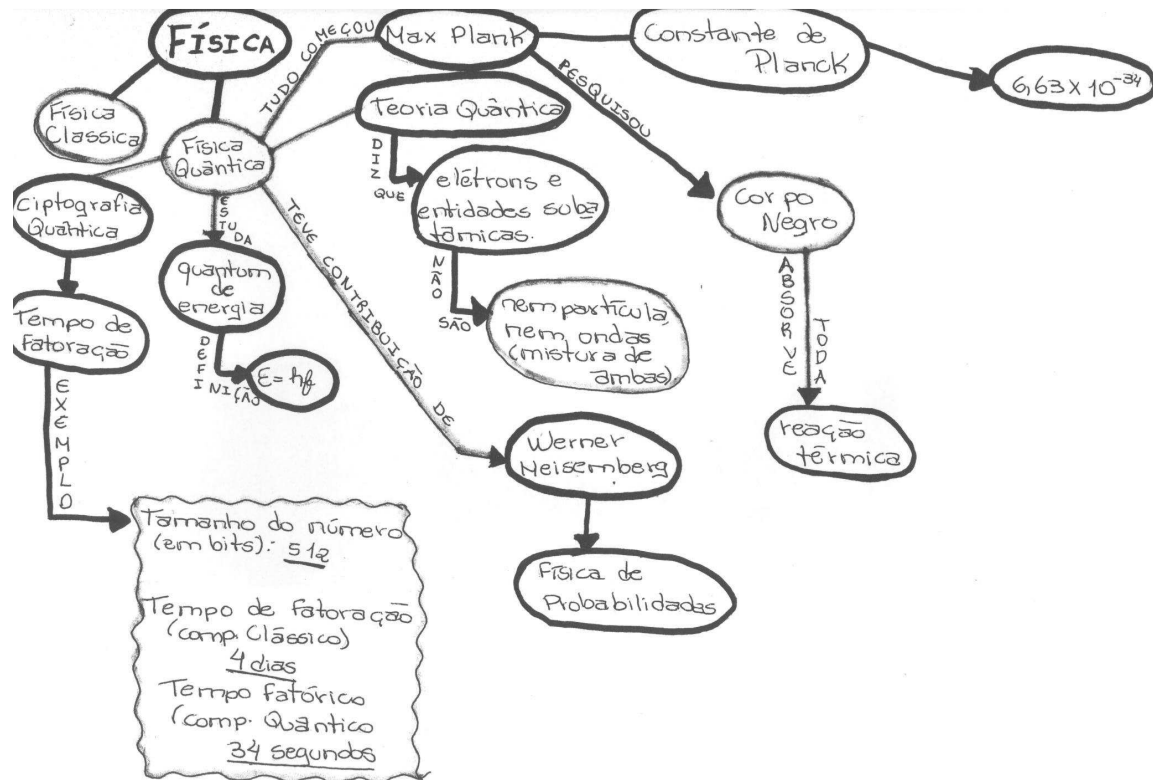


Figura 13 – Segundo exemplo de transformação brutal

No exemplo apresentado na Figura 13 os conceitos utilizados estão incluídos no conteúdo abordado em aula, porém os temas principais (quantização, princípio da incerteza e superposição de estados) não foram utilizados. Aparentemente, a dupla de alunos ainda está tomando consciência do que será tratado no conteúdo, tendo considerado importante a questão da dualidade onda-partícula e a aplicação da Física Quântica na computação. Também abordam a definição de quantum de energia e da constante de Planck, mas não apresentam de modo adequado a questão da absorção

energética pelo corpo negro, o que serviu de indicativo para o prosseguimento do trabalho do professor nas aulas que seguem.

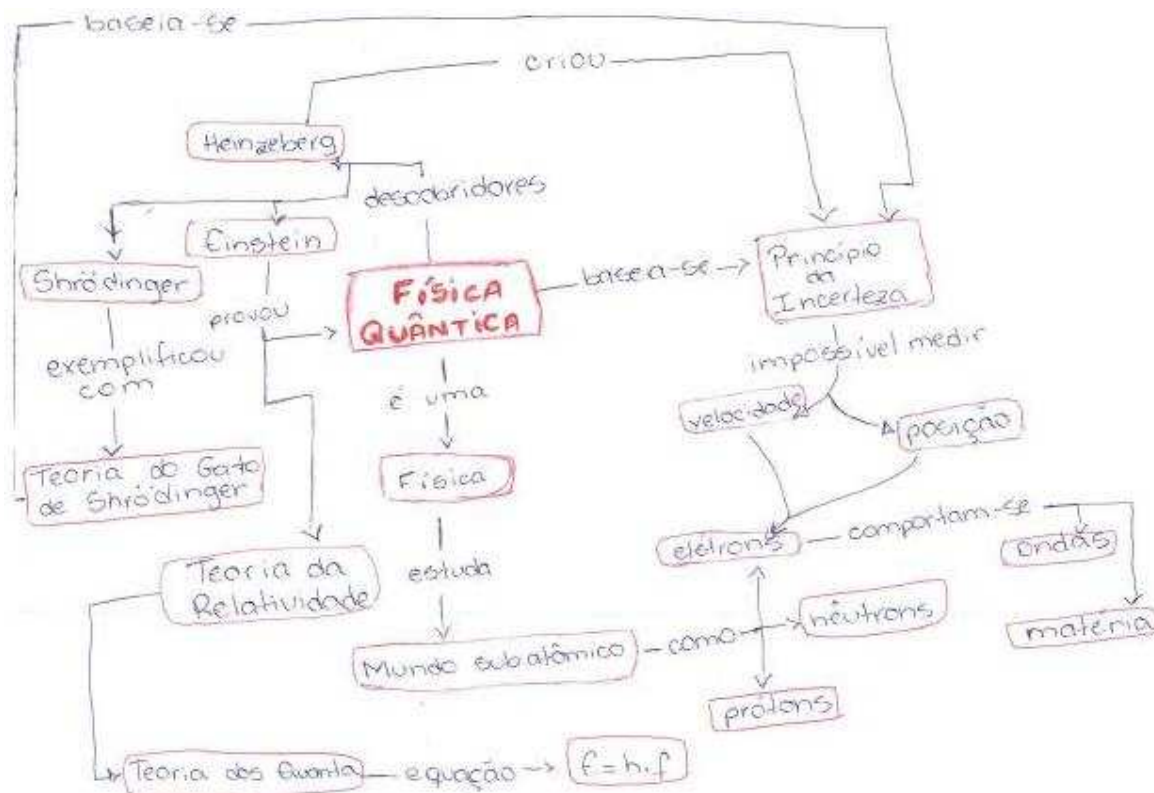


Figura 14 – Terceiro exemplo de transformação brutal

No mapa conceitual da Figura 14 observa-se a presença do conceito de princípio da incerteza, bem relacionado com a questão da medida de velocidade e posição. Os estudantes focaram boa parte do mapa nos físicos que contribuíram para o estabelecimento da teoria, acrescentando informações sobre o trabalho em que estiveram envolvidos. A Física Atômica também tem lugar, porém, aparece contextualizada e não de modo desconexo como nos mapas mentais.

Na Figura 15 tem-se o primeiro exemplo de transformação progressiva, onde ocorre a associação com a Física de Partículas de modo contextualizado e não como mera aplicação da Física Quântica. Também são apresentados os conceitos de incerteza, superposição de estados e a questão da dualidade, todos ligados ao modelo atômico atual e à Física Moderna, sendo esta não relacionada à Física Quântica. A ligação com a tecnologia ainda está presente e foram acrescentadas mais aplicações, como nas artes e na Física Nuclear. A dupla explorou também a relação da Física Quântica com a Clássica, numa contextualização do surgimento da primeira a partir da segunda.

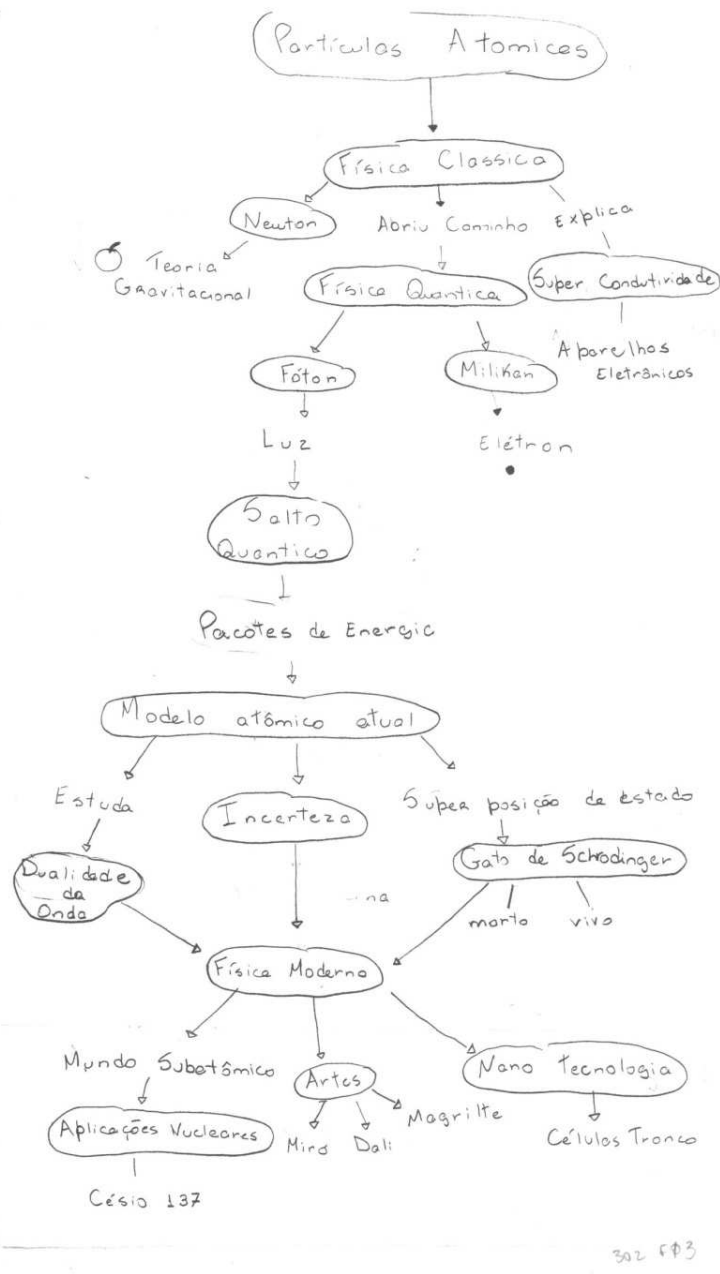


Figura 15 – Primeiro exemplo de transformação progressiva

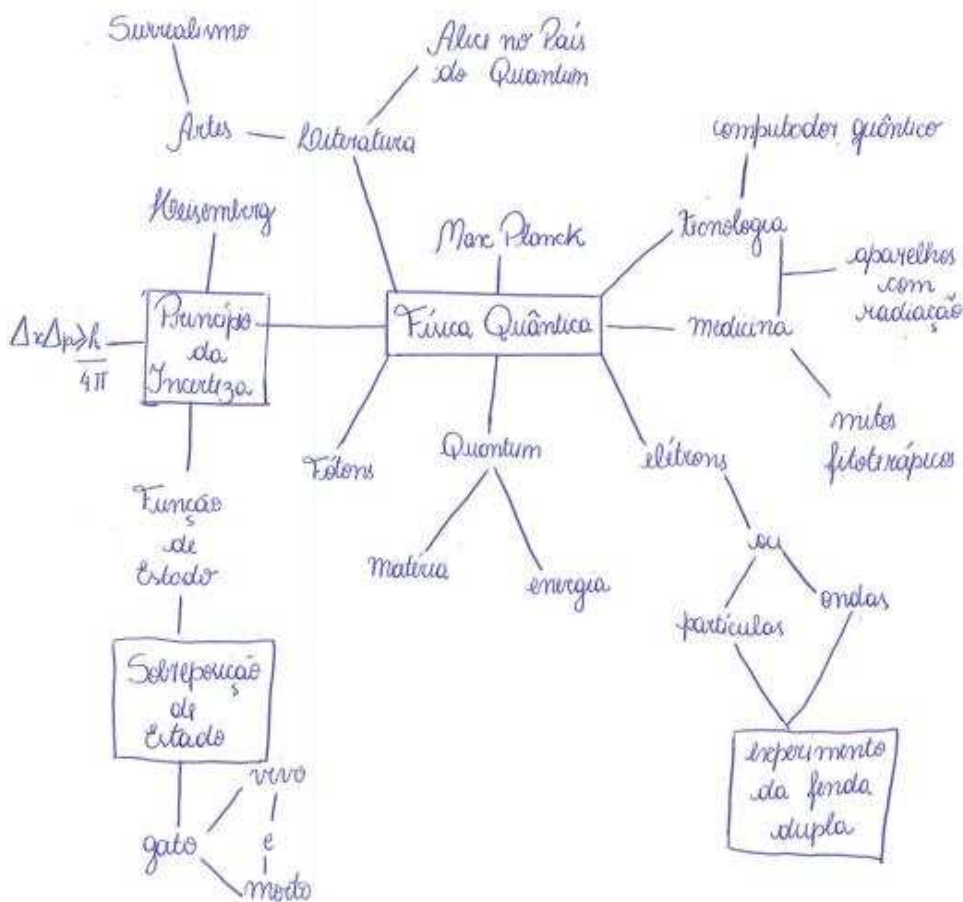


Figura 16 – Segundo exemplo de transformação progressiva

No mapa conceitual da Figura 16 são presentes as associações com tecnologia e medicina, ocorrendo uma crítica aos medicamentos que utilizam como “base científica” a teoria quântica, ou seja, fica claro para a dupla o apoio da Física Quântica a alguns elementos que participam do tratamento médico, como os aparelhos com radiação, e a crítica a outros, exemplificado pelo emprego do termo “mitos fitoterápicos”. A relação com a cultura também está presente, exemplificada pelo livro “Alice no país do quantum”. A contribuição das UEPS é contemplada pela presença do princípio da incerteza e superposição de estados, ligados entre si pela função de estado. Já a questão da dualidade é implícita na ligação do experimento da dupla fenda com partículas “ou” ondas, não deixando claro o comportamento onda-partícula.



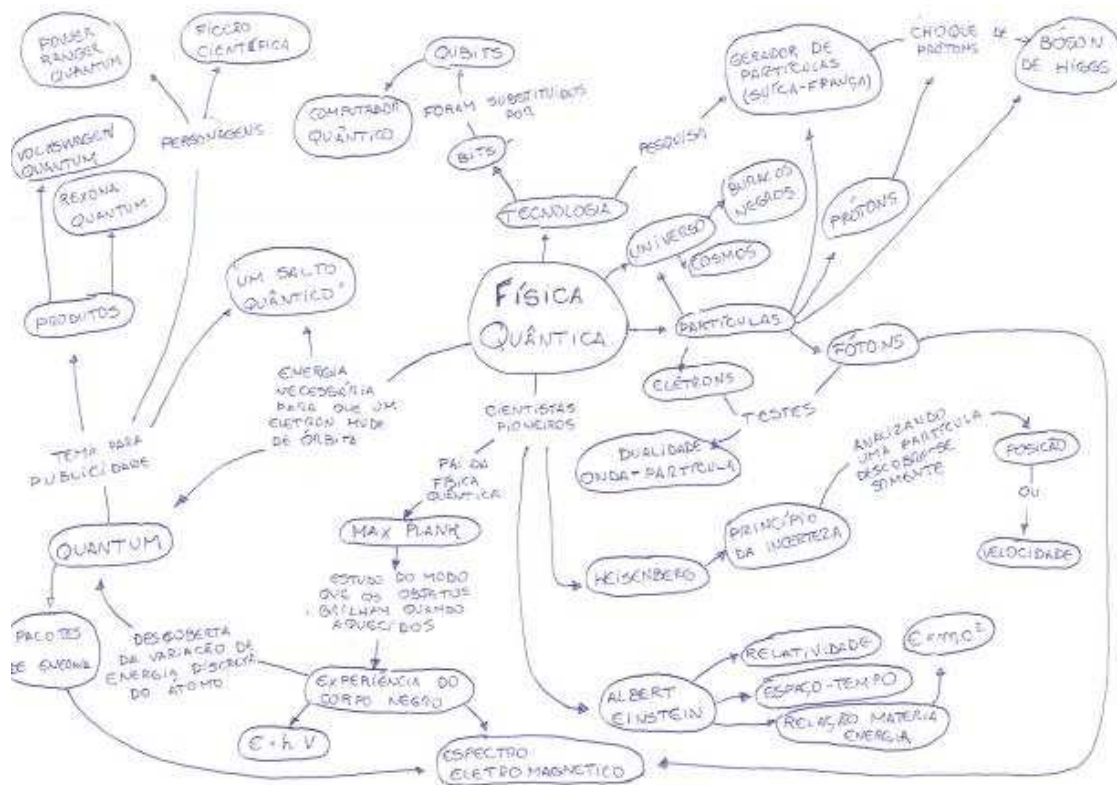


Figura 17 – Terceiro exemplo de transformação progressiva

Na Figura 17 têm-se associações da Física Quântica à publicidade, como desodorante e automóvel, e a personagens de ficção, como Power Ranger. Também ocorrem relações com tecnologia e Física de Partículas, sendo esta última contextualizada ao avanço no conhecimento sobre o modelo atômico atual. São exploradas questões de Física Moderna e Contemporânea e também dualidade onda-partícula, através dos físicos que historicamente contribuíram na área. Dos temas principais abordados na UEPS, apenas o princípio da incerteza é utilizado no mapa.

Já na Figura 18, onde é apresentado o primeiro exemplo de mapa conceitual com transformação resistente, tem-se a presença da quântica alternativa como decorrência da evolução trazida pela Física Quântica sob a forma de novas formas terapêuticas. Assim, o desenvolvimento científico leva à clonagem, neurociência, transgênese, etc. Por outro lado, os alunos introduzem a questão probabilística associada a fenômenos atômicos e utilizam o conceito de princípio da incerteza associado apenas à equação que o expressa, indicando a não integração destas ideias em sua estrutura cognitiva. O professor procurou então abordar com mais cuidado estas relações no restante da UEPS, uma vez que aqui os estudantes mantêm as características dos mapas mentais realizados antes do início da intervenção.

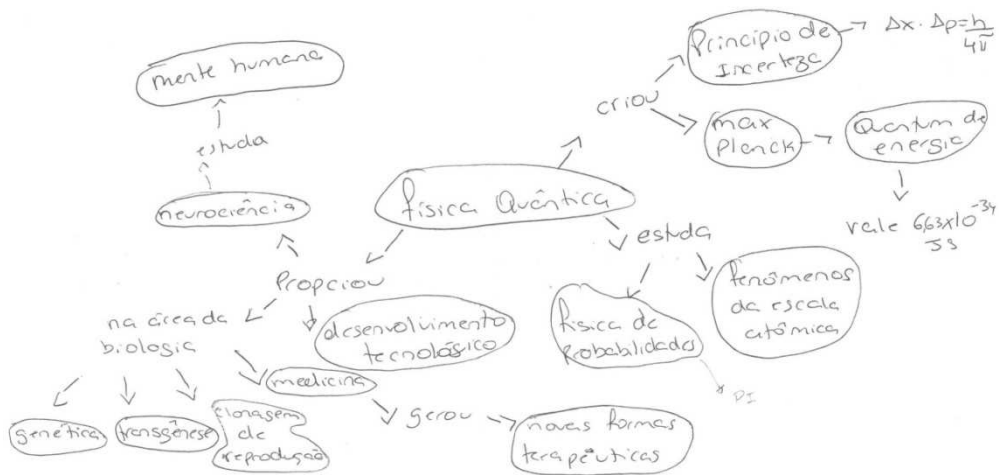


Figura 18 – Primeiro exemplo de transformação resistente

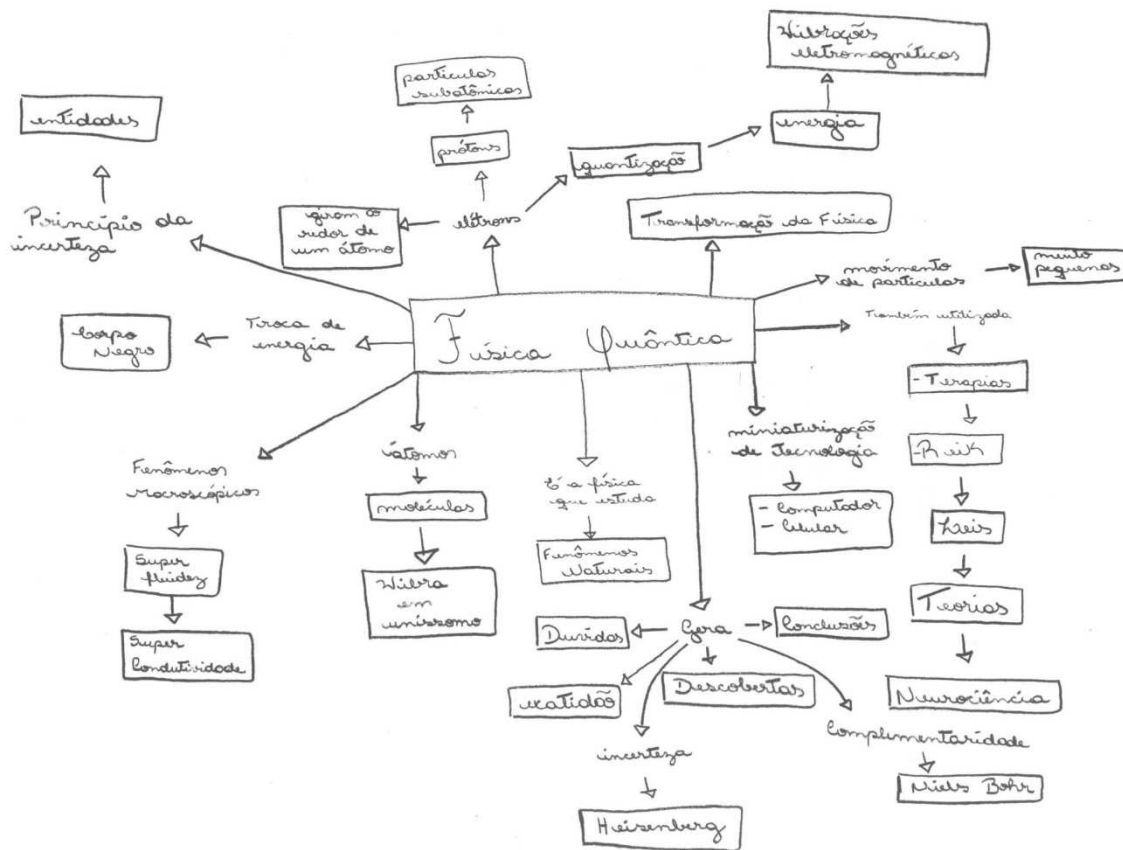


Figura 19 – Segundo exemplo de transformação resistente

No mapa apresentado na Figura 19 são abordados os conceitos de princípio da incerteza, que aparece como conector entre Física Quântica e entidades, e quantização, porém, em ambos não há referências sobre o entendimento adequado dos estudantes a respeito desses conceitos. Outra evidência desta questão é o emprego do termo incerteza ligado a Heisenberg. Também ocorre a exemplificação de aplicações da quântica

alternativa em terapias, como reiki, por exemplo. As demais associações utilizadas são genéricas, ligadas à Física de Partículas de forma desconexa com a teoria, como no caso da ligação entre átomos e moléculas.

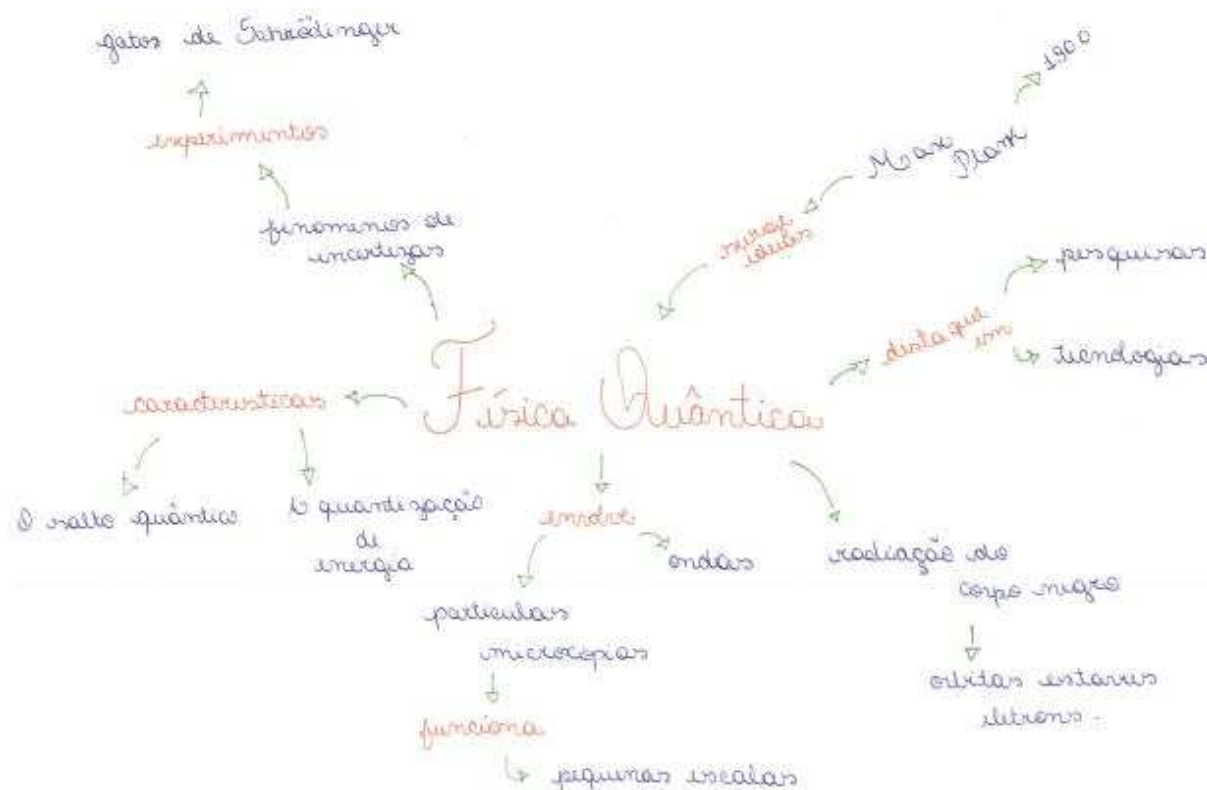


Figura 20 – Terceiro exemplo de transformação resistente

Na Figura 20 são mantidas as relações com Física de Partículas e com tecnologia, já realizadas na etapa dos mapas mentais. Apesar disso, ocorre a introdução da ideia de incerteza, ligada ao Gato de Schrödinger. O conceito de quantização é contemplado e a questão da dualidade está implícita na expressão “Física Quântica envolve ondas e partículas microscópicas”. Sendo assim, o mapa conceitual apresentado é considerado resistente.

No exemplo de mapa sem transformação apresentado na Figura 21, são mantidas as relações com a Física de Partículas, de modo desconectado com a Teoria Quântica, porém com a inclusão do termo quantização. São apresentados exemplos de aplicações tecnológicas, como o computador, além da relação positiva sobre a aplicação da quântica alternativa em terapias. A ideia de radiação de corpo negro é utilizada sem explicitação de conexão entre esta e a Física Quântica, como no caso da quantização.

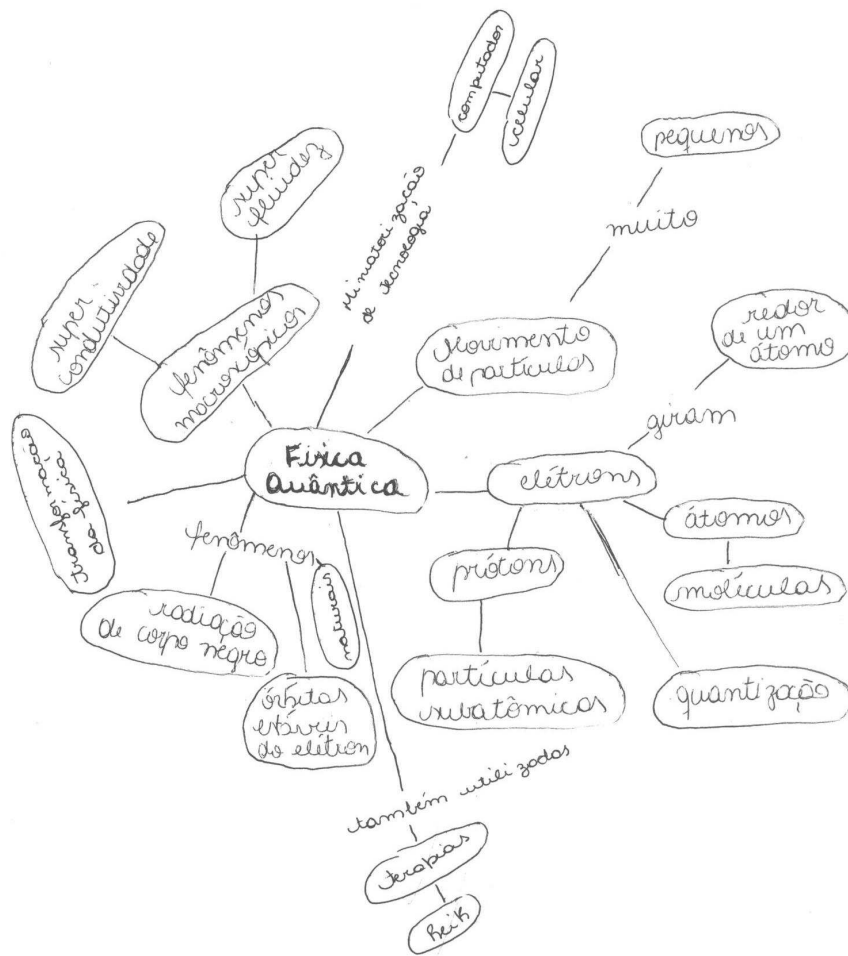


Figura 21 – Primeiro exemplo sem transformação

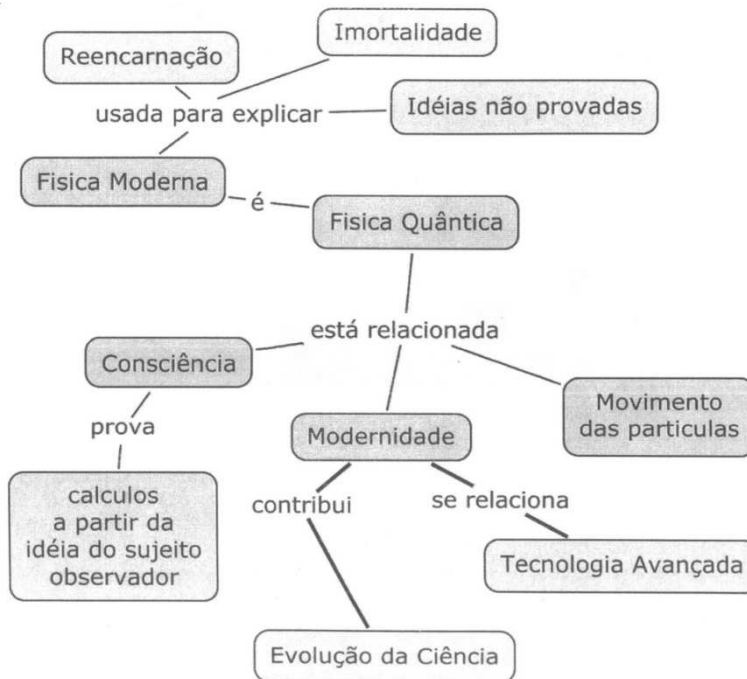


Figura 22 – Segundo exemplo sem transformação

No caso apresentado na Figura 22, Física Moderna e Física Quântica são tidas como sinônimos e são mantidas as relações apresentadas na etapa de mapas mentais. Assim, aparece a evolução e o avanço tecnológico, a Física de Partículas e também a explicação de fenômenos pela quântica alternativa. A dupla levanta a questão da consciência do observador, que seria provado matematicamente. Numa próxima apresentação do conteúdo, o professor iria retomar esta abordagem, bem como outros conceitos que aqui não foram contemplados.

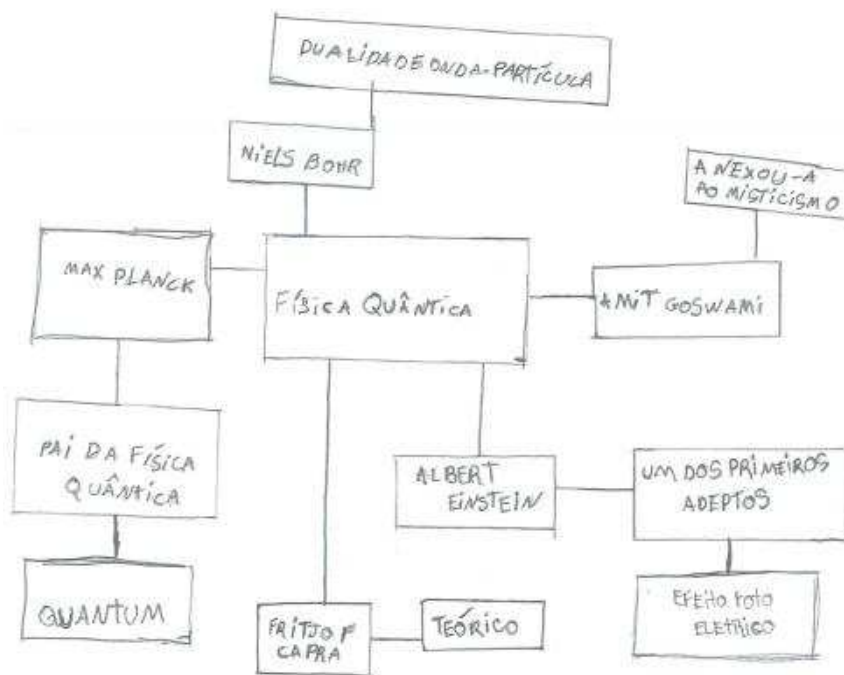


Figura 23 – Terceiro exemplo sem transformação

No último exemplo apresentado, tem-se a utilização dos personagens históricos como meio de abordar o conteúdo. Assim, são contemplados Planck, Bohr e Einstein, mas também Capra e Goswami que, mesmo sendo físicos de formação, utilizam a Física Quântica como fonte de explicação de fenômenos místicos. Ocorre ainda a inclusão do termo dualidade onda-partícula, ligado a Bohr.

A partir da identificação sobre as modificações ocorridas nas associações obtidas nos mapas conceituais, após a primeira apresentação formal do conteúdo, o professor teve a oportunidade de avaliar os próximos passos a seguir com a UEPS, com vistas à facilitação da aprendizagem significativa. O conteúdo de Física Quântica foi abordado em mais duas ocasiões, utilizando diferentes recursos didáticos, aumentando o nível de especificidade.

A teoria das representações sociais prevê que a evolução representacional é possível e ocorre gradualmente. Assim, de acordo com a análise apresentada, verificaram-se quatro níveis distintos de evolução do conhecimento sobre o assunto, a partir da construção de mapas conceituais pelos estudantes do grupo social investigado.

Nos extremos tem-se uma parcela de estudantes que não apresentou evolução, mantendo as mesmas ideias apresentadas a priori, e outra parcela que modificou totalmente suas associações, explorando relações entre conceitos de acordo com o assunto discutido em classe. No intervalo entre estes extremos, tem-se dois tipos de transformação: as progressivas, onde o novo conteúdo é parcialmente incluído, porém apresentando relações frágeis, e as resistentes, onde apenas alguns conceitos novos estão presentes e são mantidas as representações originais.

### 5.1.3 Avaliação somativa

Inicialmente foi realizada uma análise quantitativa a respeito da avaliação realizada por 224 estudantes, das nove turmas, ao final da intervenção com uso da UEPS sobre Física Quântica. Na Tabela 16 é apresentada a quantidade de estudantes que acertou corretamente ou parcialmente, que errou ou deixou em branco a questão.

Tabela 16 – Distribuição de acertos / erros por número de estudantes, na avaliação final

Questão <sup>13</sup>	Ideia central	Acerto	Acerto parcial	Erro	Em branco	Total
Questão 1	Dualidade	14,7%	42,9%	29,0%	13,4%	100%
Questão 2	Espectroscopia	35,3%	18,8%	33,5%	12,5%	100%
Questão 3	Quantização	7,6%	58,0%	28,6%	5,8%	100%
Questão 4	Princípio da incerteza	21,0%	32,6%	36,6%	9,8%	100%
Questão 5	Aplicações da FQ	56,3%	25,9%	12,9%	4,9%	100%
Questão 6	Superposição de estados	20,7%	53,5%	20,7%	5,1%	100%

De acordo com os resultados, pode-se inferir que a maior parcela dos estudantes conseguiu compreender adequadamente os conceitos discutidos em classe, acertando total ou parcialmente a maioria das questões. No entanto, houve grande quantidade de respostas incorretas, decorrentes da dificuldade dos estudantes em abstrair alguns conceitos, como no caso do princípio da incerteza, quantização, espectroscopia

<sup>13</sup> O enunciado das questões encontra-se no anexo B.

(espectro contínuo e descontínuo) e dualidade onda-partícula, nos quais a porcentagem de questões incorretas é próxima de 30%. É preciso ressaltar que houve avaliações com respostas corretas e completas para todas as questões propostas e também testes apenas com respostas incorretas, porém nenhuma avaliação foi entregue totalmente em branco.

Nas Tabelas 17 a 22, são mostrados exemplos de resoluções para as questões propostas, na ordem em que foram dadas. As respostas apresentadas são representativas com base no perfil exibido pelos estudantes.

Para a questão 1, sobre a dualidade onda-partícula observada nos entes quânticos, o perfil obtido foi: 33 respostas corretas, 96 parcialmente certas e 65 incorretas, de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17 – Questão 1

Resposta correta para a questão 1
<p>1. Sim. Os fótons formam a luz, que é uma onda eletromagnética, mas quando estão em alta frequência (ultravioleta), eles podem colidir com elétrons, assumindo característica de partícula. Além disso, eles passaram pelo teste da "fenda dupla", onde é emitido um fóton como partícula, mas que depois assume característica de onda. 0,25</p> <p><i>“Sim. Os fótons formam a luz, que é uma onda eletromagnética, mas quando estão em alta frequência (ultravioleta), eles podem colidir com elétrons, assumindo característica de partícula. Além disso, eles passaram pelo teste da ‘fenda dupla’, onde é emitido um fóton como partícula, mas que depois assume característica de onda”.</i></p>
Resposta parcialmente correta
<p>1. Sim, pois tanto o fóton, o elétron e nêutrons e prótons apresentam sim característica de ora partícula ora onda, isso porque não tem como medir duas grandezas ao mesmo tempo.</p> <p><i>“Sim, pois tanto o fóton, o elétron e nêutrons e prótons apresentam sim características de ora partícula ora onda, isso porque não tem como medir duas grandezas ao mesmo tempo”.</i></p>
Resposta incorreta
<p>Ⓛ Sim. Eles estão em constante movimento, portanto, mudam muito de frequência. X</p> <p><i>“Sim. Eles estão em constante movimento, portanto, mudam muito de frequência”.</i></p>

Para a 2ª questão, cujo objetivo era diferenciar e identificar os espectros contínuo e descontínuo, se obteve 79 acertos, 42 respostas parcialmente corretas e 75 erradas, conforme os recortes da Tabela 18.

Tabela 18 – Questão 2.

Resposta correta para a questão 2
<p>Contínuo quando → A radiação passar através de uma fenda transformar-se-á em uma <u>fita iluminada</u>. Onde é formada uma linha contínua de cores variadas.</p> <p>Descontínuo quando → A <u>fita</u> atingir uma tela, aparecerá uma imagem de fenda em forma de linha. Onde é formado uma série de linhas separadas com áreas escuras entre elas.</p> <p>“Contínuo quando → A radiação passar através de uma fenda transformar-se-á em uma fita iluminada. Onde é formada uma linha contínua de cores variadas.</p> <p>Descontínuo quando → A fita atingir uma tela, aparecerá uma imagem de fenda em forma de linha. Onde é formada uma série de linhas separadas com áreas escuras entre elas”.</p>
Resposta parcialmente correta
<p>2) espectro contínuo → lâmpada incandescente, luz emitida por um corpo quente.  espectro descontínuo → radiação através de uma fenda. Se baseia no princípio da incerteza. 0,2</p> <p>“Espectro contínuo → lâmpada incandescente, luz emitida por um corpo quente.  Espectro descontínuo → radiação através de uma fenda. Se baseia no princípio da incerteza”.</p>
Resposta incorreta
<p>2) Porque na lâmpada, ao ligá-la, ela aquece e fica somente num tom de luz, não tem variação de cor.  E na fenda de luz na imagem é descontínuo porque a imagem, mesmo aquecendo, possui variação de cor. X</p> <p>“Porque na lâmpada, ao ligar, ela aquece e fica somente num tom de luz, não tem variação de cor. E na fenda de luz na imagem é descontínuo porque a imagem, mesmo aquecendo, possui variação”.</p>



Na Tabela 19 são apresentados exemplos de respostas para a questão 3, sobre quantização, na qual 17 estudantes responderam corretamente, 130 parcialmente e 64 erraram.

Tabela 19 – Questão 3.

Resposta correta para a questão 3
<p>3) Até 1900 a energia era considerada algo contínuo, mas então foi feito um experimento onde se descobriu a quantização. Viram que existia pacotes mínimos indivisíveis de energia chamados "quantum". Por exemplo, o quantum de luz se chama fóton. 0,25</p> <p><i>“Até 1900 a energia era considerada algo contínuo, mas então foi feito um experimento onde se descobriu a quantização. Viram que existia pacotes mínimos indivisíveis de energia chamados ‘quantum’. Por exemplo, o quantum de luz se chama fóton”.</i></p>
Resposta parcialmente correta
<p>3) Quantum é a menor parte de algo, um quantum de energia é um fóton. Quantização é tornar algo az indivisível, deixar ele em seu mínimo.</p> <p><i>“Quantum é a menor parte de algo, um quantum de energia é um fóton. Quantização é tornar algo indivisível, deixar ele em seu mínimo”.</i></p>
Resposta incorreta
<p>3) São pacotes de energia liberadas?</p> <p><i>“São pacotes de energia liberadas”.</i></p>

Quanto ao princípio da incerteza, questão 4, a Tabela 20 exemplifica as 47 respostas corretas, 73 parcialmente corretas e 82 incorretas obtidas.

Tabela 20 – Questão 4.

Resposta correta para a questão 4
<p>4- O princípio da incerteza de Heisenberg diz que não podemos ter certeza da posição, da velocidade e do momento linear <math>x</math> de uma partícula simultaneamente. Ex: se tivermos certeza de sua posição, teremos incerteza em relação a sua velocidade.</p> <p><i>“O princípio da incerteza de Heisenberg diz que não podemos ter certeza da posição, da velocidade e do momento linear de uma partícula simultaneamente. Ex: se tivermos certeza de sua posição, teremos incerteza em relação a sua velocidade”.</i></p>
Resposta parcialmente correta
<p>4) Impossível saber duas grandezas ao mesmo tempo. Ex: posição ou quantidade de movimento.</p> <p><i>“Impossível saber como duas grandezas ao mesmo tempo. Ex: posição ou quantidade de movimento”.</i></p>
Resposta incorreta
<p>4) O princípio da incerteza de Heisenberg se dá pela disputa de que e como a física quântica participa de rituais curandeirísticos.</p> <p><i>“O princípio da incerteza de Heisenberg se dá pela disputa de que, e como, a física quântica participa de rituais curandeirísticos”.</i></p>

Ao solicitar aplicações da Física Quântica, obtiveram-se 126 exemplos corretos, 58 parcialmente certos e 29 não satisfatórios, sendo estes últimos caracterizados pela relação com as representações sociais detectadas no início da intervenção, marcadas pelo misticismo, conforme exemplificado na Tabela 21.

Tabela 21 – Questão 5.

Resposta correta para a questão 5
<p>5- a) Na criptografia, em celulares, etc. Além disso pode ser usada no misticismo, mas isso não é comprovado, apenas serve para obter lucros. 0,25</p> <p><i>“Na criptografia, em celulares, etc. Além disso pode ser usada no misticismo, mas isso não é comprovado, apenas serve para obter lucros”.</i></p>
<p>Respostas parcialmente corretas, onde é mantida a representação social da física alternativa ligada ao misticismo.</p>
<p>5) A física quântica pode ser aplicada em experimentos, buscar respostas a coisas que a física não compreende, terapias, religiões, etc... 0,2</p> <p><i>“A física quântica pode ser aplicada em experimentos, buscar respostas a coisas que a física não compreende, terapias, religiões, etc.”.</i></p>
<p>5) Na tecnologia, em algumas religiões, no descobrimento de novas galáxias, buraco negro, etc. 0,45</p> <p><i>“Na tecnologia, em algumas religiões, no descobrimento de novas galáxias, buraco negro, etc.”.</i></p>
<p>Resposta incorreta</p>
<p>5) Nas partículas microscópicas e, atualmente está abrangendo áreas como terapias e etc. 0,1</p> <p><i>“Nas partículas microscópicas e, atualmente está abrangendo áreas como terapias e etc.”.</i></p>

Para a última questão, sobre a superposição de estados, são apresentados exemplos de respostas encontradas entre as 41 consideradas certas, 106 parcialmente corretas e 41 incorretas na Tabela 22.

Tabela 22 – Questão 6.

Resposta correta para a questão 6

2) Na figura ao lado é mostrado o gato de Schrodinger, que é um experimento mental onde se coloca o gato em uma caixa fechada e em cima da caixa existe um dispositivo (q) com um elemento radioativo que pode emitir ou não uma partícula alfa. Se emitir o gato morre, pois irá ser liberado um veneno na caixa, caso contrário ele ficará vivo. No final, só poderá saber o que houve se a caixa for aberta, e até então está ocorrendo a superposição de estados. 0,25

“Na figura ao lado é mostrado o gato de Schroedinger, que é um experimento mental onde se coloca o gato em uma caixa fechada e em cima da caixa existe um dispositivo com um elemento radioativo que pode emitir ou não uma partícula alfa. Se emitir o gato morre, pois irá ser liberado um veneno na caixa, caso contrário ele ficava vivo. No final, só poderá saber o que houve se a caixa for aberta, e até então está acontecendo a superposição de estados”.

Resposta parcialmente correta

6. A física quântica foi criada para estudar objetos microscópicos. Ele nos deixa dúvidas. É incerto. Como no experimento do gato, é uma incerteza se ele está vivo ou morto. Só teremos certeza depois que abrimos a caixa. Essa experiência não foi feita, foi imaginada. X

“A física quântica foi criada para estudar objetos microscópicos. Ele nos deixa dúvidas. É incerto. Como no experimento do gato, é uma incerteza se ele está vivo ou morto. Só teremos certeza depois que abrimos a caixa. Essa experiência não foi feita, foi imaginada”.

Resposta incorreta

6) Quando um gato é posto em uma caixa com um dispositivo de radiação, o qual emite veneno. Não se sabe se o dispositivo emitiu ou não uma partícula alfa, mas se ao abrir um veneno na caixa e o gato estiver vivo, significa que foi emitida pois foi liberado o veneno e caso contrário, se o gato estiver vivo é que a partícula não foi liberada. X

“Quando um gato é posto em uma caixa com um dispositivo de radiação, o qual emite veneno. Não se sabe se o dispositivo emitiu ou não uma partícula alfa, mas se ao abrir

*a caixa e o gato estiver morto, significa que foi emitida, pois foi liberado o veneno e caso contrário, se o gato estiver vivo é que a partícula não foi liberada”.*

A partir destes exemplos, observa-se a persistência de algumas possíveis representações sociais de caráter místico, ligando a quântica a terapias e religião. Assim, infere-se que a questão da dualidade não ficou clara para 10 estudantes (5,1%), representando uma pequena parcela do grupo.

Já as representações ligadas à Física Geral, de Partículas e Astrofísica, além das ideias associadas à matematização da disciplina de Física, não permaneceram. Esta questão pode estar relacionada à abordagem conceitual empregada na UEPS, onde o foco foi na estruturação dos conceitos e suas relações.

Deste modo, acredita-se que houve a modificação completa da representação social – que apresentava elementos relacionados a conteúdos de Física (Geral, de Partículas e Astronomia), matematização da disciplina e visões alternativas ligadas ao misticismo – para uma representação fortemente ligada à teoria quântica aceita cientificamente, porém numa versão adequada à série em questão, muito mais conceitual que algébrica.

Dois meses após o final da intervenção, foi realizado um teste de associação livre de palavras, com o objetivo de coletar informações sobre a retenção do conteúdo abordado na UEPS. Na sequência, são analisados os resultados obtidos.

#### **5.1.4 Questionário**

O TAEP sobre Física Quântica foi respondido por 102 estudantes que receberam as aulas da UEPS, para possibilitar a obtenção de indícios sobre a retenção de sua aprendizagem. Assim, como apresentado na Tabela 23, onde foram analisadas apenas as palavras que apresentassem mais de cinco repetições, totalizando 463 palavras, das quais 26 diferentes.

Verifica-se no núcleo (1º quadrante) termos relevantes para a Física Quântica, pois refere-se a partículas subatômicas, como o quantum, e apresentam características de incerteza, porém, estas palavras não são tão específicas como o esperado após a intervenção. Os elementos de contraste reiteram a relação com o pequeno, microscópico.

Tabela 23 – Associações obtidas após dois meses das aulas com a UEPS

1° Quadrante			2° Quadrante		
Frequência $\geq 10$ e Ordem $< 3$			Frequência $\geq 10$ e Ordem $\geq 3$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
incerteza	31	2,742	dualidade onda-partícula	18	4,111
partícula	36	2,556	Einstein	24	3,375
quantum	19	2,895	elétron	16	4,125
subatômico	10	2,800	energia	14	3,214
			gato	14	3,786
			onda	16	3,500
			Planck	21	3,048
			Schroedinger	13	4,769
			teoria	22	3,182
3° Quadrante			4° Quadrante		
Frequência $< 10$ e Ordem $< 3$			Frequência $< 10$ e Ordem $\geq 3$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
microscópico	7	1,571	computador quântico	5	3,200
pequeno	7	2,286	fenda dupla	5	4,400
			<u>misticismo</u>	7	4,714
			nêutron	6	4,833
			princípio da incerteza	8	3,500
			probabilidade	6	3,500
			próton	9	3,556
			quantidade	5	4,000
			quantização	5	3,200
			relatividade	7	3,714
			tecnologia	8	3,125

Nas periferias encontram-se as contribuições mais específicas, tratadas em classe, como é o caso da dualidade onda-partícula, do Gato de Schrödinger, da constante de Planck, princípio da incerteza, quantização e experimento da fenda dupla. Ocorreram ainda associações com tecnologia, exemplificado pelo emprego do computador quântico. Chama atenção a associação com o misticismo, porém não houve especificação quanto à relação crítica com a Física Quântica, ou seja, não é possível identificar se os estudantes entendem a Física Quântica como forma de explicar o misticismo ou o contrário.

As respostas servem como indício da ocorrência de aprendizagem significativa e evolução da RS inicial, pois nos mapas mentais identificou-se uma representação ligada ao conteúdo escolar – Física Clássica e de Partículas e Astrofísica – e sua apresentação matemática, além de elementos relacionados à abordagem alternativa. Ao final da intervenção com a UEPS, os estudantes apresentaram na avaliação somativa resultados satisfatórios quando questionados sobre o conteúdo abordado em classe.

Esperava-se que, após dois meses, alguma contribuição trazida pela UEPS fosse retida pelos estudantes e isto foi confirmado pelo resultado das associações no TAEP. Assim, as novas representações mantiveram a aplicação ao mundo microscópico, mas passaram a contar com elementos específicos da teoria quântica.

## 5.2 FRENTE DE TRABALHO 2

Os grupos sociais pesquisados nesta etapa são estabelecidos no processo de investigação, pois é necessário analisar primeiramente se o grupo investigado de fato se constitui em um grupo social: que tenha contato com o objeto a ser representado, que possa compartilhar elementos de representação, enfim, que cumpra as condições de emergência estabelecidas pela teoria das representações sociais.

Tomou-se o cuidado de aplicar o questionário em grupos de pessoas que compartilhassem a mesma realidade cultural, geográfica ou escolar, porém apenas isto não garante que o grupo possa ser efetivamente considerado um grupo social. Assim, só se podem confirmar estas características ao verificar a variabilidade das associações, bem como suas particularidades.

Os grupos sociais e conceitos investigados são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 – Grupos e conceitos investigados

	Grupo <sup>14</sup>	Características	Sujeitos	Região	Conceito (s) investigado (s)
1	Estudantes de pré-vestibular popular	Voltado ao público de baixa renda	44	Porto Alegre	Física Quântica
2	Trabalhadores	Comerciantes	16	Interior de Santa Catarina	Acelerador de partículas, partícula deus, teoria de cordas, Física Quântica, energia escura, buraco negro, big bang
3	Estudantes de Ensino Médio de escola estadual	1ª série	122	Interior do Rio Grande do Sul	Buraco negro, big bang, acelerador de partículas, Física Quântica, quantização, teletransporte, criptografia e energia escura
		2ª série	89		
		3ª série	150		

A análise será apresentada inicialmente por grupo social, sendo ao final discutidos aspectos relevantes entre os grupos ou entre as representações sociais coincidentes. Para cada palavra-estímulo fornecida será apresentado o quadro de Vergès (sob a forma de tabela) correspondente: na Tabela 25 temos a indicação completa sobre os dados e a forma como estão distribuídos nos quadrantes, porém, as Tabelas 26 em diante serão apresentadas de modo simplificado, mantendo-se os quatro quadrantes. Tem-se no primeiro quadrante os elementos que compõe o núcleo central da representação, no terceiro quadrante a zona de contraste e os quadrantes 2 e 4 contemplam a região periférica.

### 5.2.1 Estudantes de Curso Pré-vestibular – grupo 1

Neste grupo tem-se 44 estudantes de curso pré-vestibular popular (voltado para estudantes de baixa renda e provenientes de escolas públicas), da região metropolitana de Porto Alegre, sobre o conceito de Física Quântica. Neste grupo, para as associações realizadas no TAEP, em relação ao conceito de *Física Quântica*, foram obtidas 264

<sup>14</sup> A versão do questionário respondida pelos grupos 1 a 2 não corresponde à versão final.



evocações, das quais 203 termos diferentes foram encontrados. Estabeleceu-se como frequência mínima, 3 repetições de uma mesma palavra, e como frequência intermediária, 9 evocações repetidas, e como ordem média de associação, 3.

A Tabela 25 apresenta os componentes do núcleo, no 1º quadrante, os elementos de contraste no 3º quadrante, e as periferias no 2º e 4º quadrantes:

Tabela 25 – Associações obtidas para estudantes de curso pré-vestibular

1º Quadrante			2º Quadrante		
Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 3$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 3$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
quantidade	23	2,522	átomo	13	5,231
			elétron	13	5,308
			energia	18	3,278
			força	20	4,900
			movimento	13	6,000
			partícula	15	5,333
3º Quadrante			4º Quadrante		
Frequência $< 9$ e Ordem $< 3$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 3$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
fóton	4	2,750	aceleração	3	9,333
			cálculo	5	5,200
			carga	7	7,000
			ciência	3	5,000
			conceito	4	6,250
			distância	5	7,600
			eletricidade	4	6,500
			espaço	5	7,600
			estudo	5	4,600
			física	4	4,250

			frequência	3	9,000
			incerteza	5	4,600
			massa	5	5,400
			matéria	7	7,000
			mente	3	5,667
			negativo	3	8,000
			número	5	6,200
			pensamento	6	3,000
			positivo	3	7,000
			possibilidade	3	5,000
			probabilidade	6	4,333
			próton	6	8,333
			quantum	7	5,571
			radiação	4	9,000
			relatividade	3	4,333
			sobrenatural	3	3,667
			tamanho	3	9,000
			tempo	3	6,333
			teoria	5	3,200
			universo	4	11,000
			velocidade	7	9,286
			volume	6	5,167
			relatividade	4	3,250
			tecnologia	3	6,000
			universo	5	5,600

Os termos associados por estes estudantes são bastante vagos (por exemplo, átomo, força, energia, movimento, etc.) e relacionados a sua experiência com a Física de sala de aula (por exemplo, aceleração, carga, eletricidade, etc.). Porém, a influência de meios alternativos de conceber a Física Quântica aparece na 2ª periferia, em termos

como mente, pensamento e sobrenatural, apontando a necessidade de maior investigação.

Estes estudantes também não realizaram marcações relacionadas à polaridade / neutralidade, sendo possível apenas identificar o índice de estereotipia, de 77%. Este resultado indica alta estereotipia, ou seja, os respondentes estão bem focados em alguns aspectos do objeto: apresentam elementos compartilhados entre muitos sujeitos (alta frequência).

### **5.2.2 Trabalhadores do comércio – grupo 2**

Responderam ao questionário 16 trabalhadores do comércio de uma pequena cidade do interior do estado de Santa Catarina, sobre os conceitos *acelerador de partículas*, *partícula deus*, *teoria de cordas*, *Física Quântica*, *energia escura*, *buraco negro* e *big-bang*. Destes, 9 concluíram o Ensino Médio, 5 cursavam graduação, 1 era pós-graduado e 1 concluiu apenas o Ensino Fundamental.

Um dos itens do questionário referia-se à forma de acesso dos respondentes aos assuntos apresentados. Foram oferecidas opções para assinalar (não foi limitado o número de opções a escolher) e espaço para comentários. Obteve-se a seguinte distribuição de respostas: 6 para escola, 6 para revista, 5 para livros, 3 para amigo, 3 para internet, 1 para filme, 1 para televisão, 1 para namorado e 1 para trabalho. Estas respostas indicam a importância da escola na educação científica dos sujeitos, inclusive como incentivadora da leitura, que é o que determina a procura por revistas e livros após a conclusão do período escolar.

A seguir são apresentados os resultados obtidos para o teste de associação escrita de palavras, para cada termo-estímulo fornecido.

Para o termo *acelerador de partículas*, dos 16 respondentes, 3 não fizeram associações. Foram obtidas 66 palavras associadas, das quais apenas 5 se repetiram duas vezes e uma delas apareceu três vezes, conforme a primeira coluna ao lado de cada palavra. De acordo com a Tabela 26, a falta de palavras no 1º quadrante indica que não houve núcleo para a representação sobre o termo acelerador de partículas. No 3º quadrante, tem-se as palavras energia, máquina, movimento e partícula, que seriam elementos de contraste, considerados importantes por alguns sujeitos. Nas duas periferias ocorreram termos pouco complementares a estes já comentados.

Tabela 26 – Associações obtidas para o termo acelerador de partículas

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
–			Física	3	4,333
energia	2	1,500	equipamento	2	4,000
máquina	2	2,000			
movimento	2	1,500			
partícula	2	2,000			

Para o termo *partícula deus*, apenas um dos 16 respondentes não realizou associações. Foram obtidas 73 palavras diferentes, das quais 5 se repetiram duas vezes, 2 se repetiram três vezes e 2 se repetiram quatro vezes. Tem-se assim, conforme a Tabela 27, como possível núcleo da representação, as palavras deus, partícula, pedaço e religião, sendo consideradas importantes para alguns sujeitos do grupo as palavras crença, Física, invisível e universo.

Tabela 27 – Associações obtidas para o termo partícula deus

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
deus	4	1,250	–		
partícula	4	2,250			
pedaço	3	1,667			
religião	3	2,333			
crença	2	2,000	poder	2	3,000
Física	2	1,500			
invisível	2	1,000			
universo	2	1,500			

Para o termo-estímulo *teoria de cordas*, 3 pessoas não responderam. Obteve-se 60 associações, das quais 2 palavras se repetiram duas vezes e outras 2 apareceram três vezes. No núcleo tem-se a palavra teoria e os elementos de contraste seriam estudo e som, como pode ser observado na Tabela 28.

Tabela 28 – Associações obtidas para o termo teoria das cordas

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
teoria	3	2,000	partícula	3	3,000
estudo	2	2,000	–		
som	2	1,000			

As associações para as três palavras-estímulo acima sugerem que os respondentes não têm conhecimento sobre estes temas, uma vez que prevaleceram associações do tipo teoria para teoria das cordas, deus e partícula para partícula deus, por exemplo. Por este motivo considerou-se que estes profissionais do comércio não apresentam representações sociais propriamente ditas sobre estes três assuntos.

Para o termo-estímulo *Física Quântica*, cujo resultado é apresentado na Tabela 29, 3 sujeitos não responderam. Foram obtidas 66 associações, das quais apenas 2 se repetiram mais de duas vezes. Os elementos de contraste seriam Física e fórmula, enquanto para o núcleo tem-se a palavra quantidade. As demais palavras associadas, presentes nas periferias, também sugerem a relação entre Física Quântica e a Física em Geral, a Física enquanto disciplina escolar.

Tabela 29 – Associações obtidas para o termo Física Quântica

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
quantidade	4	1,750	número	3	4,667
Física	2	2,000	cálculo	2	4,000
fórmula	2	2,000	chato	2	3,000
			complicado	2	3,000
			elétron	2	4,000
			movimento	2	5,000
			professor	2	3,500
			sistema	2	4,000
			soma	2	4,000
			teoria	2	3,500

Deste modo, não foi possível estabelecer até que ponto a representação sobre a própria Física e sobre a Física Quântica se confundem, as evidências não foram suficientes para se afirmar a existência de uma autêntica representação social para o termo Física Quântica.

Para o termo *energia escura*, dois dos 16 respondentes não realizaram associações. No total foram obtidos 70 termos, dos quais 9 repetiram-se. De acordo com os componentes do núcleo e da zona de contraste, apresentados na Tabela 30, uma possível representação social dos participantes da pesquisa sugere a correspondência entre energia escura e energia / pensamento ruim / negativo.

Tabela 30 – Associações obtidas para o termo energia escura

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
luz	3	1,667	-		
negativo	6	2,500			
ruim	4	2,250			
energia	2	2,000	Física	2	4,000
pensamento	2	1,000	incerteza	2	4,000
			pressão	2	4,500
			problema	2	4,500

Para o termo-estímulo *buraco negro*, também duas pessoas não responderam. Realizaram-se 83 associações, sendo 11 repetidas pelo menos duas vezes, conforme a Tabela 31. Apesar de o núcleo para buraco negro compor-se de buraco e escuro, que não indica necessariamente conhecimento sobre o assunto, este é complementado pelos elementos contrastantes, onde estariam galáxia e universo, e pela periferia, onde aparece a palavra espaço. Assim, estes elementos complementares seriam compatíveis com o tipo de abordagem escolar, principalmente no Ensino Fundamental e Médio, para este assunto. Ou seja, uma possível representação social para o termo buraco negro corresponde ao conteúdo visto pelos respondentes em sua formação escolar, onde predomina o curso de Ensino Médio concluído.

Tabela 31 – Associações obtidas para o termo buraco negro

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
buraco	3	1,000	espaço	4	3,250
escuro	6	2,500	medo	3	4,667
fundo	2	1,500	grande	2	6,000
galáxia	2	2,500	profundidade	2	5,000
problema	2	2,000			
solidão	2	2,500			
universo	2	2,000			

Para o termo *big-bang*, apenas um sujeito não associou palavras. Foram obtidos 14 termos repetidos, de acordo com a Tabela 32, entre as 85 palavras associadas. Do mesmo modo que ocorreu para as associações feitas para buraco negro, também no caso de *big-bang* a influência do conteúdo escolar é evidenciado pelas palavras associadas pertencentes ao núcleo, composto por explosão e origem, e pelos elementos de contraste, como criação e início, e da periferia, como, por exemplo, teoria, universo e mundo.

Tabela 32 – Associações obtidas para o termo big-bang

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
explosão	10	1,900	fogo	3	3,667
origem	3	2,000	teoria	4	3,750
bola	2	2,000	calor	2	4,000
criação	2	2,500	força	2	3,500
início	2	2,500	mundo	2	3,500
relógio	2	2,000	terra	2	5,500
tempo	2	2,000	universo	2	4,500

Existe uma correspondência entre estas possíveis representações sociais apresentadas para buraco negro e para *big-bang*, ligadas ao conteúdo escolar, e as

concepções apresentadas com frequência nos veículos de comunicação, como revistas e televisão, por exemplo. Assim, não foi possível identificar onde estas representações estão pautadas, inclusive porque na pesquisa obteve-se o mesmo número de respostas para escola e para revistas quando os sujeitos foram questionados sobre as fontes de informação utilizadas por eles.

A análise dessas respostas sugere o desconhecimento dos respondentes sobre alguns assuntos abordados (acelerador de partículas, partícula deus, teoria de cordas e Física Quântica) e a importância da escola e dos meios de comunicação, como livros e revistas, nas possíveis representações sociais dos sujeitos sobre outros assuntos (energia escura, buraco negro e big-bang).

Estes estudantes não realizaram marcações relacionadas à polaridade e neutralidade para nenhum dos termos-estímulo fornecidos.

Para os grupos sociais abordados a partir daqui, foram analisadas as associações de acordo com dois critérios: num primeiro momento os dados foram tratados pelo programa EVOC 2000 (Vergès & Boumedienne, 2001) na ordem em que foram relacionados e num segundo momento foram reorganizados para a ordem hierárquica indicada pelos respondentes no espaço para isto destinado no questionário. Esperava-se encontrar diferença nos resultados, porém, isto não se confirmou: em todos os grupos sociais investigados, bem como para todos os conceitos-chave fornecidos no questionário, o quadro de Vergès obtido (apresentado sob a forma de tabelas) foi o mesmo para as duas abordagens. Por este motivo, serão apresentados e discutidos, nas seções seguintes, os resultados apenas uma vez, evitando a repetição implicada pelo tratamento dos dados.

### **5.2.3 Estudantes de Ensino Médio de escola estadual – grupo 3**

O questionário respondido pelos alunos de Ensino Médio de uma escola do interior do estado do Rio Grande do Sul contemplava os seguintes termos-chave: *buraco negro*, *big-bang*, *acelerador de partículas*, *Física Quântica*, *quantização*, *teletransporte*, *criptografia* e *energia escura*, além de questões sobre o acesso à informação. A dinâmica de análise apresentada trata de um conceito destes por vez, comparando-se os resultados em cada série.



O número de respondentes na 1ª série foi 122, para a 2ª série tem-se 89 sujeitos e na 3ª série são 150. Optou-se por utilizar como frequência mínima o valor correspondente a 5% dos sujeitos e como frequência média 10%. Assim, para a 1ª série, a frequência mínima é 6 e a média é 12, já para a 2ª série, 5 e 9 respectivamente e para a 3ª série, 8 e 15. Quanto à ordem média de associação, optou-se por 2 ou 2,1 (a utilização do valor 2,1 foi restrita aos casos em que o uso da ordem média 2 não incluísse termos considerados importantes ou tornasse diferente o núcleo da representação na ordem natural de evocação e na ordem hierarquizada), pois este valor indica que uma palavra é considerada importante se é evocada em primeiro ou segundo lugar na lista de associação.

Antes de iniciar a discussão dos resultados, é necessário estabelecer a polaridade e estereotipia obtida em cada conceito-chave para cada grupo. Quanto à polaridade, observou-se que muitos estudantes assinalavam apenas um sinal, por exemplo, + (positivo) em todo o questionário, ou então, não procedia a marcação de sinal algum. Este fator indica que o resultado deste critério pode ter sido prejudicado, e por isto, apenas será apresentado ilustrativamente, na Tabela 33.

Tabela 33 – Polaridade e estereotipia para as séries do Ensino Médio.

Estímulo	Série	Total de palavras	Palavras ≠	% de diversidade	Polaridade	Estereotipia (%)	
Buraco negro	1ª	289	99	34	Positiva	34	36
	2ª	209	80	38	Positiva	38	
	3ª	376	133	35	Positiva	35	
Big-bang	1ª	332	87	26	Positiva	26	26
	2ª	242	70	29	Positiva	29	
	3ª	472	117	25	Neutra	24	
Acelerador de partículas	1ª	233	99	42	Positiva	42	42
	2ª	187	93	50	Positiva	50	
	3ª	355	130	37	Neutra	37	
Física Quântica	1ª	198	65	33	Positiva	32	26
	2ª	142	63	44	Positiva	44	
	3ª	287	99	34	Neutra	34	
Quantização	1ª	138	40	29	Neutra	28	33
	2ª	114	37	32	Positiva	32	
	3ª	213	77	36	Positiva	36	
Teletransporte	1ª	252	106	42	Positiva	42	40
	2ª	213	88	41	Positiva	41	
	3ª	358	137	38	Neutra	38	

Criptografia	1 <sup>a</sup>	166	67	40	Neutra	40	41
	2 <sup>a</sup>	155	67	43	Positiva	43	
	3 <sup>a</sup>	292	116	40	Neutra	40	
Energia escura	1 <sup>a</sup>	206	96	47	Neutra	46	52
	2 <sup>a</sup>	136	70	51	Neutra	51	
	3 <sup>a</sup>	219	123	56	Neutra	56	

Ainda na Tabela 33 observa-se a pouca variabilidade das associações, ou seja, apesar de ter-se um número total de palavras associadas significativo, o uso de diferentes termos se situa entre 25% e 55%. Assim, se as associações de um grupo são muito parecidas, tem-se um grupo mais estereotipado, sendo esta exatamente a característica ocorrida nestas séries. Considerando a estereotipia total, por conceito-chave, observa-se o mesmo padrão: estereotipia média a moderada (quanto menor a variação, mais próximo de zero a porcentagem de estereotipia e mais estereotipada a representação).

A seguir serão apresentados os quadros de Vergès, para cada série, sobre cada conceito-chave fornecido. Tem-se no primeiro quadrante os elementos que compoariam o núcleo central da representação, no terceiro quadrante a zona de contraste e os quadrantes 2 e 4 contemplariam a região periférica.

#### *Buraco negro*

Conforme as Tabelas 34 a 36, os estudantes associam buraco negro à ideia de buraco escuro, pertencente ao espaço, ao universo. As três séries apresentam o mesmo conteúdo no núcleo, sendo escuro o termo mais associado em todas (31% na 1<sup>a</sup> série, 30% na 2<sup>a</sup> e 25% na 3<sup>a</sup>). Porém, a periferia apresenta características diferenciadas.

Para a 1<sup>a</sup> série (Tabela 34), não existem elementos na zona de contraste, mas nas duas periferias encontram-se componentes do universo, como estrela, galáxia, infinito. A expressão sugar ocorre na 2<sup>a</sup> periferia, tendo sido associada por apenas 7 estudantes.

No caso da 2<sup>a</sup> série (Tabela 35), tem-se destruir, fim e sugar como relação ao que ocorre quando algum objeto entra no horizonte de eventos. Assim como no caso da 1<sup>a</sup> série, também se encontram componentes do universo como parte da representação.

Já para a 3<sup>a</sup> série (Tabela 36), além dos elementos já apresentados pelas outras séries, verifica-se a relação com o fim do mundo, que pode estar relacionada com o discurso apresentado na mídia a respeito da colisão ocorrida no acelerador de partículas,

que ocasionaria um buraco negro e levaria ao fim do mundo. Porém, esta é uma suposição, uma vez que não temos indicativos que a apoiem.

Tabela 34 – Associações obtidas para buraco negro, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
buraco	13	1,385	estrela	12	2,167
escuro	38	1,763	fundo	18	2,333
espaço	29	1,414			
universo	13	1,846			
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
–			galáxia	7	2,857
			grande	7	2,429
			imenso	6	2,333
			infinito	11	2,273
			sugar	7	3,143

Tabela 35 – Associações obtidas para buraco negro, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escuro	27	1,444	fundo	11	2,273
espaço	13	2,077			
universo	12	1,500			
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
destruir	5	1,600	energia	4	3,000

estrela	8	1,500	galáxia	5	2,800
fim	5	1,200	sugar	5	2,800
grande	5	1,400	vácuo	7	2,143
poço	5	1,600			

Tabela 36 – Associações obtidas para buraco negro, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escuro	37	1,703	–		
espaço	32	1,656			
universo	20	1,700			
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
destruir	9	1,889	energia	8	2,250
estrela	14	1,643	fundo	11	2,818
fim do mundo	12	1,500	vácuo	8	2,625
grande	9	1,889			
poluição	8	1,500			

Mesmo o núcleo contendo basicamente a ideia de buraco escuro, que não indica conhecimento específico sobre o tema, pode-se inferir que a representação está de acordo com a abordagem escolar dada ao assunto, pela presença de componentes do espaço e universo.

### *Big-bang*

São apresentados os quadros de Vergès para as três séries nas Tabelas 37 a 39. De acordo com o núcleo, tem-se uma representação para big-bang centrada na teoria de uma grande explosão no início do universo, que teria dado origem à formação ou criação do mesmo. O termo mais associado entre os estudantes foi explosão (80% dos

alunos da 1ª série, 73% da 2ª e 64% da 3ª), superando em muito outras palavras utilizadas.

Tabela 37 – Associações obtidas para big-bang, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
explosão	97	1,474	teoria	22	2,455
início	12	1,667	universo	19	2,789
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
criação	8	1,250	começo	7	2,286
grande	10	1,800	formação	8	2,375
			origem	8	2,500
			partícula	11	3,455
			surgimento	9	2,000

Os elementos obtidos para a 1ª série enquadram-se na representação compartilhada pelas três turmas, sendo apenas adicionada a ideia de partícula na 2ª periferia.

Tabela 38 – Associações obtidas para big-bang, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
explosão	65	1,338	criar	9	2,111
			mundo	16	3,063
			planeta	9	2,778
			universo	9	2,889
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2,1$		

Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
bomba	6	2,000	fogo	5	4,000
começo	5	1,600	grande	5	2,200
surgimento	5	2,000	início	5	2,200
			morte	5	3,400
			origem	7	2,143
			teoria	5	3,000
			vida	8	3,625

No quadro resultante das associações da 2ª série, tem-se bomba e fogo, ambos relacionáveis com explosão, e morte e vida, indicando o recomeço, uma vez que muitos acreditam que o universo ora está em expansão, ora em compressão, alternando-se entre big-bangs.

Tabela 39 – Associações obtidas para big-bang, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
começo	15	2,067	criação	24	2,500
explosão	95	1,737	início	25	2,160
grande	16	1,875	teoria	23	2,478
origem	16	1,750	universo	21	2,810
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
–			formação	10	2,800
			mundo	13	2,308
			planeta	9	3,111
			Terra	14	3,286
			vida	10	3,300

Em todos os casos apresentados para a representação de big-bang, os termos em comum distribuem-se, em grau de importância, de modo diferente para cada turma. Mas a ideia geral é mantida.

Do mesmo modo que ocorreu com as associações para buraco negro, a representação supostamente evidenciada pelos estudantes para big-bang também circunda o meio escolar. Porém, as concepções sobre estes dois temas apresentadas pela mídia é semelhante ao veiculado pela escola, não permitindo que se diga que as representações sobre buraco negro e big-bang sejam ligadas a este ou àquele fator apenas, mas ao conjunto de ambos, uma vez que a mídia ajuda a consolidação da abordagem escolar nesse caso e para estas séries.

#### *Acelerador de partículas*

Para este caso, tem-se uma representação relacionada à aceleração, velocidade, rapidez, que são relacionados também à Física Clássica, mas complementada pelas ideias de máquina, experimento e tecnologia, específicas sobre as pesquisas realizadas no acelerador de partículas. Estas ideias foram compartilhadas por todas as séries.

Tabela 40 – Associações obtidas para acelerador de partículas, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
acelerar	19	1,526	–		
velocidade	17	1,294			
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2,1$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2,1$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
experimento	6	2,000	luz	7	2,286
máquina	8	1,250			
movimento	10	1,700			
rápido	8	1,750			
tecnologia	7	1,571			
tempo	7	2,000			

velocidade da luz	6	1,500	
-------------------	---	-------	--

Tabela 41 – Associações obtidas para acelerador de partículas, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
acelerar	9	1,444	velocidade	13	2,231
rápido	12	1,583			
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
calor	6	1,8	avanço	8	2,125
		33	molécula	7	2,143

Tabela 42 – Associações obtidas para acelerador de partículas, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
rápido	22	1,864	–		
velocidade	29	1,828			
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
acelerar	13	1,615	energia	11	3,364
átomo	9	1,889	partícula	9	2,111
descoberta	10	1,800	próton	9	2,333
máquina	11	1,727			
movimento	12	1,500			

Acredita-se que estas representações possam ter influência do contexto escolar, uma vez que a exposição constante na mídia leva à discussões e questionamentos em



classe. Por outro lado, não se tem como verificar em que ponto há a separação do conteúdo oriundo da mídia e da escolarização.

### *Física Quântica*

A representação obtida é semelhante em todos os grupos e está em torno da matematização comum na disciplina de Física, como é tradicionalmente abordada. Assim como a Física em geral, a Física Quântica é tida como uma área de estudo difícil, com muitos cálculos, fórmulas e contas, expressa por números e quantidades, conforme Tabelas 43 a 45.

No caso da Física Quântica não é possível estabelecer um limite entre a representação da Física Quântica propriamente dita e da abordagem dada à Física Clássica em aulas tradicionais, como no caso do Ensino Médio, que é o grupo investigado.

Tabela 43 – Associações obtidas para Física Quântica, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
cálculo	12	1,667	–		
número	42	1,119			
quantidade	18	1,500			
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
conta	9	1,778	–		
difícil	6	1,167			
estudo	10	1,100			
fórmula	8	1,500			
matéria	9	1,444			

Tabela 44 – Associações obtidas para Física Quântica, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
cálculo	16	1,313	–		
estudo	9	1,556			
número	9	1,556			
quantidade	12	1,500			
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
conta	7	1,571	–		
fórmula	7	1,857			

Tabela 45 – Associações obtidas para Física Quântica, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
cálculo	26	1,577	–		
número	32	1,406			
quantidade	21	1,476			
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
energia	13	1,769	estudo	10	2,700
			fórmula	13	2,538

### *Quantização*

A representação obtida é semelhante em todos os grupos e está em torno da matematização comum na disciplina de Física, como é tradicionalmente abordada, a exemplo do que ocorreu com as associações sobre a Física Quântica, expressa por

números e quantidades, conforme Tabelas 46 a 48. O termo mais associado foi quantidade, com 35% das associações na 1ª série, 54% na 2ª e 41% na 3ª.

Tabela 46 – Associações obtidas para quantização, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
número	16	1,563	–		
quantidade	43	1,186			
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
Física	6	1,667	–		

Tabela 47 – Associações obtidas para quantização, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
Física	9	1,444	–		
quantidade	48	1,208			
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
partícula	6	1,667	–		

Tabela 48 – Associações obtidas para quantização, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
cálculo	15	1,667	–		
número	19	1,526			
quantidade	61	1,115			

Frequência < 15 e Ordem < 2			Frequência < 15 e Ordem >= 2		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
-			-		

Tanto para o conceito de quantização quanto para Física Quântica, observa-se uma representação baseada na ideia de matematização, tratamento dado em geral aos conteúdos de Física escolar. Assim, talvez esta não seja uma representação propriamente dita, mas indique apenas o desconhecimento a respeito destes temas.

### *Teletransporte*

As Tabelas 49 a 51 evidenciam a representação compartilhada sobre teletransporte baseada fortemente na ideia de transporte no tempo, para o futuro. Porém, neste caso, destaca-se que cada série apresenta características particulares que podem ser exploradas.

Tabela 49 – Associações obtidas para teletransporte, 1ª série

Frequência >= 12 e Ordem < 2			Frequência >= 12 e Ordem >= 2		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
transporte	15	1,400	-		
Frequência < 12 e Ordem < 2			Frequência < 12 e Ordem >= 2		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
lugar	9	1,778	futuro	10	2,300
máquina	7	1,857			
movimento	6	1,333			
ônibus	8	1,375			
tecnologia	7	1,714			
tempo	10	2,000			
viajar	8	1,125			

xmen	8	1,875
------	---	-------

Na 1ª série ocorre a associação com o universo da Marvel Comics, especificamente sua produção denominada X-Men, provavelmente ocasionada pelas habilidades desenvolvidas por alguns personagens, como Noturno (Nightcrawler no original)<sup>15</sup> e Teleporter<sup>16</sup>.

Tabela 50 – Associações obtidas para teletransporte, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
transporte	13	1,385	carro	9	2,000
viajar	9	1,667	futuro	11	2,364
			onibus	9	2,000
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
desaparecer	8	1,500	aparecer	5	2,400
locomoção	5	1,200	avião	8	2,625
			moto	6	2,167
			rápido	7	2,286
			tecnologia	7	2,000
			tempo	5	3,600

Nas associações obtidas para a 2ª séries constam exemplos de meios de transporte do cotidiano, como ônibus e avião.

No caso da 3ª série, chama atenção a associação com impossível, apontando para a inexistência de casos de teletransporte no cotidiano atual.

<sup>15</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Noturno\\_\(Marvel\\_Comics\)#Poderes\\_e\\_Habilidades](http://pt.wikipedia.org/wiki/Noturno_(Marvel_Comics)#Poderes_e_Habilidades)

<sup>16</sup> <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teleporter>

Tabela 51 – Associações obtidas para teletransporte, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
viajar	21	1,429	futuro	18	2,000
			rápido	18	2,333
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
impossível	11	1,818	máquina	9	3,444
locomção	13	1,462	tempo	11	3,182
tecnologia	8	1,625	velocidade	8	2,375
transporte	10	1,500			

A hipotética representação social apresentada por estes estudantes do Ensino Médio para o conceito de *teletransporte* revela a influência da mídia, como o caso dos X-Men, uma vez que o conteúdo de Física relacionado ao teletransporte não é abordado na escola, normalmente. Assim, mesmo sem a presença explícita, acredita-se que a ideia de transportar algo no tempo é intrigante para os jovens, que encontram nos quadrinhos, filmes, desenhos animados, etc., uma fonte de aprendizado que não considera as implicações da ocorrência deste tipo de fenômeno.

### *Criptografia*

Neste caso, tem-se como representação compartilhada a ideia de código, símbolo e escrita, para todas as séries, mas não necessariamente no núcleo em todos os casos. Aqui também aparece a influência da mídia nas associações.

Em todas as séries, ocorre a palavra criptonita, novamente remetendo aos super-heróis, mas agora ao Super Homem<sup>17</sup>, criado pela DC Comics. Este herói tem seus poderes modificados pela pedra Kryptonita, que contém fragmentos radioativos de seu planeta natal Krypton.

<sup>17</sup> <http://pt.wikipedia.org/wiki/Superman>

Tabela 52 – Associações obtidas para criptografia, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escrita	36	1,167	–		
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
código	6	1,167	símbolo	7	2,000
criptonita	7	1,286			
estudo	8	1,625			
foto	6	1,333			
geografia	7	1,286			

Tabela 53 – Associações obtidas para criptografia, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
criptonita	9	1,000	–		
escrita	27	1,889			
foto	11	1,909			
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
código	5	1,000	estudo	5	3,600
símbolo	5	1,600	imagem	6	2,000

Provavelmente a associação com criptonita ocorreu devido à semelhança fonética no início das duas palavras. Assim, a representação é relacionada à criptografia propriamente dita, porém sem elementos específicos.

Tabela 54 – Associações obtidas para criptografia, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
código	37	1,757	–		
escrita	36	1,444			
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
criptonita	9	1,222	símbolo	8	2,625
letra	8	1,375			
segredo	8	1,500			

*Energia escura*

Para o conceito-chave *energia escura*, tem-se uma representação focada na ideia de escuridão, através da palavra escuro, a mais associada em todas as séries. Porém não há concordância total quanto aos elementos complementares.

Tabela 55 – Associações obtidas para energia escura, 1ª série

Frequência $\geq 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escuro	17	1,235	–		
espaço	13	1,231			
Frequência $< 12$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 12$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
energia	11	1,364	preto	6	2,667
força	6	1,333			
luz	6	1,500			



mal	9	1,889	
negativo	7	1,714	
noite	8	1,375	
universo	7	1,714	

São misturados elementos relativos ao universo (espaço, universo) à ideia de malefício, expressa por mal e negativo, no caso da 1ª série. Esta última relação faz referência ao divulgado na mídia, onde a energia escura representa algo negativo ao ser humano.

Já para a 2ª série, são trazidas contribuições relacionadas à eletricidade, que podem estar ligadas à energia propriamente dita.

Tabela 56 – Associações obtidas para energia escura, 2ª série

Frequência $\geq 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escuro	11	1,182	–		
Frequência $< 9$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 9$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
eletricidade	6	1,167	energia	6	2,000
lâmpada	7	1,143	luz	7	2,286
preto	8	1,625			

No caso da 3ª série apenas duas palavras repetiram-se mais que 5 vezes, sendo elas escuro e espaço. Assim, a representação aqui estaria mais de acordo com o aceito cientificamente aceito.

Tabela 57 – Associações obtidas para energia escura, 3ª série

Frequência $\geq 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $\geq 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
escuro	20	1,400	–		
Frequência $< 15$ e Ordem $< 2$			Frequência $< 15$ e Ordem $\geq 2$		
Palavra associada	Número de repetições	Ordem média	Palavra associada	Número de repetições	Ordem média
espaço	8	1,750	–		

Como no caso dos conceitos-chave teletransporte e criptografia, para energia escura também se percebe a influência da mídia na representação, que é composta de uma mistura de elementos divulgados nos meios de comunicação, uma vez que não são tradicionalmente abordados em classe.

Assim, de modo geral, os estudantes apresentam possíveis representações sociais que unem o conteúdo escolar a elementos relacionados à divulgação midiática. Para complementar a pesquisa, além do TAEP, o questionário contemplava uma questão relacionada aos meios de acesso à informação. Assim, são apresentados, nos Gráficos 2 a 4, indícios que corroboram com as contribuições dadas pela mídia e pelo ambiente escolar na representação social.

Gráfico 2 – Fontes de informação consultadas pelo número de estudantes da 1ª série

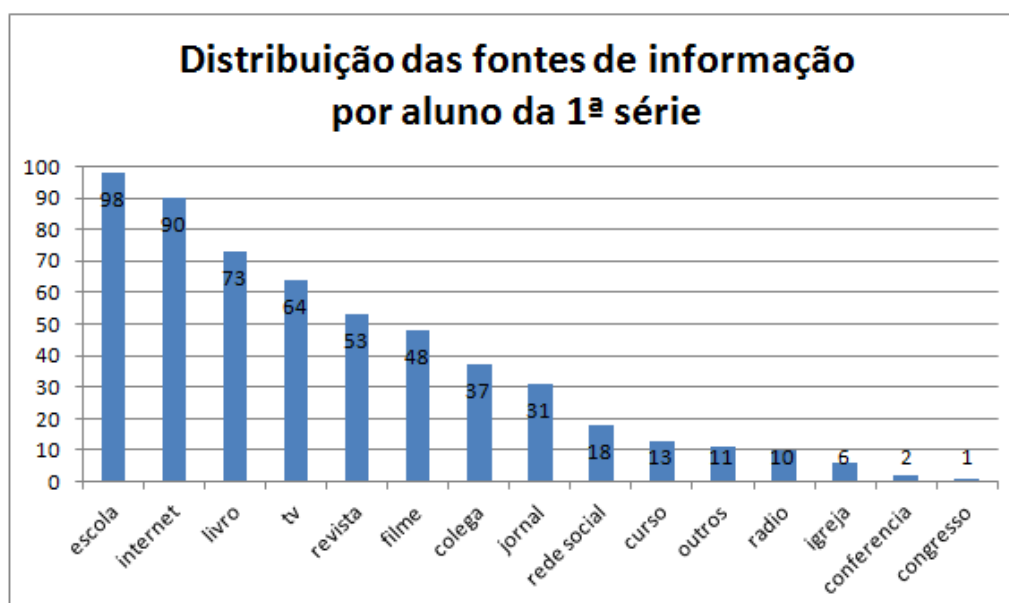


Gráfico 3 – Fontes de informação consultadas pelo número de estudantes da 2ª série

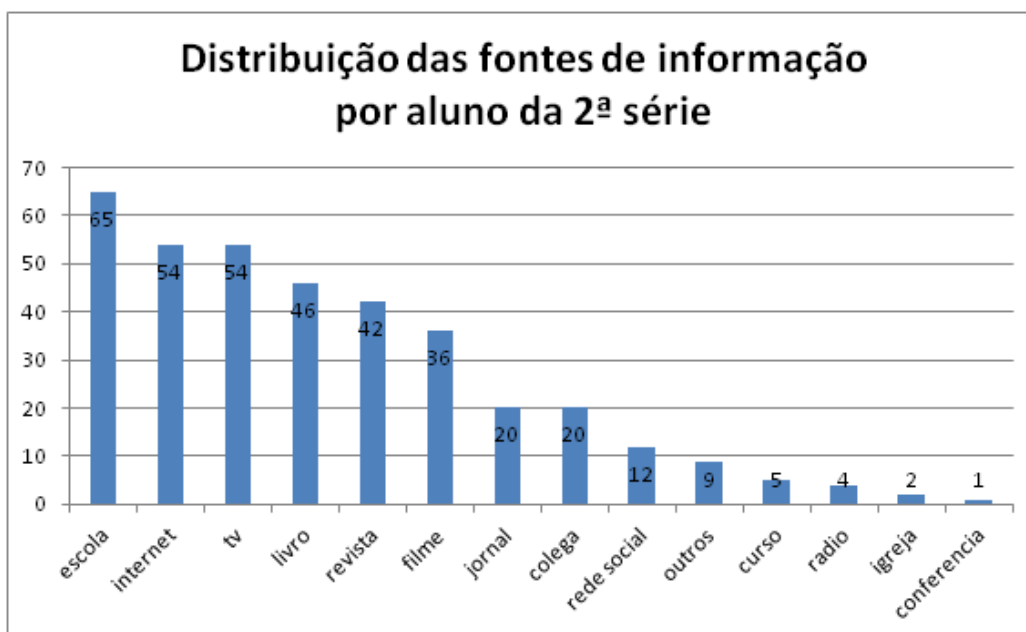
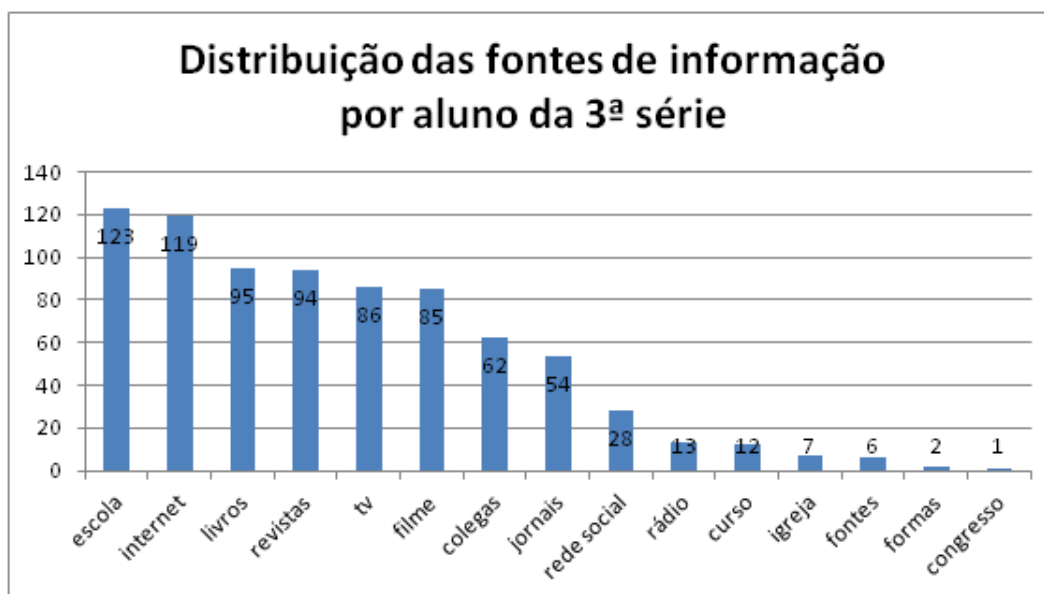


Gráfico 4 – Fontes de informação consultadas pelo número de estudantes da 3ª série



Em todas as séries, mais de 50% dos estudantes encontram informações, sobre os assuntos abordados no questionário, na própria escola, internet, livros (escolares ou de ficção), TV, revistas e filmes. Estes resultados confirmam a análise realizada sobre os dados obtidos no TAEP.

Para esclarecer sobre o tipo de contribuição dada pela mídia, solicitaram-se ainda exemplos que apoiassem às associações. A partir destes exemplos, foram criadas categorias específicas para cada mídia, conforme apresentado na Tabela 58.

Tabela 58 – Exemplos apresentados para as mídias acessadas pelos estudantes

Mídia	Categoria	Exemplos recorrentes
Internet	Busca	Google; Wikipédia.
	Portal / Blog	Simulados do ENEM; Naointento; Naosalvo.
TV	Desenho animado	DragonBallZ; X-Men; Yu-gi-oh; Futurama; Caverna do dragão.
	Reportagem	Jornal Nacional; Globo repórter; documentários; Jornal da Record.
	Variedades	Fantástico; entrevistas; Globo Universidade.
	Canais específicos	TV Escola; Futura; Discovery; NatGeo; History Chanel.
	Novela / Seriado	Os Mutantes; Big Bang, a teoria; Star Trek; Fringe.
Livro	Escolar	Física; Química; Geografia; Enciclopédia.
	Ficção / Autoajuda	Chico Xavier; Código da Vinci; Fortaleza Digital; A história do Big Bang.
Revista	Ciência	Galileu; Superinteressante; Sciam.
	Outras	Isto é; Mundo estranho; Mundo Jovem; NatGeo; Época; Almanaque Abril.
Filme	Heróis com poderes	Quarteto fantástico e o surfista prateado; X-Men; Transformers; Marvel.
	Destruição do planeta	2012; O dia depois de amanhã; Viagem ao centro da Terra; MIB; O núcleo; Guerra dos planetas; Star Wars.
	Transporte no tempo	De volta para o futuro; Jurassic Park; O homem do futuro.
	Outros de ficção	Código da Vinci; Anjos e demônios; Aprendiz de feiticeiro; A origem; Benjamin Button.
	Autoajuda	Chico Xavier; O segredo.
Curso		SENAC; Clube de Ciência; Jovem Aprendiz; SESCOOP
Outros		Jogos de computador e videogame; biblioteca; Padre / missa; Testemunhas de Jeová.

Verifica-se que, apesar da alta influência da escola na aprendizagem de conceitos de Física, cada vez mais as diferentes mídias têm contribuído com as representações sociais sobre temas contemporâneos, como os investigados. Em muitos casos, no TAEP ocorram associações com elementos oriundos dessas mídias e não apenas no espaço destinado para tal.

Não se apurou no questionário qual a contribuição específica de cada meio de divulgação para a representação social de cada conceito, no entanto, observa-se que muitas mídias exemplificadas podem tratar os temas de modo que não corresponde ao aceito cientificamente, podendo interferir negativamente na aprendizagem significativa. Acredita-se que o professor deve estar atento a estas possibilidades.

Assim, a seguir, são apresentadas como exemplo, abordagens alternativas sobre a Física Quântica veiculadas nas mídias mais utilizadas, segundo os estudantes. Acredita-se que este tipo de divulgação pode ser o acessado pelos alunos de Ensino Médio investigados e, talvez, por outros grupos sociais. Do mesmo modo que ocorre com a Física Quântica, talvez outros conceitos também tenham tratamento alternativo, como o caso do teletransporte como habilidade de personagens de ficção. Mas focou-se na Física Quântica devido a sua atual exposição, como forma de recortar e exemplificar a situação.

### 5.3. DIVULGAÇÃO

O principal grupo pesquisado neste trabalho são jovens entre 15 e 17 anos (estudantes de Ensino Médio) – grupo 1 – e entre 20 e 24 anos (público que finalizou o Ensino Médio há poucos anos) – grupo 2, preferencialmente da região Sul do Brasil. Assim, os dados a seguir apresentados referem-se a estes supostos grupos sociais.

De acordo com dados do IBGE (2008), em 2005 os jovens do grupo 1 correspondiam a 33,7% dos acessos à internet e em 2008 a 62,9%, já o acesso dos jovens do segundo grupo, em 2005, correspondia a 31,0% e em 2008 subiu para 54,3%. De modo geral a porcentagem de acessos cresceu entre todas as idades de estudantes: em 2005 os estudantes correspondiam a 35,7% dos acessos à internet no Brasil e em 2008 a 60,7%.

Isso se explica pela finalidade de acesso que, em 2008, entre os estudantes brasileiros, é apresentada na Tabela 59.

Tabela 59 – Finalidade do uso de internet entre os estudantes brasileiros em 2008

Finalidade	2008 (%)
Leitura de jornais e revistas	39,4
Atividades de lazer	78,5
Educação e aprendizagem	83,9
Comunicação com outras pessoas	85,5

Em 2008, também o local de acesso desses estudantes em computadores focou-se em seu próprio domicílio, principalmente com a facilitação do acesso à banda larga, chegando-se assim ao acesso diário ou pelo menos uma vez na semana, respectivamente em 35,3% e 47,6% para o grupo 1 e 40,7% e 44,3% para o grupo 2.

Na mesma pesquisa (ibid.), observou-se que na região Sul do Brasil, a posse de telefone celular cresceu na população, de 47% em 2005 para 62,8% em 2008, e também entre os estudantes de modo geral, de 36,2% em 2005 para 49,0% no período seguinte. Nesta pesquisa não foram relacionados dados com referência ao uso de internet via celular.

Em outra pesquisa (Teleco, 2011), soube-se que em 2011, 96,9% da população possuíam aparelho de televisão em casa.

A partir dos dados apresentados, pode-se concluir que o alcance à informação é crescente e que os meios de comunicação têm-se difundido muito bem entre a população. Em decorrência disto, é crescente também a possibilidade de acessar informações sobre ciência, que nem sempre é feita de modo adequado, porém sempre chama a atenção do público.

O ser humano sempre tentou responder perguntas como “de onde viemos?”, “para onde vamos?”, e nessa tentativa buscou explicações mais diversas para o desconhecido, por exemplo, deuses, extraterrestres, etc. Atualmente, se busca na ciência o aval para tais questionamentos, principalmente na Física Quântica, que é pouco entendida pelo público em geral e, por isso, parece mística.

A chamada “onda do misticismo quântico” já foi estudada em vários trabalhos, como os que seguem:

- o Venezuela (2008), em sua dissertação de mestrado denominada “Demarcando ciências e pseudociências para alunos do Ensino Médio”, realizou uma intervenção didática na tentativa de aumentar o ceticismo dos estudantes de Ensino Médio sobre pseudociências, abordando temas como horóscopo, premonição, aparições, homeopatia, cromoterapia, telepatia, curas mediúnicas, extraterrestres, etc. Na atividade foram realizadas quatro intervenções na busca de diminuir a crença naquilo que a ciência julga como pseudociência, obtendo-se um aumento do posicionamento crítico dos estudantes em relação a afirmações pseudocientíficas ou místicas.
- o Nogueira (2010), em sua dissertação de mestrado denominada “Espiritualidade quântica? Consciência, religião e ciência no pensamento de Amit Goswami”, buscou compreender os fundamentos da doutrina difundida pelo místico e a utilização de conceitos oriundos da Física Quântica para justificar suas crenças sobre a espiritualidade. O texto apresenta uma retomada das propostas de aproximar ciência e religião até os anos 1970,

quando começa a desenvolver-se o laço com a Mecânica Quântica. A partir de então, toma-se como referência a crítica ao realismo materialista e apresentam-se os principais argumentos de Goswami.

- Martins (2009), em sua tese de doutorado denominada “A Mecânica Quântica e o pensamento de Amit Goswami”, apresenta as principais vertentes da filosofia indiana, que dão origem e formação ao físico Goswami, que é um “guru” da filosofia da Índia. São discutidos aspectos do pensamento deste, relacionáveis a aspectos teóricos e experimentais da Mecânica Quântica, como a questão de consciência e mente, de espaço-tempo e realidade, etc.
- Rocha (2010), em seu artigo, trata de desvendar os conceitos pertencentes ao universo da Física Quântica utilizados no filme “Quem somos nós?”, apresentando a história dos físicos que depõem nesta obra. Também são relatadas as ideias dos físicos dissidentes da teoria quântica e que contribuíram, de alguma maneira, para tais interpretações, desde a revolução copernicana até a atualidade, além da crítica à implicação “você cria sua própria realidade”, central no filme.
- Pessoa Jr (2010), em um capítulo de livro, trata do fenômeno cultural do misticismo quântico, traçando um panorama histórico e epistemológico dos fundamentos da teoria quântica que deram origem a este discurso místico. Em seguida apresenta as interpretações da mecânica quântica utilizadas na argumentação – observador participante e a realidade, mente quântica e consciência, comunicação quântica e suas implicações, etc. – e discute um exemplo típico de sua aplicação. O autor apresenta ainda uma série de atividades que fazem parte do neoesoterismo, como as terapias corporais.

O debate ciência e pseudociência não será aqui abordado, mas, como o acesso à televisão e internet, conforme já citado, é bastante difundido na população, serão apresentados alguns conteúdos apresentados pelas diferentes mídias, sejam eles veiculados em televisão aberta (categoria 1), como filmes, seriados e desenhos animados, ou em materiais divulgados na internet (categoria 2), como anúncios, quadrinhos e cursos. Todos eles podem ser relacionados à Física Quântica alternativa pelos sujeitos que tomam contato.

Categoria “televisão”: nesta categoria estão inclusos programas – todos dublados ou em português – apresentados na televisão aberta, em diferentes canais, organizados na Tabela 60.

Tabela 60 – Categorias explicativas para a televisão aberta

Categoria	Classificação por tipo	Subcategoria	Exemplo
Televisão	Filmes	Autoajuda	O segredo; Quem somos nós?
		Super-heróis	X-men; O quarteto fantástico e o surfista prateado; Hancock.
		Ficção	O dia depois de amanhã; Minority report; 2012.
		Místicos	Crônicas de Nárnia; Harry Potter; Crepúsculo.
	Seriados		Fringe; Big Bang, a teoria; CSI.
	Desenho animado		Dragon Ball Z; Futurama; Os cavaleiros do zodíaco.

No caso dos filmes, pode-se classificá-los em quatro subcategorias: 1) autoajuda: utilizam conceitos científicos para promover a busca da felicidade, paz interior ou mesmo sucesso pessoal e profissional; 2) super-heróis: os personagens, heróis e vilões, apresentam características especiais, como telepatia, teletransporte, etc., ou elevado acesso à tecnologia de ponta, utilizados para salvar o planeta de problemas como a radiação cósmica; 3) ficção científica: os conceitos científicos servem como pano de fundo às atividades dos personagens, onde geralmente há cientistas envolvidos; e 4) místicos: os personagens têm a capacidade de voar, teletransportar, desaparecer, etc., e as histórias tratam de vampiros, bruxos, reis, príncipes, etc.

Os seriados, principalmente com o crescente acesso à internet, têm cada vez mais tomado lugar na programação televisiva. Em especial, aqui, trazem-se dois exemplos veiculados diariamente (Big Bang, a teoria e CSI) e outro semanalmente (Fringe). No primeiro, a história trata da vida normal dos personagens, físicos e engenheiros, envolvendo assim a Física neste cotidiano de trabalho e estudo, porém os personagens são caricatos, típicos *nerds* sem vida social e viciados em tecnologia, internet e quadrinhos. O segundo trata do cotidiano de trabalho de uma equipe de investigadores criminais, que utiliza tecnologia e conceitos físicos para determinar a causa de morte que investigam. E o último, talvez o mais expressivo em termos ligados



à Física Quântica, está na 5ª temporada e trata de uma equipe que investiga casos estranhos, envolvendo extraterrestres, ligação entre universos paralelos, telepatia, mecanismos bioquânticos, entrelaçamento quântico, transfiguração e uma série de leis “alternativas” da Física.

Quanto aos desenhos animados, assim como em filmes sobre heróis, as características dos personagens permitem que eles se teletransportem, tenham acesso a mundos paralelos, etc. Aqui chama-se atenção ao Futurama, que está na 7ª temporada, cujo personagem principal foi teletransportado para o século seguinte, onde toma contato com seres extraterrestres, máquinas do tempo, realidades alternativas. Ainda são abordados temas como quebra do contínuo espaço-tempo e violação da lei de invariância de Lorentz.

Já na categoria “internet”, digitando apenas a expressão “quântica” no site de pesquisa Google<sup>18</sup>, obtêm-se 250000 resultados<sup>19</sup>, dos quais dez são apresentados na primeira página. Destes, tem-se dois links para a Wikipédia, sobre Mecânica Quântica<sup>20</sup> e computador quântico<sup>21</sup>, um para a revista Infoescola<sup>22</sup> e outro para o dicionário informal<sup>23</sup>. Como a Wikipédia e o dicionário informal são páginas mantidas com a contribuição do público em geral, não apresentam total credibilidade, pois não há autoria ou referências confiáveis. Porém, o que chama a atenção ao explorar-se o resultado da revista Infoescola é que a Física Quântica aparece associada aos ensinamentos de Amit Goswami, ou seja, aparentemente uma revista que deveria tratar de informações voltadas para escolares e professores, relaciona a teoria quântica a seu aspecto não aceito pela comunidade de físicos.

Além destes resultados, seguem algumas imagens e então os vídeos “Física Quântica e espiritualidade”<sup>24</sup> e “O poder do pensamento (Física Quântica)”<sup>25</sup>, e alguns endereços, referentes a serviços oferecidos: “Quântica: inteligência em marketing e vendas”<sup>26</sup>, “Curso pré-vestibular Quântica”<sup>27</sup> e “Centro de tecnologia quântica”<sup>28</sup>, sendo este último voltado para a cura quântica.

---

<sup>18</sup> <http://www.google.com.br/>

<sup>19</sup> Acesso em 18 de novembro de 2012.

<sup>20</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica\\_qu%C3%A2ntica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica_qu%C3%A2ntica)

<sup>21</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Computador\\_qu%C3%A2ntico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Computador_qu%C3%A2ntico)

<sup>22</sup> <http://www.infoescola.com/fisica/quantica/>

<sup>23</sup> <http://www.dicionarioinformal.com.br/qu%C3%A2ntico/>

<sup>24</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=Z7fzLxsvc2A>

<sup>25</sup> [http://www.youtube.com/watch?v=zn\\_ovuBS0f0](http://www.youtube.com/watch?v=zn_ovuBS0f0)

<sup>26</sup> <http://www.quantica.net/>

<sup>27</sup> <http://www.grupoquantica.com.br/cursos/>

<sup>28</sup> <http://www.terapiaquantica.com.br/>

Assim, de imediato observa-se uma variedade de apropriações não aceitas cientificamente disponíveis na rede. Estas diferentes abordagens podem ser divididas em quatro tipos, ilustrados a seguir.

1) Quadrinhos e ilustrações, apresentados nas Figuras 24 a 26.



- Como está o seu protótipo de um computador quântico?
- Muito bem. O projeto existe simultaneamente em ambos estados de sucesso total e projeto ainda não iniciado.
- Posso vê-lo?
- Esta é uma pergunta delicada.

Figura 24 – Exemplo de quadrinho – Fonte: <http://www.valdiraguilera.net/almanaque-53-mai12.html>



Figura 25 – Exemplo de ilustração – Fonte: <http://sciencejokes.tumblr.com/post/34403320147>



Figura 26 – Outro exemplo de quadrinho – Fonte: <http://estacaofisica.blogspot.com.br/2008/11/principio-da-inceteza.html>

- 2) Produtos: que oferecem a melhora da saúde e bem estar do consumidor, apresentados nas Figuras 27 a 29.

### O que é o Medalhão Quântico?

O medalhão quântico é feito de minerais que são fundidos e ligados a nível de estrutura molecular. Ele produz energia escalar que ajudar a fortalecer o campo bioenergético do corpo.

O medalhão quântico promove fluxo de energia positiva e ajuda a manter o equilíbrio energético. Ele ajuda a restaurar a energia que se tornou fraca no corpo. Restaurando o equilíbrio de energia no corpo esse medalhão ajuda a manter a saúde e bem estar.

Este produto é feito de mais 70 minerais que são fundidos e estruturados a nível molecular usando a nanotecnologia. Os minerais passam por uma triagem minuciosa e são extraídos de locais que tiveram atividade vulcânica, principalmente na Alemanha e Japão. Assim que é gerada a Energia Escalar.



### O que o Medalhão faz?

Devido às propriedades dos minerais que compõem o medalhão, ele emitirá uma grande intensidade de energia escalar para seu corpo, e isto resultará nos diversos benefícios que podem ser vistos [AQUI](#).

Figura 27 – Produto medalhão quântico – Fonte: <http://medalhaquantico.net/>

## "FÍSICA QUANTICA - MODULADORES - OXYFLOWER"



(Oxyflower - Modulador frequencial do Peróxido de Hidrogênio)

Quando explica-se que a Física Quântica possui disponibilidade prática na área da saúde, na forma de indutores e moduladores frequenciais, e após a surpresa frente à tão importante e nova informação, surgem perguntas e questões, também importantes para a elucidação e esclarecimentos quanto à origem, fabricação e utilidade de tais produtos.

Um deles, de utilidade prática e resultados inquestionáveis é o Oxyflower.

Figura 28 – Produto Oxyflower – Fonte: <http://terapeutaquantico.blogspot.com.br/2010/07/fisica-quantica-oxyflower.html>




A Pulseira Bioquântica BIOACTION (A ORIGINAL E VERDADEIRA) é uma criação inovadora voltada para a área de esportes, alívio e bem-estar.

Figura 29 – Produto Bioaction – Fonte: <http://vender-produtos-beleza-saude.vivastreet.com.br/comprar-produtos-beleza-saude+centro/pulseira-bio-qua-ntica---uma-tecnologia-fanta-stica/24405142>

- 3) Cursos e congressos: apesar da diversidade de cursos oferecidos em centros holísticos, optou-se aqui por citar apenas os que estão vinculados a Universidades, pois o público costuma adicionar credibilidade ao nome dessas Instituições. São apresentados exemplos nas Figuras 30 a 32.

DOMINGO, 4 DE JULHO DE 2010


**Curso Básico de Terapia Quântica e suas Bases Científicas**



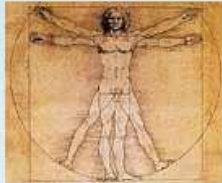
Dias: 27 e 28 de Novembro de 2010 (sábado e domingo) – Horário: 9h às 18h

Curso de Terapia Quântica e suas Bases Científicas (Módulo Básico)

Conheça finalmente os princípios e formas de ação das terapias energéticas e vibracionais



**CURSO INTENSIVO DE CINESIOLOGIA APLICADA**



28 e 29 de agosto de 2010

**CURSO INTENSIVO**

Figura 30 – Curso Básico, vinculado à Universidade Castelo Branco – Fonte: <http://unizenucursos.blogspot.com.br/2010/07/curso-basico-de-terapia-quantica-e-suas.html>



**CSIQ**  
CONGRESSO SAÚDE TERAPIA QUÂNTICA

**1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO EM SAÚDE E TERAPIAS QUÂNTICAS**

**09 e 10 NOV. 2012**

---

**1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO EM SAÚDE E TERAPIAS QUÂNTICAS**

**CONCEITO SAÚDE QUÂNTICA**

O conceito já definido cientificamente de que o corpo humano é um complexo sistema de energia, cujas partes vibram e oscilam cada qual com sua frequência característica, definindo o ser como quântico, nos habilita a chamar de "saúde quântica" o estudo do uso da energia vibracional como terapia, método diagnóstico, e a aplicabilidade desta na obtenção da melhora da qualidade de vida.

**CONTEXTO SAÚDE QUÂNTICA**

"A mudança dos paradigmas na área de saúde nas últimas décadas, com a incorporação das teorias quânticas e relativísticas desenvolvidas desde o início do século XX, por grandes cientistas como Bohr, Planck e Einstein, colocadas dentro da biofísica, levou ao conhecimento de todos, os novos conceitos a respeito do que acontece dentro de um átomo, da dualidade energia-matéria (onda-partícula), e a certeza de que o corpo humano é formado, na verdade, de energia que vibra e oscila, condensada em uma mesma frequência. Portanto, chamamos de "saúde quântica" a aplicação destes conhecimentos na área da saúde humana, tanto para o diagnóstico, que cada vez mais está preciso e avançado graças a essas teorias colocadas na prática, como para utilização das terapias que usam frequência, energia e vibração como princípios de atuação na melhora da qualidade de vida e saúde do ser humano. Devemos lembrar que somente depois de incorporarmos as ideias da mecânica quântica na tecnologia de diagnóstico médico, foi possível o surgimento de exames como Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, e as tomografias por emissão de pósitrons PET-TC (pósitrons = anti-matéria de elétrons). Os estudos da biofísica moderna nos levam a incorporar na prática diária as terapias vibracionais já consagradas como a oligoterapia e as essências vibracionais carreadoras de frequência."

Figura 31 – Outro Congresso sobre Saúde, vinculado à Uninter Centro Universitário – Fonte: <http://www.grupouninter.com.br/cstq/o-congresso.php>

The image shows a screenshot of a website for a congress event. At the top, there is a banner with the text "HC - UFPR" and "Dizendo SIM à Vida". Below the banner is a navigation menu with buttons for "50ANOS", "PORTAL DE INFORMAÇÕES", "DOE VIDA", "UFPR", "LINKS", "BUSCA", and "FALE CONOS". Below the navigation menu is a "Início" button. The main content area features a large heading: "I Congresso Brasileiro de Saúde Quântica & II Simpósio Paranaense de Ciência de Alimentos". Below the heading, there is a post date and author: "Posted 27 março, 2012 - 15:45 by Renildo". A link is provided: "Clique aqui e vá direto para o site oficial do Evento!". The event period is listed as "Período - De: 31/08/2012 (Todo dia)". The main text of the post is as follows:

**I Congresso Brasileiro de Saúde Quântica  
& II Simpósio Paranaense de Ciência de Alimentos**

Este I Congresso Brasileiro de Saúde Quântica e II Simpósio Paranaense de Ciência de Alimentos é audacioso porque é inédito no Brasil. Será para os profissionais de saúde que sentem ou sabem que a ciência progrediu muito além do que se divulga em revistas das especialidades de saúde, com os avanços que agora serão postos ao seu alcance, em linguagem simples e direta.

Você passará a ter informações e conhecimentos das energias cósmicas e telúricas, das quatro interações de forças da natureza, das poluições eletromagnéticas e ambientais, das radiações nucleares, da boa alimentação, das causas de doenças atuais e sobre a verdadeira saúde e qualidade de vida.

Aqui, seu conhecimento sobre a ação dos fermions e bósons e das radiações nucleares alfa, beta e gama, sobre a saúde de seus pacientes, será possível e real.

Prepare-se para descobrir os segredos e aplicações da física, química, biologia e engenharia quântica-relativista!

Figura 32 – Congresso sobre Saúde, vinculado à Universidade Federal do Paraná – Fonte: <http://www.hc.ufpr.br/?q=node/4382>

- 4) Jornais e revistas: materiais divulgados em sites de jornais ou revistas e que estão disponíveis a qualquer usuário da rede, não necessitando de serviços de assinatura para visualização, como nos exemplos das Figuras 33 a 35.

## Natureza e física quântica inspiram coleção de inverno de Gloria Coelho

Estilista abriu o penúltimo dia de desfiles com luz, preto e branco



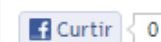
O penúltimo dia da São Paulo Fashion Week começou pontualmente às 13h. O desfile de Gloria Coelho estava marcado para 12h10, mas foi atrasado devido às crenças da estilista, estudiosa de astrologia. Os interesses de Gloria, inclusive, deram o norte da coleção de inverno 2012. As roupas ganharam como inspiração os neutrinos, que ela descobriu em suas pesquisas sobre física quântica, e vulcões, que visitou para conhecer de perto seus segredos.

Figura 33 – Moda – Fonte: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/donna/noticia/2012/01/natureza-e-fisica-quantica-inspiram-colecao-de-inverno-de-gloria-coelho-3640300.html>

## Encontro vai discutir espiritualidade, ciência e cura

Redação do DIARIODEPERNAMBUCO.COM.BR  
08/12/2010 | 13h15 | Simpósio

Tweet



Estão abertas as inscrições para o II Simpósio Internacional Saúde Quântica e Qualidade de Vida, que acontecerá nos dias 16, 17 e 18 de setembro do ano que vem, no Teatro Guararapes, Centro de Convenções de Pernambuco. O evento terá a participação de 17 cientistas de várias partes do mundo. Em discussão, Ciência, Espiritualidade e Cura.

Inscrição antecipadas terão desconto e darão direito ao DVD "A Dimensão Quântica da Realidade" do Professpr Wallace Liima. A promoção é válida apenas para os 200 primeiros inscritos. O evento é uma realização do projeto Universidade Quântica do Ser Integral.

Entre os palestrantes confirmados estão Amit Goswami (PHD em física quântica), Richard Amoroso (PHD em filosofia da mente), Lama Padma Samten (mestre espiritual bubista) e Konstantin Korotkov (físico).

Inscrições:

Figura 34 – Espiritualidade – Fonte:  
<http://www.old.diariodepernambuco.com.br/vidaurbana/nota.asp?materia=20101208131550>

## Física quântica para alinhar energia



Crédito: CRISTIANO ESTRELA

Precisamos tomar cuidado com o que pensamos e sentimos, pois toda forma de energia tem uma vibração, que, quando negativa, cria um transtorno sobre a matéria em que é projetada. Dentro deste contexto, a terapeuta Eliane Dutra desenvolveu o alinhamento energético, que mede o nível de energia total do paciente, possibilitando o tratamento de problemas, como dores musculares, contraturas, depressão, angústia, estresse, sintomas da menopausa, excesso de

peso e até dependência química, como método complementar.

A técnica mistura o trabalho que ela vem desenvolvendo, com os meridianos, a Radiestesia e os princípios da física quântica. Através da mandala são revelados os desequilíbrios apresentados - tanto físicos, como mentais e emocionais - que nascem da desarmonia emocional, cuja manifestação ocorre no órgão ou na função do organismo onde há desconforto ou patologia instalada. Após esta investigação é iniciado o tratamento, para fazer com que o indivíduo novamente desfrute do seu todo com mais qualidade de vida.

A mandala é lida com os mesmos fundamentos dos meridianos, que trazem cinco elementos, correspondentes aos órgãos e emoções vinculadas. Trata-se dos mesmos princípios da Medicina Tradicional Chinesa, que regem a acupuntura, shiatsu e do-in, entre outros métodos. A avaliação é feita a partir do intercâmbio de energia que se estabelece na imposição da mão da pessoa, por meio de um pêndulo, que faz o reconhecimento do elemento, identificando o meridiano mais congestionado. O elemento madeira equivale ao fígado e vesícula, geradores da raiva, por exemplo.

Figura 35 – Alinhamento de energia – Fonte:

<http://www.correiodopovo.com.br/Impresso/?Ano=115&Numero=304&Caderno=6&Noticia=175971>

Os recortes realizados nos meios de divulgação apoiam os resultados obtidos nas respostas dos sujeitos da pesquisa, uma vez que se baseiam no que foi analisado. Percebe-se a constante exaltação da ciência enquanto meio para o avanço em diferentes áreas, nem todas bem compreendidas pelo ser humano, como as questões já levantadas neste item. Assim, para suprir esta sede de conhecimento da população em geral, muito se explora a Física Quântica como explicação para fenômenos os mais diversos, conforme levantamento aqui apresentado.

Desta forma, é necessário, cada vez mais, que o professor que se preocupa com a aprendizagem significativa dos seus alunos esteja atento às novidades pronunciadas na mídia, uma vez que estas podem atuar como barreira para compreensão de conceitos, mas, talvez mais importante, efetivamente contribuem para a curiosidade dos



estudantes. É papel do professor aproveitar esta curiosidade para abordar temas contemporâneos da sociedade, atualizando o ensino de Física.

#### 5.4 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Para realização de qualquer estudo em representações sociais, devem-se considerar três vias de condução, que devem ser articuladas.

*“De fato, pelos padrões ideais, a simples descrição do conteúdo cognitivo de uma representação (2ª dimensão), sem relacioná-lo às condições sócio-culturais que favorecem sua emergência (1ª dimensão) e/ou sem uma discussão de sua natureza epistêmica em confronto com o saber erudito (3ª dimensão), não configura uma pesquisa realmente completa” (Sá, 1998, p. 33).*

Para isso, cada grupo foi discutido levando-se em conta as condições que podem fazer emergir representações e também o acesso que os estudantes podem ter ao universo reificado, considerando os diferentes meios e níveis de comunicação.

Entre os estudantes que participaram da intervenção com uso das UEPS, observou-se a mudança de postura quanto aos meios de divulgação, alertando para a necessidade de um olhar crítico sobre a validade e aplicabilidade de conceitos sobre Física Quântica disseminados na mídia. A compreensão dos conceitos abordados e a evolução da representação social sobre o tema parece ter sido alcançada por boa parte dos estudantes, além da satisfação da curiosidade de muitos.

Na outra frente de trabalho, percebeu-se que os estudantes de Ensino Médio das três séries compartilham com os ex-alunos uma representação social fortemente baseada nos elementos que fazem, ou fizeram, parte de sua vivência escolar, porém também composta por elementos divulgados nas mídias com as quais têm contato no seu cotidiano, sendo difícil determinar a barreira que separa estes conhecimentos.

Assim como no momento inicial da UEPS, onde se solicitou a elaboração de mapas mentais antes do contato formal com o conteúdo, os questionários revelaram que os conceitos não tratados no ambiente escolar recebem o rótulo da Física das aulas tradicionais, complexa e matematizada. A inclusão de uma abordagem conceitual sobre a Física Quântica revelou-se frutífera ao observar o avanço na compreensão dos conceitos, evidenciando a aprendizagem significativa.

Possíveis implicações deste estudo serão vistas no próximo Capítulo, que traz também as considerações finais desta pesquisa e aponta perspectivas para o estudo do papel das representações sociais na área de Ensino de Física.

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES

Durante os primeiros capítulos desta tese foi apontada a relevância deste estudo sobre representações sociais, destacado que a transposição do conhecimento científico, produzido no *universo reificado*, para o mundo cotidiano, que constitui o *universo consensual*, pode produzir diversas espécies de conteúdo, alguns aceitos cientificamente e outros não.

É de interesse para investigações sobre a aprendizagem de conhecimentos científicos saber de que forma conteúdos, como as RS, podem influenciar o conhecimento que os estudantes já apresentam ao iniciarem seus estudos, ou seja, como as RS podem atuar como subsunçores. Abordando estes aspectos, constituiu-se como marco teórico desta pesquisa, além da própria teoria das representações sociais, a teoria da aprendizagem significativa. Durante toda a pesquisa manteve-se o foco nessas teorias, que apresentam papel dialógico e reforçam-se mutuamente. Além do marco teórico também foi abordada a questão metodológica e as justificativas para a escolha da metodologia da UEPS e das questões que compunham o questionário.

Partindo destes referenciais, foi possível inferir sobre a evolução das RS compartilhadas pelos estudantes de 3ª série de Ensino Médio sobre a Física Quântica, passando de uma representação ligada ao contexto da disciplina vista em séries anteriores (matematização e Física Clássica) e à abordagem alternativa, para a compreensão dos conceitos abordados de forma satisfatória pela maior parte das turmas, demonstrando bom desempenho na avaliação somativa.

Após dois meses, verificou-se que o novo conhecimento havia permanecido, mesmo que parcialmente para alguns, evidenciando a ocorrência de aprendizagem significativa. Nas periferias houve a ocorrência de termos específicos, como a dualidade onda-partícula, constante de Planck e princípio da incerteza. Por outro lado, manteve-se a representação ligada ao universo microscópico, de partículas, proveniente das antigas RS, mas relacionado de fato à teoria quântica.

Quanto à investigação de outros conceitos de Física Moderna e Contemporânea, foram encontrados indícios da influência da mídia nas representações dos grupos investigados. Conforme o esperado, a representação compartilhada entre os sujeitos é híbrida, mesclando elementos relacionados ao contexto escolar, tanto da disciplina de Física quanto outras, e elementos oriundos do cotidiano, marcados pelo conteúdo que acessam através da mídia, seja ela de divulgação científica ou apenas voltada para o entretenimento. Permitiu-se aos estudantes explicitar a fonte onde buscam informação extraclasse, o que lhes chama a atenção, pois, em geral, esses materiais de pesquisa não são considerados pelos professores como relevantes para a preparação de suas aulas, mas, como foi visto, são consultados pelos alunos e possuem significado para eles.

Uma das maiores preocupações desta pesquisa foi não apenas estabelecer a existência ou não de RS, mas, principalmente, averiguar que fatores influenciam estas representações e como estas podem se modificar ao contato com conteúdos de Física. Optou-se por uma metodologia baseada na descrição qualitativa, constituindo-se numa alternativa dentre as possíveis para a teoria das representações sociais, podendo-se encontrar outras opções metodológicas que sejam tão válidas quanto esta.

Este estudo tratou de aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, que podem atuar como facilitador ou como barreira para a aprendizagem significativa, e forneceu um meio de explorá-los. No entanto, não esgota as possibilidades de novas investigações e propostas de intervenção, uma vez que é crescente a exploração do que é “científico” pela mídia. Novos conceitos de Física surgirão e também serão divulgados, fertilizando o terreno das representações sociais.

Na década de setenta, do século passado, a chamada “década das concepções alternativas” (Moreira & Greca, 2004), inúmeros estudos foram realizados, internacionalmente, na área de ensino de ciências, para identificar as concepções alternativas dos alunos, ou a ciência alternativa dos alunos. Quer dizer, os estudantes já vinham para a classe, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, com uma “ciência na cabeça”, ou seja, eles já tinham “explicações” para fenômenos que observam na natureza.

Logo em seguida, professores e pesquisadores se deram conta que as concepções alternativas tinham grande influência na aprendizagem de ciências, podendo atuar como precursoras ou como obstáculo epistemológico (Bachelard, 1984). Chegou, então, a década da mudança conceitual (Moreira & Greca, 2004) com o trabalho clássico de Posner et al. (1982). A ideia era a de gerar um desconforto cognitivo com as concepções

alternativas e apresentar as concepções científicas como inteligíveis, plausíveis e mais explicativas do que as alternativas, se aproximando muito da proposta kuhniana (Kuhn, 1982) de troca de paradigmas.

No entanto, a grande quantidade de pesquisas feitas com essa proposta mostrou que o assunto não é tão simples assim. As concepções alternativas resistem, não são abandonadas facilmente. O processo é mais uma evolução conceitual, no sentido de progressividade, do que uma mudança no sentido de troca de uma concepção (alternativa) por outra (científica). Ou seja, o aprendiz vai modificando suas concepções progressivamente à medida que adquire significativamente novas concepções. É nesse sentido que as ideias alternativas podem ser precursoras, facilitando a construção das científicas na estrutura cognitiva, ou obstaculizantes e até mesmo impeditivas.

Voltando às RS, embora, como deve ter ficado claro no capítulo 3, não sejam concepções alternativas (que podem ser construídas individualmente, enquanto as representações sociais o são, necessariamente, de modo coletivo, por um grupo social), elas acabam se tornando conhecimentos sócio-cognitivos que integram a estrutura cognitiva do aprendiz. Então, segundo Ausubel (2000), elas integram a variável que mais influencia na aprendizagem significativa, o conhecimento prévio de quem aprende.

Analogamente ao termo mudança conceitual, usado no contexto das concepções alternativas, poder-se-ia agora falar em mudança representacional. Mas como sugerem os resultados desta pesquisa, no ensino de Física essa mudança não é abrupta, não é uma simples troca de representações. A aprendizagem significativa é progressiva e os resultados obtidos quanto às RS sobre Física Quântica parecem ter corroborado isso.

Assim, espera-se ter contribuído para evidenciar a importância de se ampliar os estudos relacionados à teoria das representações sociais no Ensino em Física e, além disso, pretendeu-se assinalar a necessidade de os professores conhecerem as RS compartilhadas entre seus alunos, quais suas influências, principalmente pela possibilidade de atuarem como subsunçores, fornecendo uma possibilidade de transformação de seus elementos, para a aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

Abreu, M. H. N. G.; Pordeus, I. A.; Modena, C. M. Representações sociais de saúde bucal entre mães no meio rural de Itaúna (MG), 2002. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 10, n. 1, pp. 245-259, 2005.

Abric, J. C. Le recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In: Abric, J. C. (org.) *Méthodes d'étude des représentations sociales*. Ramonville Saint-Agne: Éditiones Érès, 2003.

Abric, J. C. O estudo experimental das representações sociais. In: Jodelet, D. *As representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduerj. pp. 155-171, 2001a.

Abric, J. C. *Prácticas sociales y representaciones*. México: Ediciones Coyacán, 2001b.

Aires, B. F. C.; Bastos, R. P. Representações sobre meio ambiente de alunos da educação básica de Palmas (TO). *Ciência & Educação*, v. 17, n. 2, pp. 353-364, 2011.

Almeida, A. M. O.; Santos, M. F. S.; Trindade, Z. A. (org.) *Teoria das representações sociais: 50 anos*. Brasília: Technopolitik. 2011.

Andrade, M. A. C.; Artmann, E.; Trindade, A. A. Humanização da saúde em um serviço de emergência de um hospital público: comparação sobre representações sociais dos profissionais antes e após a capacitação. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, suplemento 1, pp. 1115-1124, 2011.

Araujo, F. L.; Castanha, A. R.; Barros, A. P. R.; Castanha, C. R. Estudo das representações sociais da maconha entre agentes comunitários de saúde. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 11, n. 3, pp. 827-836, 2006.

Augusto, V. G.; Aquino, C. F.; Machado, N. C.; Cardoso, V. A.; Ribeiro, S. Promoção de saúde em unidades básicas: análise das representações sociais dos usuários sobre a atuação da fisioterapia. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, suplemento 1, pp. 957-963, 2011.

Ausubel, D. P. *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

Ausubel, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 2000.

Bachelard, G. *A Filosofia do Não*. São Paulo: Abril Cultural. 1984.

Barcellos, P. A. O.; Azevedo Junior, S. M.; Musis, C. R.; Bastos, H. F. B. N. As representações sociais dos professores e alunos da Escola Municipal Karla Patrícia, Recife, Pernambuco, sobre o manguezal. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, pp. 213-222, 2005.

Bardin, L. *Análise do conteúdo*. Lisboa: Telles da Silva, 1979.

Brabo, J. C. *Contenido y Estructura de Representaciones Sociales sobre Pedagogía y Pedagogos em Profesores de Ciencias*. Burgos: Universidade de Burgos, 2011. (Tese de doutorado).

Brabo, J. C.; Sousa, C. M. S. G. Opiniões e atitudes de professores de ciências sobre pedagogia e pedagogos: buscando representações sociais sobre o tema. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n. 2, pp. 40-52, 2004.

Braz, M. C. D. C.; Carvalho, M. R. F. Diálogos psicossociais entre licenciandos em Física / Química da UFRN sobre trabalho docente. In: Jornada Internacional e Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Programa de resumos da VII

Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Vitória, p. 73, 2011.

Buzan, T.; Buzan, B. *The mind map book*. New York: Dutton Books, 1994.

Campos, E. A. O alcoolismo é uma doença? Representações sobre o contágio e a doença de ex-bebedores. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 10, suplemento, pp. 267-278, 2005.

Cardoso, G. P.; Arruda, A. As representações sociais da soropositividade e sua relação com a observância terapêutica. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 10, n. 1, pp. 151-162, 2004.

Castellanos, R. P. Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de licenciatura en Biología. *Tecne, Episteme y Didaxis*, v. 19, pp. 77-97, 2006.

Cavalcante, C. V. G.; Chapani, D. T.; Sena, V. S.; Damasceno, J. S.; Alexandre, E. S.; Matias, W. B. Representações de um grupo de docentes sobre drogas: alguns aspectos. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, pp. 131-140, 2005.

Chacín, C. P.; Sahelices, C. C. Representaciones sociales de la práctica del reciclaje de los estudiantes del Instituto Pedagógico de Caracas. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp. 1-5, 2005.

Cohen-Tannoudji, C.; Diu, B.; Laloe, F. *Quantum mechanics*. Paris: Hermann. 1977.

Comiotto, T. A construção de um instrumento para análise das representações sociais de docentes engenheiros quanto a CTS. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 3, n. 1, pp. 62-80, 2010.

Conti, M. A.; Bertolin, M. N. T.; Peres, S. V. A mídia e o corpo: o que o jovem tem a dizer? *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 15, n. 4, pp. 2095-2103, 2010.

Cromack, L. M. F.; Bursztyn, I.; Tura, L. F. R. O olhar do adolescente sobre saúde: um estudo de representações sociais. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 14, n. 2, pp. 627-634, 2009.

De Rosa, A. S. A rede associativa: uma técnica para captar a estrutura, os conteúdos e os índices de polaridade, neutralidade e estereotipia dos campos semânticos relacionados com as representações sociais. Célia Cristina Casaca Soares (trad.). In: A.S.P., Moreira, B.V. Camargo, J.C. Jesuino & S.M. Nóbrega. (orgs.). *Perspectivas teórico-metodológicas em representações sociais*. João Pessoa: Ed. Universitária / UFPB. pp. 61-128, 2005.

Diniz, M. C. P.; Braga, R. B.; Schall, V. T. As representações sociais da esquistossomose de escolares na área endêmica de Minas Gerais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 2, pp. 28-47, 2003.

Discovery. *Documentário Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica – Partes 1 a 6*. 2007. Parte 1 disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=O1dHym14W5Q&NR=1>>. Acesso em 08 março 2012.

Docio, L.; Razera, J. C.; Pinheiro, U. S. Representações sociais dos moradores da Baía de Camamu sobre o filo Porifera. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, pp. 613-629, 2009.

Escobar-Paucar, G.; Sosa-Palacio, C.; Sánchez-Mejía, A. Salud bucal: representaciones sociales en madres gestantes de una población urbana. Medellín, Colombia. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 11, pp. 4533-4540, 2011.

Falcão, E. B. M.; Roquette, G. S. As representações sociais da natureza e sua importância para a educação ambiental: uma pesquisa em quatro escolas. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, pp. 32-48, 2007.

Ferreira, A. A. A.; Piuvezam, G.; Werner, C. W. A.; Alves, M. S. C. F. A dor e a perda dentária: representações sociais do cuidado à saúde bucal. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 11, n. 1, pp. 211-218, 2006.

Figueiredo, T. A. M.; Machado, V. L. T. Representações da homeopatia: uma revisão de estudos produzidos no Estado do Espírito Santo. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, suplemento 1, pp. 999-1005, 2011.

Freitas, J. D.; Reis, S. B. Ensino de Ciências e formação em saúde de nível médio: representações sociais e visões de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, pp. 693-704, 2011.

Gomes, K. O.; Cotta, R. M. M.; Araujo, R. M. M.; Cherchiglia, M. L.; Martins, T. C. P. Atenção primária à saúde – a “menina dos olhos” do SUS: sobre as representações sociais dos protagonistas do Sistema Único de Saúde. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, suplemento 1, pp. 881-892, 2011.

Greca, I. M.; Moreira, M. A. Uma Revisão de Literatura sobre Estudos Relativos ao Ensino da Mecânica Quântica Introdutória. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 1, pp. 29-56, 2001.

Griebeler, A. *Inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*. Porto Alegre: UFRGS, 2012. (Dissertação de mestrado)

Guirado, A. M.; Oliveira, A. C.; Mazzitelli, C. A.; Aguilar, S. B. Cuál es la representación que tienen los docentes acerca de ser un buen alumno de física, aprender física? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, pp. 618-632, 2010.

Hilger, T. R. *Representações sociais da Física Quântica*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. (Dissertação de mestrado).

Hilger, T. R.; Moreira, M. A. Representações sociais: conhecimento prévio relevante para o ensino e aprendizagem de Física. In: Jornada Internacional e Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Programa de resumos da VII Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Vitória, p. 196, 2011.

Hilger, T. R.; Moreira, M. A.; Silveira, F. L. Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 2, n. 2, pp. 1-16, 2009.

Ibañez, T. Representaciones sociales, teoría y método. In: Ibañez, T. *Ideologías de la vida cotidiana*. Barcelona: Sendai. pp. 13-78, 1988.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2008. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/acessoainternet2008/default.shtm>>. Acesso em 15 de novembro de 2012.

Jodelet, D. (org) *As representações sociais*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.

Jodelet, D. La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Moscovici, S. (ed). *Psicología Social II*. Barcelona: Paidós. pp. 469-494, 1986.

Kuhn, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva. 1982.

Lakatos, I. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza, 1993.

Lima, E. S.; Oliveira, C. S.; Gomes, M. C. R. Educação nutricional: da ignorância alimentar à representação social na pós-graduação do Rio de Janeiro (1980-98). *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 10, n. 2, pp. 603-635, 2003.

Lima, M. C. A. B.; Machado, M. A. D. As representações sociais dos licenciandos em Física referentes à inclusão de deficientes visuais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, pp. 119-131, 2011.



Longuini, M. D.; Jacobucci, D. F. C. Representações sociais de licenciandos em Física sobre museus de ciência, monitoria em astronomia e formação profissional. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 2, pp. 50-65, 2011.

Machado, A. L. Reforma psiquiátrica e mídia: representações sociais na 'Folha de São Paulo'. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 9, n. 2, pp. 483-491, 2004.

Magalhães Junior, C. A. O.; Tomanik, E. A. Representações sociais e direcionamento para a educação ambiental na Reserva Biológica das Perobas, Paraná. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, pp. 227-248, 2012.

Marques, E. S.; Cotta, R. M. M.; Botelho, M. I. V.; Franceschini, S. C. C.; Araujo, R. M. A. Representações sociais sobre a alimentação da nutriz. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 10, pp. 4267-4274, 2011.

Martins, P. C.; Cotta, R. M. M.; Mendes, F. F.; Priore, S. E.; Franceschini, S. C. C.; Cazal, M. M.; Batista, R. S. De quem é o SUS? Sobre as representações sociais dos usuários do Programa Saúde da Família. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 3, pp. 1933-1942, 2011.

Martins, P. N. T. P. *A Mecânica Quântica e o pensamento de Amit Goswami*. Lisboa: Universidade Nova Lisboa, 2009. (Tese de doutorado).

Mazzitelli, C. A.; Aparicio, M. T. Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, pp. 193-215, 2009.

Melo, E. G. S.; Tenório, A.; Accioly Junior, H. Representações sociais de ciência de um grupo de licenciandos em Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 2, pp. 457-466, 2010.

Melo, M. C. B.; Barros, E. N.; Almeida, A. M. L. G. A representação da violência em adolescentes de escolas da rede pública de ensino do Município do Jabotão dos Guararapes. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 10, pp. 4211-4220, 2011.

Menestrina, T. C.; Rizzieri, B. B. Concepções acadêmicas de licenciandos em Física, Química e Matemática quanto à relação entre a educação e a psicologia. In: Jornada Internacional e Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Programa de resumos da VII Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais. Vitória, p. 200, 2011.

Miranda, E. S.; Schall, V. T.; Modena, C. M. Representações sociais sobre educação ambiental em grupos da terceira idade. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, pp. 15-28, 2007.

Moliner, P. Les conditions d'émergence d'une représentation sociale. In: Moliner, P. (ed) *Images et représentations sociales*. Grenoble: PUG. pp. 33-48, 1996.

Monteiro, M. C. N.; Cabral, M. A. A.; Jodelet, D. As representações sociais da violência doméstica: uma abordagem preventiva. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 4, n. 1, pp. 161-170, 1999.

Moreira, A. S. P.; Camargo, B. V. (org) *Contribuições para a teoria e o método de estudo das representações sociais*. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2007.

Moreira, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: *Teorias de aprendizagem*. EPU: São Paulo. pp. 151-165, 2004.

Moreira, M. A. Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. In: Moreira, M. A., Caballero, M. C. e Rodríguez, M. L. (orgs.). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos. pp. 19-44, 1997.

Moreira, M. A.; Greca, I. M. *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y cambios conceptuales*. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS. 2004.

Moreira, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, pp. 43-63, 2011.

Moreira, M. A.; Hilger, T. R.; Präss, A. R. Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. *Revista de Enseñanza de la Física*, La Rioja, v. 22, n. 1, pp. 15-30, 2009.

Moscovici, S. *A representação social da psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

Moscovici, S. *La psychanalyse, son image et son public*. Paris: PUF, 1961.

Moscovici, S. On social representations. In Forgas, J.P. (ed). *Social cognition: perspectives on everyday understanding*. London: Academic Press: 1981.

Moscovici, S. *Psicología Social II*. Barcelona: Paidós, 1986.

Moscovici, S. *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

Moscovici, S. The phenomenon of social representation. In Farr, M. & Moscovici, S. (org) *Social representation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

Nogueira, P. *Espiritualidade quântica? Consciência, religião e ciência no pensamento de Amit Goswami*. São Paulo: PUC, 2010. (Dissertação de mestrado).

Novak, J. D. *A theory of education*. Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1977.

Novak, J. D. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira, 1980.

Nunes, A. L. Física Quântica para Todos. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVII, 2007, São Luis. Anais eletrônicos. São Paulo: SBF, 2007.

Nunes, A. L. B. P.; Cunha, A. M. O.; Marçal Junior, O. Coletores de lixo e enteroparasitoses: o papel das representações sociais em suas atitudes preventivas. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, pp. 25-38, 2006.

Oliveira, D. C.; Fischer, F. M.; Teixeira, M. C. T. V.; Sá, C. P.; Gomes, A. M. T. Representações sociais do trabalho: uma análise comparativa entre jovens trabalhadores e não trabalhadores. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 15, n. 3, pp. 763-773, 2010.

Oliveira, J. F.; Paiva, M. S.; Valente, C. L.M. Representações sociais de profissionais de saúde sobre o consumo de drogas: um olhar numa perspectiva de gênero. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 11, n. 2, pp. 473-481, 2006.

Oliveira, M. L. W. R.; Mendes, C. M.; Tardin, R. T.; Cunha, M. D.; Arruda, A. Social representations of Hansen's disease thirty years after the term 'leprosy' was replaced in Brazil. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 10, suplemento 1, pp. 41-48, 2003.

Ontoria, A., De Luque, A.; Gómez, J. P. R. *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras, 2004.

Pantoja, G. C. F.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E. Uma revisão da literatura sobre a pesquisa em ensino de Mecânica Quântica no período de 1999 a 2009. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 4, n. 3, pp. 1-34, 2011.

Pereira, A. P.; Ostermann, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão de literatura as produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, pp. 393-420, 2009.

Pessoa Jr., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: Freire Jr., O.; Bromberg, J. L. (org) *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina grande: EDUEPB / Livraria da Física, pp. 279-300, 2010.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, pp. 211-227, 1982.

Rangel, M. The representations of students, as a means of practical knowledge, and the learning of scientific knowledge at school. *Peer Reviewed International Journal / Papers on social representations*, v. 6, n. 1, pp. 51-58, 1997.

Reis, C. B.; Andrade, S. M. O. Representações sociais das enfermeiras sobre a integralidade na assistência à saúde da mulher na rede básica. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 13, n. 1, pp. 61-70, 2008.

Rocha, G. R. História da ciência no cinema 3. In: Figueiredo, B. G.; Silveira, A. J. T. (org) “*Quem somos nós? O fenômeno cultural do “misticismo quântico” no século XX.* Coleção Scientia. Belo Horizonte: Editora Argvmentvm. pp. 81-108, 2010.

Rodrigues, M. P.; Domingos Sobrinho, M.; Silva, E. M. Os cirurgiões-dentistas e as representações sociais da Aids. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 10, n. 2, pp. 463-472, 2005.

Rodrigues, M. P.; Lima, K. C.; Roncalli, A. G. A representação social do cuidado no programa saúde da família na cidade de Natal. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 13, n. 1, pp. 71-82, 2008.

Sá, C. P. *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduerj, 1998.

Sá, C. P. *Núcleo central das representações sociais*. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

Shimamoto, D. F. Representações sociais dos professores de ciências naturais sobre corpo humano. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n. 2, 2006.

Shimizu, H. E.; Reis, L. S. As representações sociais dos trabalhadores sobre o Programa Saúde da Família. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, n. 8, pp. 3461-3468, 2011.

Silva Junior, A. G.; Tenório, A. C.; Bastos, H. F. B. N. O perfil epistemológico do conceito de tempo a partir de suas representações sociais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 2, pp. 162-176, 2007.

Silva, A. M. T. B.; Mazzotti, T. B. A Física pelos professores de Física: a contribuição da teoria das representações sociais. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, pp. 515-528, 2009.

Souza, S. L.; Ferriani, M. G. C.; Silva, M. A. I.; Gomes, R.; Souza, T. C. A representação do consumo de bebidas alcoólicas para adolescentes atendidos em uma Unidade de Saúde da Família. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 15, n. 3, pp. 733-741, 2010.

Teleco: Inteligência em telecomunicações. 2011. Disponível em <<http://www.teleco.com.br/nrtv.asp>>. Acesso em 15 de novembro de 2012.

Venezuela, O. D. *Demarcando ciências e pseudociências para alunos de Ensino Médio*. São Paulo: USP, 2008. (Dissertação de mestrado).

Vergara, M. R. Ensaio sobre o termo “vulgarização científica” no Brasil do século XIX. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 1, n. 2, pp. 137-145, 2008.

Vergès, P. L’évocation de l’argent: une method pour la definition du noyau central d’une representation. *Bulletin de Psychologie*: Paris, v. 45, n. 405, pp. 203-209, 1992.

Vergès, P.; Boumedienne, B. *L’analyse des donnes par les graphes de similitude*. 2001. Disponível em <<http://www.pucsp.br/pos/ped/rsee/as.pdf>>. Acesso em 15 de novembro de 2012.

Vergès, P.; Tyszka, T.; Vergès, P. Noyau central, saillance et propriétés structurales. *Papers on social representations*: v. 3, n. 1, pp. 3-12, 1994.

## APÊNDICE A

*Versão final do questionário para investigação de representações sociais sobre conceitos de Física Moderna e Contemporânea, utilizado na segunda frente de trabalho. Nas versões anteriores, apenas os conceitos utilizados como indutores de associação, na questão 2, eram diferentes, sendo mantida a mesma estrutura.*

Prezado (a) colaborador (a):

Este questionário busca coletar dados para identificar o que as pessoas pensam sobre certos conceitos científicos frequentemente divulgados pelos meios de comunicação. Este tipo de informação será útil para melhorar o ensino de Física nas escolas, evitando interferências com os significados cientificamente aceitos. Sua resposta será de inestimável valor para esta pesquisa e em nenhum momento você será identificado. A pesquisa não depende de sua identidade, pois trabalharemos estatisticamente. Muito obrigado pela participação e, por favor, siga as instruções:

### 1. Identificação:

O ano em que nasci foi \_\_\_\_\_ e sou estudante de:

Ensino Médio, na série \_\_\_\_\_ de colégio:

municipal  estadual  federal  particular

Graduação, no \_\_\_\_\_ semestre do curso de \_\_\_\_\_ na instituição: \_\_\_\_\_ (*sigla*)

Se não estiver estudando, deixe em branco.

Trabalho no setor de \_\_\_\_\_ (*por exemplo, comércio, indústria, educação, agricultura, serviço público, etc*).

Se não estiver trabalhando, deixe em branco.

### 2. Associação escrita de palavras:

Escreva nas linhas abaixo de cada conceito dado, as palavras que você associa com ele. Escreva uma palavra por linha, sempre a respeito do conceito dado e não sobre a palavra que você acabou de escrever. Escreva qualquer palavra que você associa com

o conceito dado, o que vier à sua mente. Não há certo e errado nessa pesquisa. O que se pretende saber é o que as pessoas associam aos conceitos dados.

**A seguir, coloque entre os parênteses o sinal (+) se você acha que a relação de sua palavra associada em relação ao conceito dado é positiva, (-) se a relação for negativa e (N) se for neutra.**

**Após, coloque no quadrado ao lado de cada palavra o grau de associação dessa palavra com o conceito dado. Assim, 1 indica que a palavra é a mais fortemente associada ao conceito dado, 2 indica que a palavra é bastante associada, mas não tanto quanto a palavra que você marcou 1, 3 indica que a palavra é bem associada, mas menos que 2 e 1, e assim por diante. Esses números, 1, 2, 3, 4, ..., podem ser atribuídos às palavras associadas independente da ordem em que aparecem na sua lista de palavras associadas. Proceda da mesma forma para cada conceito dado.**

Buraco negro

.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>

Big bang

.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>

Física Quântica

.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>

Teletransporte

.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>
.....(.....)	<input type="checkbox"/>

Energia escura

.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)

Acelerador de partículas

.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)

Quantização

.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)

Criptografia

.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)  
.....(.....)

### 3. Fontes de informação:

Marque com X apenas as fontes de informação onde você realmente encontrou (ou ouviu falar) algo sobre os conceitos abordados nesta pesquisa e forneça alguns exemplos dessas fontes para os itens marcados. Os exemplos são muito importantes. O que se pretende com esta questão é investigar quais as formas de transmissão dos conceitos dados, principalmente os da questão 2.

Como as informações sobre os temas acima chegam até você? (É isso que nos interessa saber). Através de:

Livros

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Sites na internet

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Igreja

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Redes sociais

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

<input type="checkbox"/> Revistas	<input type="checkbox"/> Filmes	<input type="checkbox"/> Cursos	<input type="checkbox"/> Conversas com colegas
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
<input type="checkbox"/> Jornais	<input type="checkbox"/> Programas de TV	<input type="checkbox"/> Congressos	<input type="checkbox"/> Outras fontes
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Programas de rádio	<input type="checkbox"/> Conferências	<input type="checkbox"/> Outras formas
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Muito obrigado pela participação.

## APÊNDICE B

*Trabalho completo, publicado nos Anais do XIV ENEC, Encontro Nacional de Educação em Ciências, realizado em Braga, Portugal, em 2011, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE CONCEITOS DE FÍSICA E ASTROFÍSICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

**Thaís Rafaela Hilger<sup>1</sup> & Marco Antonio Moreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil;*

#### **Resumo**

Com o objetivo de apresentar a teoria das representações sociais como referencial no ensino de ciências, é relatada uma pesquisa utilizando o software EVOC 2000 para análise de dados obtidos com o uso do Teste de Associação Escrita de Palavras e técnicas adicionais, para determinação dos elementos que compõem o núcleo e a periferia dessas possíveis representações sociais. Buscou-se identificar a relação entre os conhecimentos apresentados por 16 trabalhadores do comércio a respeito de assuntos veiculados na mídia (acelerador de partículas, partícula deus, teoria de cordas, Física Quântica, energia escura, buraco negro e big-bang) e a fonte de informação utilizada por estes, que nesta pesquisa foram, principalmente, a escola e revistas/livros.

#### **1. Contextualização e objetivos**

Na mídia comumente são abordados temas relacionados à ciência. Estes temas podem gerar interesse entre a população, que se vê rodeada de tecnologias e notícias que envolvem conhecimentos que não compreende adequadamente. Muitas representações sociais são elaboradas com a intenção de suprir a falta de conhecimento real sobre fenômenos que não são apropriadamente explicados, seja na escola, na televisão ou em outras formas de contato que o sujeito possa ter com o assunto.

Enquanto os sujeitos frequentam a escola, existe a possibilidade de acesso facilitado à biblioteca, livros, internet e, muitas vezes, ao próprio professor, para explorar os temas de interesse. No entanto, após o desligamento da vida estudantil, este acesso é limitado, mas as informações continuam fazendo parte do cotidiano. Estes elementos compõem o



conhecimento prévio do sujeito e podem atuar como facilitadores ou dificultar a compreensão de novas informações, uma vez que as novidades da ciência estão em permanente atualização, o que se reflete na mídia.

Assim, o foco desta pesquisa é investigar sujeitos que não são estudantes: qual o conhecimento que apresentam sobre diferentes assuntos recorrentes na mídia e de que modo se informam sobre estes assuntos. Para compor o grupo social a ser pesquisado, foram escolhidos cidadãos de uma pequena cidade da região sul do Brasil que compartilham a mesma profissão, a mesma região geográfica e a mesma cultura, e que aceitaram participar da pesquisa.

## **2. Fundamentação teórica**

Uma representação é uma imagem, um análogo estrutural, um modelo, elaborado para explicar um objeto, um evento, um estado de coisas do mundo, que une a percepção e cognições prévias, dentro de uma perspectiva dinâmica, contínua e criativa. Já o conceito de representação social trata de uma forma de conhecimento mais específico, que apresenta o conteúdo organizado, com processos gerativos e funcionais, designando, de modo mais amplo, o saber do sentido comum como forma de pensamento social. (Jodelet, 1986, p. 474).

A representação social “é constituída de um conjunto de informações, de crenças, de opiniões e de atitudes a propósito de um objeto dado. Além disso, este conjunto de elementos é organizado e estruturado” (Abric, 2001, p. 18). Por essa razão, a análise sobre uma representação social envolve a identificação de sua organização e estrutura, ou seja, é preciso conhecer o conteúdo e suas articulações, como se organiza e se relaciona com a estrutura cognitiva do sujeito.

A estrutura das representações sociais comporta elementos de natureza descritiva e prescritiva, que funcionam de modo absoluto ou condicional. Esses elementos são determinantes para distinguir o núcleo central – que abarca prescrições absolutas, cujos elementos são compartilhados por todo o grupo – da periferia – composta por prescrições condicionais, cujos elementos não necessariamente são compartilhados por todos os sujeitos do grupo.

O núcleo é sempre consensual e compartilhado, conferindo significado à representação, organizando, estabilizando e unificando as ideias do sujeito sobre o objeto e, por isso,

caracterizando a identidade de cada grupo. Os elementos que compõem o núcleo central servem para “designar basicamente uma estrutura que organiza os elementos da representação e lhes dá sentido” (Flament, apud. Sá, 1996, p. 66). Basta que o núcleo de duas representações seja diferente para que se tenham duas representações também distintas.

O sistema periférico abarca “informações retidas, selecionadas e interpretadas, juízos formulados a respeito do objeto e seu contexto, estereótipos e crenças” (Abric, 2001, p. 23), promovendo uma interface entre o núcleo central e a realidade concreta. Os elementos do sistema periférico são hierarquizados e podem desempenhar papéis diferentes em relação a seu distanciamento do sistema central, assim, os mais próximos ao núcleo participam na concretização do significado da representação enquanto os mais distantes servem para ilustrar, esclarecer e justificar esta significação (Sá, 1996, p. 64).

Enquanto o núcleo é essencialmente normativo, a periferia é mais funcional, permitindo que a representação seja ancorada na realidade do sujeito. “Nesses processos de percepção social aparecem, portanto, elementos centrais, aparentemente constitutivos do pensamento social, que lhe permitem colocar em ordem e compreender a realidade vivida pelos indivíduos ou grupos” (ibid.).

A elaboração de uma representação social envolve dois processos. Um deles é a *objetivação*, que consiste em traduzir uma ideia por meio de imagens, permitindo interpretar o objeto. Propriedades comuns a respeito de um objeto são selecionadas e depois integradas em um todo coerente. É “a propriedade de tornar concreto o que é abstrato, de materializar a palavra” (Jodelet, 1986, p. 481).

Concomitantemente à objetivação, ocorre o processo de *ancoragem*, cuja função é fornecer um contexto inteligível ao objeto, traduzindo-o em sentido e significado e instrumentalizando o saber. Assim, este processo se refere à “integração cognitiva do objeto representado, dentro do sistema de pensamento preexistente e as transformações derivadas desse sistema” (*op. cit.*, p. 486). Trata-se da inserção do objeto em uma estrutura previamente constituída e familiar: novas representações são acolhidas e, por fim, enraízam-se na estrutura cognitiva, tornando-se parte do conhecimento do sujeito.

A formalização do conhecimento que ocorre após os processos de objetivação e ancoragem tem o objetivo de familiarizar o sujeito ao objeto: “a finalidade de todas as representações é tornar familiar algo não familiar, ou a própria não-familiaridade”

(Moscovici, 2010, p. 54). A partir desses processos, é possível entender a produção das representações sociais e seus efeitos na compreensão e explicação da realidade.

As práticas que determinam as representações são influenciadas por valores e normas, culturais e históricas, a que o sujeito está submetido, pelas circunstâncias e pelo contexto social, e ainda pelo conjunto de condutas, passadas ou atuais, que guiam a atividade do sujeito. Assim, o conhecimento produzido academicamente (pertencente ao universo reificado) é socializado através dos meios de comunicação e, durante sua divulgação, é extrapolado e transformado numa versão supostamente acessível ao público em geral (pertencente ao universo consensual). Os sujeitos que têm acesso a estas informações, veiculadas de modo insistente, sentem-se pressionados em posicionar-se em relação a elas. Para que sejam produzidas as representações sociais, é necessário que os sujeitos constituintes do grupo social, além de sentirem-se pressionados, não tenham acesso completo ao objeto de interesse, o que favorece à aderência a opinião dominante no grupo. Além disso, os interesses profissionais e ideológicos guiam a escolha sobre os aspectos do objeto que serão focalizados em detrimento de outros, julgados menos importantes.

Para manifestar-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações através da objetivação e da ancoragem, inseridos em um grupo e em uma dinâmica social. Ao final desses processos, tem-se uma representação construída e compartilhada socialmente e que, com frequência, está distante daquela originalmente produzida.

Nas sociedades modernas, o novo é gerado nos universos reificados da ciência, e é a exposição ao novo que introduz a não familiaridade na sociedade. Apenas quando o não familiar torna-se familiar e é incorporado aos universos consensuais é que operam os processos de familiarização e a novidade deixa de sê-lo. É criada uma nova realidade, socialmente aceita e conhecida (Sousa & Moreira, 2005, p. 100).

Deve-se considerar que as representações “circulam através da comunicação social cotidiana e se diferenciam de acordo com os conjuntos sociais que as elaboram e as utilizam. Por tudo isso, a pesquisa empírica das representações sociais não produz resultados replicáveis ou generalizáveis para outros contextos” (Sá, 1996, p. 22). Cada pesquisa em representações sociais exige a utilização de metodologia múltipla e adequada ao caso que se deseja estudar.

### 3. Metodologia

Foram pesquisados 16 trabalhadores do comércio de uma pequena cidade do interior do estado de Santa Catarina, Brasil. Utilizou-se a técnica de associação escrita de palavras, que consiste em associar livremente palavras ao termo-estímulo, que no caso presente foram: *acelerador de partículas, partícula deus, teoria de cordas, Física Quântica, energia escura, buraco negro e big-bang*.

Para a obtenção das palavras que compõem o núcleo central da representação optou-se em pedir ao sujeito para efetuar ele mesmo sobre sua própria produção um trabalho cognitivo de análise, de comparação e de hierarquização (Sá, 1998). Solicitou-se que marcassem as três palavras mais relevantes dentre as associadas, enumerando-as de 1 a 3 de acordo com a importância, onde 1 corresponde a palavra mais importante entre todas as associadas.

As palavras marcadas foram reordenadas, de acordo com a marcação para cada sujeito, e as demais foram mantidas na ordem original. A lista de associações de cada sujeito para cada palavra-estímulo consiste nos dados de entrada do software EVOC 2000, que fornece grupos de palavras divididas em quatro quadrantes, de acordo com a frequência com que se repetem e com a ordem em que aparecem na lista de cada sujeito. Neste trabalho foram investigados apenas 16 sujeitos, no entanto, é preciso destacar a potencialidade da técnica para estudos em grande escala, pois permite a análise de muitos dados simultaneamente, que implica na melhor identificação dos elementos da representação social.

Devido ao baixo número de respondentes, naturalmente obteve-se um baixo número de palavras associadas, por isto escolheu-se como frequência mínima duas repetições para cada palavra. Como o número máximo de repetições oscilou entre 3 e 4 (com exceção às associações para big-bang e buraco negro, com, respectivamente, 10 e 6 repetições no máximo para uma mesma palavra) a frequência intermediária estabelecida é três, para todas as associações. Devido à marcação realizada pelos respondentes, considerou-se a ordem média de associação como três. Isto significa que quanto menor a ordem de associação, mais próxima de 1, mais próxima do núcleo está a palavra. Estes parâmetros foram estabelecidos para o caso apresentado neste trabalho, não sendo generalizáveis.

Para os parâmetros estabelecidos, o núcleo da representação encontra-se no primeiro quadrante da tabela 1, onde a frequência de repetição das palavras é igual ou superior a

3 e a ordem média de associação é inferior a 3. Ou seja, são elementos com grande número de repetições e marcados muitas vezes, portanto muito importantes e estruturantes da representação.

No terceiro quadrante encontram-se os elementos de contraste, onde a frequência estabelecida é 2 e a ordem média de associação para cada palavra é inferior a 3. Estes elementos participam do núcleo da representação de algumas pessoas do grupo e são considerados importantes para elas, porém não se repetem tanto quanto os do núcleo comum, pois não são compartilhados por todos os integrantes.

Os elementos das periferias correspondem aos elementos não marcados nas associações, com ordem média de associação igual ou superior a 3. No segundo quadrante encontra-se a primeira periferia, cujos elementos apresentam frequência considerada alta, maior ou igual a 3. Já o quarto quadrante refere-se à segunda periferia, com componentes de frequência inferior a 3. A periferia complementa o núcleo com informações que podem ou não ser compartilhadas entre todos os membros do grupo, porém não têm tanta importância quanto as do núcleo. (Abric, 2003, p. 64).

Tabela 1: Componentes dos Quadrantes fornecidos pelo software EVOC 2000

<p>1º quadrante</p> <p>Frequência <math>\geq 3</math></p> <p>Ordem média de associação <math>&lt; 3</math></p> <p>Núcleo da representação</p>	<p>2º quadrante</p> <p>Frequência <math>\geq 3</math></p> <p>Ordem média de associação <math>\geq 3</math></p> <p>1ª periferia</p>
<p>3º quadrante</p> <p>Frequência <math>&lt; 3</math></p> <p>Ordem média de associação <math>&lt; 3</math></p> <p>Elementos de contraste</p>	<p>4º quadrante</p> <p>Frequência <math>&lt; 3</math></p> <p>Ordem média de associação <math>\geq 3</math></p> <p>2ª periferia</p>

No interior de cada quadrante, encontram-se três colunas, fornecidas pelo software EVOC 2000. A *primeira coluna* mostra a palavra que foi associada pelo sujeito ao termo-estímulo, a *segunda* apresenta o número de repetições desta palavra para o total

de sujeitos e a *terceira* coluna a ordem média de associação de cada palavra para um mesmo termo-estímulo. O uso destas técnicas em conjunto auxilia no entendimento sobre as relações entre as palavras fornecidas, permitindo ainda

o acesso, muito mais fácil e rapidamente do que em uma entrevista, aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto estudado. A associação livre permite a atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas. (Abric, apud. Sá, 1998, p. 91).

O uso das técnicas aqui especificadas é indicado sobretudo para casos onde se pretende atingir um grande número de sujeitos, uma vez que o modo como os dados são recolhidos facilita sua transformação em dados de entrada do software EVOC 2000. Além disso, quanto maior o número de respondentes, melhor a identificação dos elementos do núcleo e da periferia da representação social.

#### **4. Resultados**

Como foi dito, participaram desta pesquisa 16 trabalhadores do comércio de uma cidade da região sul do Brasil, sendo 14 do sexo feminino e 2 masculino. Destes, 9 concluíram o Ensino Médio, 5 cursavam graduação, 1 era pós-graduado e 1 concluiu apenas o Ensino Fundamental.

Um dos itens do questionário referia-se à forma de acesso dos respondentes aos assuntos apresentados. Foram oferecidas opções para assinalar (não foi limitado o número de opções a escolher) e espaço para comentários. Obteve-se a seguinte distribuição de respostas: 6 para escola, 6 para revista, 5 para livros, 3 para amigo, 3 para internet, 1 para filme, 1 para televisão, 1 para namorado e 1 para trabalho. Estas respostas indicam a importância da escola na educação científica dos sujeitos, inclusive como incentivadora da leitura, que é o que determina a procura por revistas e livros após a conclusão do período escolar.

A seguir são apresentados os resultados obtidos para o teste de associação escrita de palavras, para cada termo-estímulo fornecido.

Para o termo *acelerador de partículas*, dos 16 respondentes, 3 não fizeram associações. Foram obtidas 66 palavras associadas, das quais apenas 5 se repetiram duas vezes e uma delas apareceu três vezes, conforme a primeira coluna ao lado de cada palavra. De acordo com a tabela 2, a falta de palavras no 1º quadrante indica que não houve núcleo

para a representação sobre o termo *acelerador de partículas*. No 3º quadrante, tem-se as palavras energia, máquina, movimento e partícula, que seriam elementos de contraste, considerados importantes por alguns sujeitos. Nas duas periferias ocorreram termos pouco complementares a estes já comentados.

Tabela 2: Associações obtidas para o termo *acelerador de partículas*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
–			física	3	4,333
energia	2	1,500	equipamento	2	4,000
máquina	2	2,000			
movimento	2	1,500			
partícula	2	2,000			

Para o termo *partícula deus*, apenas um dos 16 respondentes não realizou associações. Foram obtidas 73 palavras diferentes, das quais 5 se repetiram duas vezes, 2 se repetiram três vezes e 2 se repetiram quatro vezes. Tem-se assim, conforme a tabela 3, como possível núcleo da representação, as palavras deus, partícula, pedaço e religião, sendo consideradas importantes para alguns sujeitos do grupo as palavras crença, Física, invisível e universo.

Tabela 3: Associações obtidas para o termo *partícula deus*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
deus	4	1,250	–		
partícula	4	2,250			
pedaço	3	1,667			
religião	3	2,333			
crença	2	2,000	poder	2	3,000
física	2	1,500			

invisível	2	1,000	
universo	2	1,500	

Para o termo-estímulo *teoria de cordas*, 3 pessoas não responderam. Obteve-se 60 associações, das quais 2 palavras se repetiram duas vezes e outras 2 apareceram três vezes. No núcleo tem-se a palavra teoria e os elementos de contraste seriam estudo e som, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4: Associações obtidas para o termo *teoria das cordas*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
teoria	3	2,000	partícula	3	3,000
estudo	2	2,000		–	
som	2	1,000			

As associações para as três palavras-estímulo acima sugerem que os respondentes não têm conhecimento sobre estes temas, uma vez que prevaleceram associações do tipo teoria para *teoria das cordas*, deus e partícula para *partícula deus*, por exemplo. Por este motivo considerou-se que estes profissionais do comércio não apresentam representações sociais propriamente ditas sobre estes três assuntos.

Para o termo-estímulo *Física Quântica*, cujo resultado é apresentado na tabela 5, 3 sujeitos não responderam. Foram obtidas 66 associações, das quais apenas 2 se repetiram mais de duas vezes. Os elementos de contraste seriam Física e fórmula, enquanto para o núcleo tem-se a palavra quantidade. As demais palavras associadas, presentes nas periferias, também sugerem a relação entre *Física Quântica* e a Física em geral, a Física enquanto disciplina escolar.



Tabela 5: Associações obtidas para o termo *Física Quântica*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
quantidade	4	1,750	número	3	4,667
física	2	2,000	cálculo	2	4,000
fórmula	2	2,000	chato	2	3,000
			complicado	2	3,000
			elétron	2	4,000
			movimento	2	5,000
			professor	2	3,500
			sistema	2	4,000
			soma	2	4,000
			teoria	2	3,500

Deste modo, não foi possível estabelecer até que ponto a representação social sobre a própria Física e sobre a Física Quântica se confundem, as evidências não foram suficientes para se afirmar a existência de uma autêntica representação social para o termo *Física Quântica*.

Para o termo *energia escura*, dois dos 16 respondentes não realizaram associações. No total foram obtidas 70 termos, dos quais 9 repetiram-se. De acordo com os componentes do núcleo e da zona de contraste, apresentados na tabela 6, uma possível representação social dos participantes da pesquisa sugere a correspondência entre *energia escura* e energia/pensamento ruim/negativo.

Tabela 6: Associações obtidas para o termo *energia escura*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
luz	3	1,667		–	
negativo	6	2,500			
ruim	4	2,250			

energia	2	2,000	física	2	4,000
pensamento	2	1,000	incerteza	2	4,000
			pressão	2	4,500
			problema	2	4,500

Para o termo-estímulo *buraco negro*, também duas pessoas não responderam. Realizaram-se 83 associações, sendo 11 repetidas pelo menos duas vezes, conforme a tabela 7. Apesar de o núcleo para *buraco negro* compor-se de buraco e escuro, que não indica necessariamente conhecimento sobre o assunto, este é complementado pelos elementos contrastantes, onde estariam galáxia e universo, e pela periferia, onde aparece a palavra espaço. Assim, estes elementos complementares seriam compatíveis com o tipo de abordagem escolar, principalmente no Ensino Fundamental e Médio, para este assunto. Ou seja, uma possível representação social para o termo *buraco negro* corresponde ao conteúdo visto pelos respondentes em sua formação escolar, onde predomina o curso de Ensino Médio concluído.

Tabela 7: Associações obtidas para o termo *buraco negro*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
buraco	3	1,000	espaço	4	3,250
escuro	6	2,500	medo	3	4,667
fundo	2	1,500			
galáxia	2	2,500	grande	2	6,000
problema	2	2,000	profundidade	2	5,000
solidão	2	2,500			
universo	2	2,000			

Para o termo *big-bang*, apenas um sujeito não associou palavras. Foram obtidos 14 termos repetidos, de acordo com a tabela 8, entre as 85 palavras associadas. Do mesmo modo que ocorreu para as associações feitas para *buraco negro*, também no caso de *big-bang* a influência do conteúdo escolar é evidenciado pelas palavras associadas

pertencentes ao núcleo, composto por explosão e origem, e pelos elementos de contraste, como criação e início, e da periferia, como, por exemplo, teoria, universo e mundo.

Tabela 8: Associações obtidas para o termo *big-bang*

palavra associada	número de repetições	ordem média	palavra associada	número de repetições	ordem média
explosão	10	1,900	fogo	3	3,667
origem	3	2,000	teoria	4	3,750
bola	2	2,000	calor	2	4,000
criação	2	2,500	força	2	3,500
início	2	2,500	mundo	2	3,500
relógio	2	2,000	terra	2	5,500
tempo	2	2,000	universo	2	4,500

Existe uma correspondência entre estas possíveis representações sociais apresentadas para *buraco negro* e para *big-bang*, ligadas ao conteúdo escolar, e as concepções apresentadas com frequência nos veículos de comunicação, como revistas e televisão, por exemplo. Assim, não foi possível identificar onde estas representações estão pautadas, inclusive porque na pesquisa obteve-se o mesmo número de respostas para *escola* e para *revistas* quando os sujeitos foram questionados sobre as fontes de informação utilizadas por eles.

São apresentados aqui apenas indícios de possíveis representações sociais baseados nas ideias externalizadas pelos sujeitos, uma vez que têm-se acesso apenas a estes elementos. Assim, em qualquer pesquisa desta natureza, não é possível afirmar com certeza que a análise realizada reflete as representações sociais do grupo pesquisado. Porém, sugerem relações importantes para o estudo do conhecimento prévio do sujeito, que é o fator isolado que mais influencia na aprendizagem de novas informações.

## 5. Conclusões e implicações

Apresentou-se aqui a teoria das representações sociais como referencial com implicações para o ensino de ciências. Exemplificou-se a técnica de associação escrita de palavras com análise de dados através do software EVOC 2000, para um estudo preliminar relacionado à Física. Foram pesquisados 16 trabalhadores do comércio do estado de Santa Catarina, no Brasil, que associaram palavras para os diferentes termos-estímulo.

A análise dessas respostas sugere o desconhecimento dos respondentes sobre alguns assuntos abordados (acelerador de partículas, partícula deus, teoria de cordas e Física Quântica) e a importância da escola e dos meios de comunicação, como livros e revistas, nas possíveis representações sociais dos sujeitos sobre outros assuntos (energia escura, buraco negro e big-bang). Estas possíveis representações fazem parte do conhecimento prévio dos sujeitos e podem influenciar a sua relação com as novas informações a que tenham acesso, atuando como facilitador ou mesmo dificultando a compreensão destas.

Além desses resultados, é preciso destacar que talvez a maior dificuldade deste tipo de pesquisa não seja determinar os elementos componentes de uma representação social, principalmente com o uso de metodologia já estabelecidas pela literatura e com o auxílio do software EVOC 2000, que é uma ferramenta que permite a aplicação das técnicas apresentadas aqui também em grande escala, mas sim caracterizar o grupo social. Este é um problema intrínseco a este tipo de pesquisa, pois não há certezas sobre até que ponto os aparentes vínculos do grupo (no caso aqui apresentado, todos habitam numa mesma região geográfica, com muitos aspectos culturais em comum, e trabalham no comércio) são suficientes para caracterizá-lo como grupo social. Para evitar dúvidas sobre a amostra tratar-se de um típico grupo social, em futuros estudos se pretende minimizar este problema através de uma identificação mais detalhada e profunda do grupo a ser pesquisado. Pretende-se também trabalhar com um elevado número de casos usando recursos informáticos.

## 6. Referências bibliográficas

- Abric, J. C. (2003). Le recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In: Abric, J. C. (org.) *Méthodes d'étude des représentations sociales*. Ramonville Saint-Agne: Éditiones Érès.
- Abric, J. C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. México: Ediciones Coyacán. Tradução do original: *Pratiques sociales et représentations*. Paris: Presses Universitaires de France, 1994.
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Moscovici, S. (ed). *Psicología Social, II*. Barcelona: Paidós. pp. 469-494.
- Moscovici, S. (2003). *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes.
- Sá, C. P. (1996). *Núcleo central das representações sociais*. Rio de Janeiro: Vozes.
- Sá, C. P. (1998). *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduerj.
- Sousa, C. M. S. G. & Moreira, M. A. (2005). Representações sociais. In: Moreira, M. A. (org.) *Representações mentais, modelos mentais e representações sociais: textos de apoio para pesquisadores em educação em ciências*. Porto Alegre: UFRGS. pp. 91-128.

## APÊNDICE C

*Trabalho completo, publicado nos Anais do VII JIRS e V CBRS, Jornada Internacional e Conferência Brasileira sobre Representações Sociais, realizado em Vitória, em 2011, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS: CONHECIMENTO PRÉVIO RELEVANTE PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

THAÍS RAFAELA HILGER; MARCO ANTONIO MOREIRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

#### **Resumo**

No ensino de Física a teoria das representações sociais é pouco conhecida e são poucos os estudos relacionados a esta área. No entanto, tais representações, embora socialmente construídas, passam a integrar a estrutura cognitiva do sujeito que aprende e, como tal, podem influenciar grandemente a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Com o objetivo de introduzir este referencial nessa área, é apresentado um exemplo de pesquisa sobre os conhecimentos, de universitários (ingressantes e formandos) no curso de licenciatura/bacharelado em Física, a respeito da Física Quântica. Empregaram-se técnicas de Escalonamento Multidimensional (EMD) e de Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH), a partir dos dados obtidos com o uso de Testes de Associação Escrita e Numérica de Palavras (TAEP e TANP, respectivamente), e técnicas adicionais para determinação de elementos que compõem o núcleo e a periferia de possíveis representações sociais. Buscou-se, assim, estabelecer a relação entre o conhecimento sobre a Física Quântica e o período cursado por estes universitários. Em todos os testes realizados, foram obtidos indícios do aumento de especificidade dos conceitos relacionados pelos estudantes à medida que tomam contato com a teoria. Inferiu-se que os conhecimentos prévios, como é o caso das representações sociais, mesmo quando não aceitos pela comunidade científica, podem evoluir para conceitos cientificamente aceitos. De posse das representações sociais sobre assuntos oriundos da Física, é possível buscar a prevalência de conceitos

científicos entre os grupos de estudantes. Através deste trabalho, espera-se ratificar a importância da teoria das representações sociais em pesquisas em ensino de Física, contribuindo para sua inserção no ensino dessa disciplina. Na verdade, este foi o objetivo principal da pesquisa, mais do que buscar evidências de uma mudança representacional ao longo da graduação.

**Palavras-chave:** representações sociais, ensino de Física, Física Quântica.

## **Introdução**

Existe uma frequente preocupação, no ensino de Física, em saber qual o conhecimento prévio dos estudantes. Na década de setenta do século passado, por exemplo, foram realizados tantos estudos nessa linha que a mesma pode ser chamada de “a década das concepções alternativas”. Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural. Nesta perspectiva, as representações sociais podem atuar como variáveis importantes no desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias dela decorrentes e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e seu futuro. Estes assuntos podem servir de chamariz para o ingresso de alguns estudantes em cursos ligados às ciências.

A partir de uma revisão de literatura (Hilger, 2009) entre os anos de 1998 e 2008<sup>29</sup>, em algumas das revistas mais importantes de ensino e pesquisa em ensino de ciências, nacionais e internacionais, foi observado como as representações sociais são abordadas na área. Desde então não foi observada mudança significativa no perfil dos artigos publicados por essas revistas.

Entre os vinte um artigos encontrados sobre representações sociais, constatou-se a prevalência de estudos na área de Biologia, contemplando ideias sobre saúde e meio ambiente em pequenos grupos (em média menos de 30 pessoas) e adotando principalmente entrevistas como instrumento para coleta de dados. Uma pequena parcela de trabalhos apresentou público-alvo com maior número de participantes, cerca

---

<sup>29</sup> Os artigos publicados após 2008 estão ainda sob análise e por isso não são comentados aqui.

de cem, e aplicação de testes associativos. Não foram encontrados artigos, neste período, que fizessem referência ao ensino de Física.

Esta ausência indica a necessidade de uma maior preocupação com as representações sociais nesta área, pois muitos temas oriundos da Física podem gerar tais representações, mas permanecem sem a adequada investigação. Muitas representações sociais são elaboradas com a intenção de suprir a falta de conhecimento real sobre fenômenos que não são adequadamente explicados, seja na escola, na televisão ou em outras formas de contato que o sujeito possa ter com o assunto de interesse.

Um exemplo são os conhecimentos que os estudantes apresentam sobre a Física Quântica, que estão atualmente sendo investigados à luz deste referencial (Moreira, Hilger & Präss, 2009; Hilger, Moreira & Silveira, 2009), para que se possa promover o melhor aproveitamento das aulas envolvendo este assunto.

### **Representações sociais**

As representações sociais se compõem de um conjunto de informações, crenças, opiniões e atitudes a propósito de um objeto dado. Além disso, este conjunto de elementos é organizado e estruturado (Abric, 2001, p. 18). Por isso, é preciso conhecer o conteúdo e identificar a organização e a estrutura de uma representação social, além de saber como os elementos que a compõem se relacionam com a estrutura cognitiva do sujeito.

Quanto à organização das representações sociais, as ideias mais importantes e estáveis estão inclusas no chamado *núcleo central*, enquanto os elementos mais acessíveis e flexíveis são armazenados na *periferia*. O núcleo é sempre consensual e compartilhado, conferindo significado à representação, organizando, estabilizando e unificando as ideias dos sujeitos sobre o objeto e, por isso, caracterizando a identidade de cada grupo. Se o núcleo de duas representações é diferente têm-se duas representações também diferentes.

Já a periferia tem como principal função proteger o núcleo e garantir a individualidade de cada sujeito. Assim, sua existência permite atualizar a representação e adaptá-la ao contexto: as contradições e incorporações individuais que aparecem na periferia são complementos indispensáveis do núcleo, uma vez que a periferia apresenta relação direta com ele.



*É a existência desse duplo sistema que permite entender uma das características essenciais da representação social que poderia parecer contraditória: são às vezes estáveis e móveis, rígidas e flexíveis. Estáveis e rígidas porque estão determinadas por um núcleo central profundamente ancorado no sistema de valores compartilhado pelos membros do grupo; móveis e flexíveis porque são alimentadas por experiências individuais e integram a vivência e a situação específica, a evolução das relações e das práticas sociais nas quais os indivíduos ou os grupos estão inseridos (op. cit., p. 27).*

As pessoas formam uma representação e buscam informações a respeito de um objeto apenas após adotarem um posicionamento e em função desse posicionamento. Uma representação social é ainda uma modalidade de conhecimento que visa coordenar as condutas do sujeito e suas interações com o grupo. É um modo de esclarecer atividades sociais, antecipando e justificando comportamentos e práticas sociais.

Por serem elaboradas em grupos sociais, nos quais os indivíduos trocam informações e interagem com o objeto da representação, existe uma diversidade de representações sociais. Elas são construídas conforme essas relações com o objeto, constituindo-se de diferentes versões de um mesmo conhecimento e variando conforme algumas condições de emergência. Os três mais importantes fatores de emergência que definem a pluralidade das representações sociais são:

1) *dispersão da informação*: a informação que circula é em geral imprecisa ou ambígua e não apresenta o mesmo significado para todos os sujeitos do grupo social, propiciando a transmissão indireta do conhecimento e favorecendo o aparecimento de numerosas distorções. Assim, a mesma informação pode apresentar diferentes significados para cada indivíduo, sofrendo alterações e distorções no processo de comunicação;

2) *focalização*: os aspectos considerados importantes para cada sujeito são determinados pelo acesso à informação ou mesmo por interesses, crenças, ideologias e valores pessoais, impedindo que haja uma visão global sobre o objeto;

3) *pressão à inferência*: no período entre a constatação do fenômeno e a tomada de posição a respeito dele, o sujeito não apresenta conhecimento suficiente sobre o objeto. Como o processo de comunicação sobre o objeto não é possível de

imediate, a aderência às opiniões dominantes no grupo é favorecida na elaboração das representações sociais.

Além dessas condições, ainda é preciso que o objeto tenha valor para o grupo com o qual se relaciona, proporcionando razões para o surgimento das representações sociais. O objeto não deve apresentar uma interpretação clara, fazendo com que os sujeitos se apoiem e compartilhem a opinião do grupo, criando interações e comportamentos dirigidos para o grupo e do grupo para os indivíduos. O grupo não deve estar submetido a princípios que controlem seus pensamentos e atitudes em relação ao objeto, o que impediria a busca por explicações alternativas (Moliner, 1996, pp. 35-48).

Depois de satisfeitas essas condições, dois processos são envolvidos na criação da representação social. Um deles é a *objetivação*, que traduz a ideia por meio de imagens e permite que o objeto seja interpretado. No decorrer de processos comunicativos, algumas informações sobre o objeto são previamente selecionadas entre as fornecidas, então as variáveis escolhidas são transformadas em conjuntos gráficos. Depois, são concretizadas e integradas em um todo coerente e retidas pelo indivíduo.

Simultaneamente, ocorre a *ancoragem*, que se refere à *integração cognitiva do objeto representado dentro do sistema de pensamento preexistente e às transformações derivadas desse sistema* (Jodelet, 1986, p. 486). Inicialmente o objeto é avaliado segundo os valores culturais do grupo, sendo inserido em uma rede de significados e recebendo um valor funcional. O objeto passa a mediar as comunicações entre os sujeitos e o meio, sendo inserido em uma estrutura familiar e previamente constituída, num contexto inteligível. Assim o objeto é traduzido em sentido e significado, instrumentalizando o conhecimento e enraizando-o na estrutura cognitiva do sujeito.

Resumidamente, pode-se afirmar que os conhecimentos são produzidos no meio acadêmico (que constitui o universo reificado) e extrapolados para o meio social (que constitui o universo consensual) através dos meios de comunicação, em uma versão supostamente acessível. Os sujeitos são pressionados a tomar posição em relação às informações que são veiculadas, de modo insistente, nesses meios de comunicação.

Para manifestarem-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações através da objetivação e da ancoragem. Ao final

desses processos, tem-se uma representação construída e compartilhada socialmente e que, com frequência, está distante daquela produzida no universo reificado.

Surge, então, um novo senso comum, *permeado pela razão e submetido à autoridade legítima da ciência. Este é um conhecimento de segunda mão que se estende e estabelece constantemente em um novo consenso sobre cada descobrimento e cada teoria* (Moscovici & Hewstone, 1984, p. 685), apresentando efeitos sobre a compreensão e explicação da realidade, que podem favorecer ou impedir a aprendizagem. Desta forma, é necessário investigar, por exemplo, que ideias sobre a Física Quântica circulam no meio escolar e acadêmico, possibilitando a detecção de possíveis representações sociais dessa área da Física entre os estudantes.

### **Representações sociais sobre a Física Quântica**

Foram investigados 151 universitários do curso de licenciatura/bacharelado em Física, de duas Universidades do Rio Grande do Sul – UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), localizada na cidade de Porto Alegre, e FURG (Fundação Universidade Federal do Rio Grande), localizada na cidade de Rio Grande – sobre suas ideias a respeito da Física Quântica.

Para atingir tal número de pesquisados, foi necessário utilizar uma metodologia compatível dentro do referencial das representações sociais. Optou-se assim pelo uso de um questionário contendo: um Teste de Associação Escrita de Palavras (TAEP), um Teste de Associação Numérica de Palavras (TANP) e uma ficha de identificação a respeito da escolaridade e idade do respondente.

A escolha das palavras fornecidas em ambos os testes não foi aleatória, mas envolveu uma pesquisa prévia, realizada via internet (e-mail e site). Perguntou-se ao público em geral: “O que você associa com a expressão ‘Física Quântica’?”. Foram obtidas 284 respostas, contendo diferentes formas de associação, como palavras, títulos de filmes e livros, nomes de cientistas, etc. Registrou-se a ocorrência de 1661 termos, dos quais 828 apareciam mais de uma vez. As dez palavras escolhidas para compor os testes foram as mais lembradas pelos respondentes: 5 termos relacionados diretamente à teoria quântica (Física Quântica, incerteza, partícula, probabilidade e quantum) e 5 termos aleatórios, mas que apresentaram grande incidência de associação (alma, espiritualidade, pensamento, sobrenatural e sucesso).

A utilização do TANP permitiu o acesso rápido ao grau de similaridade e dissimilaridade entre os termos. Neste teste o sujeito enumera o grau de proximidade entre cada par de palavras, com valores entre 1 (muito similar) e 7 (pouco similar). Apesar da agilidade na identificação dessas relações, o TANP apresenta a desvantagem de fornecer uma estrutura superficial. Este problema pode ser tranquilamente minimizado com o uso do outro teste proposto, o TAEP. A técnica de associação escrita de palavras auxilia no entendimento sobre as relações entre as palavras fornecidas, permitindo ainda

*o acesso, muito mais fácil e rapidamente do que em uma entrevista, aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto estudado. A associação livre permite a atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas (Abrie, apud. Sá, 1998, p. 91).*

Assim, a escolha do instrumento tornou possível que se pesquisasse um grande número de pessoas, sem a perda de conteúdo que seria obtido através de entrevista. Para a obtenção das palavras que compõem o núcleo central da representação optou-se em *pedir ao sujeito para efetuar ele mesmo sobre sua própria produção um trabalho cognitivo de análise, de comparação, de hierarquização* (ibid.), fazendo uma marcação nas três palavras associadas que considerassem as mais relevantes e enumerando-as de 1 a 3 de acordo com a importância, onde 1 corresponde a palavra mais importante entre todas as associadas.

Após a coleta de dados, utilizando o questionário, foi realizada a análise estatística baseada nas técnicas de Escalonamento Multidimensional (EMD) e Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH) (Kruskal, 1978; Santos & Moreira, 1991). De posse das respostas para cada sujeito, foram obtidas matrizes médias, com as similaridades atribuídas em cada teste. As matrizes de similaridade são obtidas de modo direto, no caso do TANP, pois o sujeito enumera o grau de similaridade diretamente, com valores entre 1 e 7 e, de modo indireto, no caso do TAEP, onde é preciso obter coeficientes de correlação (Garskof & Houston, 1963) baseados na disposição das associações que se repetem a cada par de palavras.

Essas matrizes médias, para cada grupo em separado, constituem os dados de entrada para o programa de tratamento estatístico, neste caso o SPSS 8.0. Foram geradas então as representações gráficas que, supostamente, refletem aspectos da

estrutura cognitiva dos respondentes, a partir dessas matrizes. Obteve-se então dois mapas gráficos para cada grupo analisado, um proveniente das matrizes do TANP e outro das matrizes do TAEP.

É necessário estabelecer, para cada mapa, dois parâmetros de significância estatística (*stress* e *RSQ*) que garantem que as representações gráficas não correspondem a dados de entrada aleatórios. O *stress* indica quão bem o mapa obtido está ajustado aos dados fornecidos e à função que guia a distribuição dos pontos no diagrama, isto é, quanto menor o *stress*, mais bem adequada está a configuração ao que se quer representar. Já o coeficiente de correlação ao quadrado (*RSQ*) fornece a porcentagem da variância dos dados que podem ser explicados pela configuração obtida. Ambos são calculados automaticamente pelo programa estatístico utilizado. Para o caso aqui apresentado, os valores estão de acordo com os de referência, estabelecidos por Greca (2000, p. 85): no máximo 0,17 para o *stress* e 0,78 no mínimo para o *RSQ*, para o caso de duas dimensões e significância estatística inferior a 0,05,

Para complementar a análise, foi realizado um estudo qualitativo sobre as marcações realizadas pelos estudantes no TAEP, onde os três termos escolhidos foram considerados para a identificação dos elementos que compunham o núcleo e a periferia das representações. A partir das associações do TAEP para cada grupo, estabeleceu-se o conjunto de conceitos que compõem o núcleo e a periferia das representações sociais.

A análise foi baseada na combinação do número de repetições da palavra associada com a marcação realizada pelos respondentes (indicação dos três termos considerados mais relevantes entre os associados à palavra-estímulo). Assim, o núcleo é composto por palavras marcadas com alta frequência, marcadas com pouca frequência, e ainda as palavras que apesar de não serem marcadas, apareceram muitas vezes nas associações. Já a periferia conta com termos não marcados, porém com frequência alta ou razoável. É importante frisar que os respondentes foram orientados a seguir a ordem dos testes, respondendo inicialmente o TAEP e depois o TANP, para que as associações realizadas no teste escrito não fossem influenciadas pelas palavras-estímulo fornecidas no teste numérico. Esta técnica de hierarquização está de acordo com a teoria do núcleo central (Sá, 1996) e fornece indícios sobre a dinâmica das representações sociais.

## Resultados

Serão discutidos aqui dados relativos a estudantes universitários do curso de licenciatura/bacharelado em Física, de duas Universidades do Rio Grande do Sul (UFRGS e FURG). Os alunos foram classificados em duas subcategorias, de acordo com o semestre que cursavam: 50 formandos, cursando o último e/ou penúltimo semestres e 101 iniciantes, cursando o 1º e/ou 2º semestres do curso.

É evidente que os estudantes de final de curso estão mais próximos do conhecimento científico, produzido pelo universo reificado, ao qual eles apresentam acesso facilitado e, portanto, não se pode afirmar que suas ideias configuram representações sociais propriamente ditas. Por outro lado, os alunos iniciantes no curso cumprem as condições de emergência para elaboração de uma representação social, apresentando acesso difuso às informações sobre a teoria quântica, influenciada em parte pelo discurso dos professores e outros profissionais (ou mesmo colegas) da área, mas também por artigos de divulgação científica, revistas da área, blogs, etc., especializados ou não. Deve-se considerar ainda que, na fase inicial do curso, os estudantes estão estabelecendo seus próprios parâmetros de avaliação sobre a credibilidade e legitimidade de suas fontes de pesquisa e, sendo assim, talvez meios “alternativos” possam influenciar suas representações.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os elementos pertencentes ao núcleo e a periferia das representações sociais dos universitários pesquisados, a partir de suas associações e marcações no TAEP.

Tabela 1 – Núcleo e periferia obtidos para os formandos em Física.

Núcleo		Periferia	
Marcadas com alta frequência	Marcadas com pouca frequência e não marcadas, mas com alta frequência	Não marcadas, mas frequentes	Não marcadas e pouco frequentes
Incerteza Probabilidade	Schrödinger Quantum Quantização Função de onda	Partícula Átomo Elétron Dualidade onda-partícula Onda	Momentum Operador

Tabela 2 – Núcleo e periferia obtidos para os alunos iniciantes em Física.

Núcleo		Periferia	
Marcadas com alta frequência	Marcadas com pouca frequência e não marcadas, mas com alta frequência	Não marcadas, mas frequentes	Não marcadas e pouco frequentes
Partícula Energia Átomo	Incerteza Elétron Quantum	Fóton Próton Probabilidade Onda Dualidade onda-partícula	Força Interação Luz

Ao analisar os conceitos presentes nesta estrutura, é perceptível o aumento de refinamento das associações no grupo de formandos, constando conceitos muito específicos da teoria, como *quantização – função de onda – Schrödinger*<sup>30</sup> – *momentum – operador*. Devido à especificidade, esses termos não estão presentes entre as associações apresentadas pelos alunos iniciantes.

Outros termos, não tão específicos, porém característicos da teoria, como *incerteza – probabilidade – quantum – dualidade onda-partícula*, estão presentes em ambos, indicando o início do contato dos iniciantes com o universo quântico.

Termos um pouco mais gerais e abrangentes, como *átomo – elétron – onda – partícula*, também ocorreram e de modo mais significativo entre os iniciantes, que ainda utilizaram *fóton – próton – luz*. Entre estes estudantes ainda ocorreram associações muito gerais, como *energia – força – interação*, que permeiam a Física como um todo.

Pode-se sugerir uma classificação entre os níveis de especificidade para os conceitos associados:

Tabela 3 – Níveis de especificidade dos conceitos presentes no núcleo e periferia das representações dos respondentes.

Nível	1	2	3	4
	Muita especificidade	Média especificidade	Pouca especificidade	Nenhuma especificidade
Exemplos	Quantização Função de onda Schrödinger Momentum	Incerteza Probabilidade Quantum Dualidade onda-	Átomo Elétron Onda Partícula	Energia Força Interação

<sup>30</sup> Refere-se à notação matemática utilizada em muitas formulações da teoria quântica.

	Operador	partícula		
--	----------	-----------	--	--

Existe, assim, um contínuo levando os iniciantes (localizados na região de níveis 3 e 4) para o aumento de especificidade em seus conceitos à medida que adquirem conhecimento sobre a teoria quântica, como é o caso dos formandos (localizados na região de níveis 1 e 2). Este aumento de especialização dos conceitos é esperado, pois ao longo do curso o estudante toma contato com novos conhecimentos, elaborando e re-elaborando suas ideias e aprimorando as ligações em sua estrutura cognitiva.

Nas configurações obtidas para os dados do TANP (figuras 1 e 2), observa-se a aproximação dos termos dos quadrantes da metade esquerda, indicando maior segurança dos estudantes de final de curso em afirmar a proximidade entre os termos do conjunto *Física Quântica – probabilidade – quantum – partícula*. Já os alunos de início de curso percebem a existência de uma relação entre estes conceitos, porém de forma menos objetiva. Para facilitar a observação das configurações, o termo *Física Quântica* foi abreviado como “fq”.

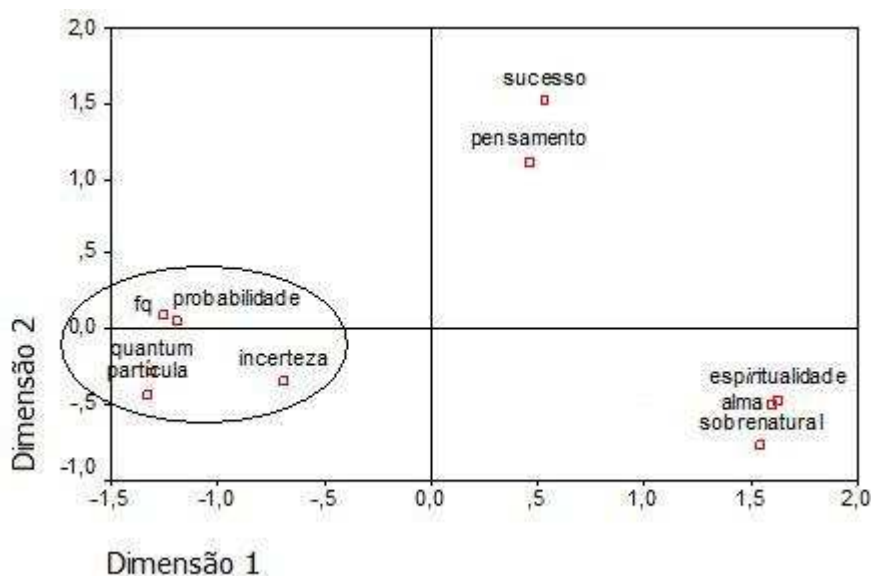


Figura 1 – Diagrama em duas dimensões obtido a partir do TANP para estudantes formandos em Física. (stress 0,05873 e RSQ 0,98925)



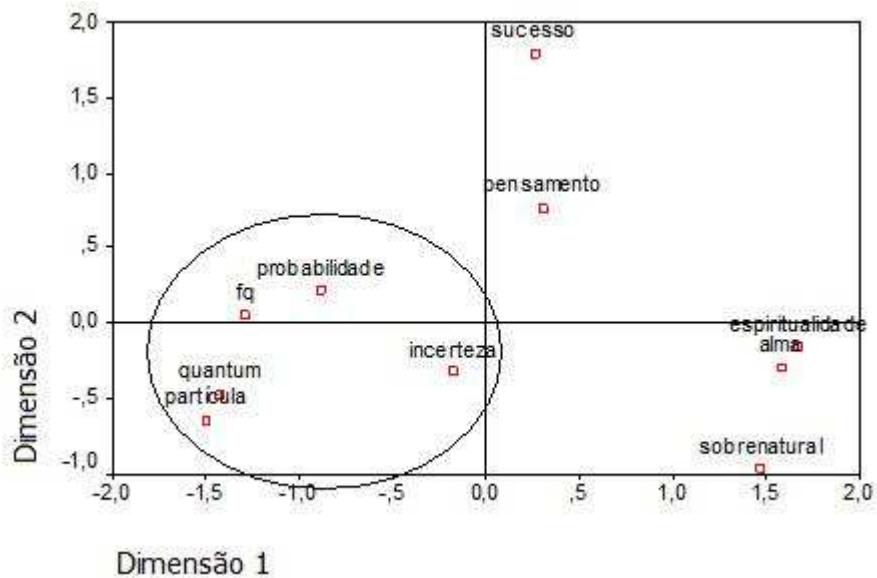


Figura 2 – Diagrama em duas dimensões obtido a partir do TANP para estudantes iniciantes em Física. (stress 0,07281 e RSQ 0,98023)

No lado direito das configurações encontram-se os termos que não foram relacionados à *Física Quântica*. Claramente ambos os grupos percebem uma relação entre *alma* e *espiritualidade*, no entanto esta não aparece associada à quântica. Além disso, no grupo de formandos ocorre afinidade entre os termos *sucesso* e *pensamento*, mas, neste caso, com base nas associações escritas de palavras, pode-se supor que se trata do sucesso na carreira, onde a capacidade cognitiva, expressa pelo termo *pensamento*, é muito valorizada.

Também vários elementos do TANP estão presentes no núcleo e na periferia das representações, como observado nas tabelas 1 e 2. Como os estudantes foram orientados a responder primeiro o TAEP, estes elementos coincidentes têm baixa possibilidade de ter sofrido a influência dos termos utilizados no TANP.

Tanto no caso dos estudantes formandos quanto para os ingressantes no curso, os termos *quantum* e *incerteza* aparecem no núcleo. Para os formandos, no núcleo ainda tem-se o conceito de *probabilidade* e na periferia o de *partícula*, sendo esta última a mais afastada de Física Quântica entre os conceitos do conjunto na configuração. Já para os iniciantes, no núcleo tem-se *partícula* e na periferia *probabilidade*. Aqui todos os termos do conjunto estão aproximadamente no mesmo nível de afastamento, não sendo muito significativa esta diferença.

Novamente, a análise dos dados obtidos para os formandos indica o maior conhecimento a respeito da teoria quântica em relação aos iniciantes no curso, possivelmente devido ao contato crescente com o assunto ao longo dos anos.

### **Conclusão**

Os resultados apresentados aqui não garantem que os estudantes de Física saibam operar os conceitos utilizados, porém servem como indício da evolução do conhecimento à medida que os sujeitos são impulsionados a aprender um conjunto de informações. Provavelmente entre estudantes de outros cursos ou outras áreas os conceitos associados sejam muito diferentes, pois seu interesse pela Física Quântica talvez não seja relevante ou mesmo porque seu contato com a informação seja através de outros meios, inclusive meios não recomendados pela comunidade de físicos. Sobre estes aspectos, outras informações podem ser obtidas em outras pesquisas (Hilger et al., 2009; Hilger, 2009; Moreira et al., 2009) que apontam para a influência dos meios alternativos de divulgação científica.

Teorias de aprendizagem apontam para a relevância do conhecimento prévio dos estudantes, uma vez que estes podem facilitar ou dificultar a aprendizagem de novos conteúdos. Apesar de ser uma ferramenta importante na identificação destes conhecimentos, o referencial das representações sociais é mais conhecido e utilizado em outras áreas do ensino de ciências, sendo negligenciado na Física. Espera-se, então, contribuir com a inserção deste referencial no ensino de Física e apontar para a necessidade de novos estudos na área, abrangendo também outros tópicos.

### **Referências**

Abric, J. C. (2001). O estudo experimental das representações sociais. In: D. Jodelet (Org.). *As representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduer.

Garskof, B. E. & Houston, J. P. (1963). Measurement of verbal relatedness and idiographic approach. *Psychological Review*, Washington, 70 (3), 277-288.

Greca, I. M. R. (2000). *Construindo significados em Mecânica Quântica: resultados de uma proposta didática aplicada a estudantes de Física Geral*. Tese de Doutorado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Hilger, T. R.; Moreira, M. A.; Silveira, F. L. (2009). Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, Ponta Grossa, 2(2), 1-16.

Hilger, T. R. (2009). *Representações sociais da Física Quântica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Serge Moscovici. *Psicología Social II*. Barcelona: Paidós.

Kruskal, J. B. & Wish, M. (1978). *Multidimensional scaling*. Beverly Hills: SAGE Publications.

Moliner, P. (1996). Les conditions d'émergence d'une représentation sociale. In: P. Moliner, *Images et représentations sociales*. Grenoble: PUG.

Moreira, M. A.; Hilger, T. R.; Präss, A. R. (2009). Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. *Revista de Enseñanza de la Física*, La Rioja, 22(1), 15-30.

Moscovici, S. & Hewstone, M. (1986). De la ciencia al sentido común. In: S. Moscovici (Ed.). *Psicología Social, II*. Barcelona: Paidós.

Sá, C. P. (1998). *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduerj.

Sá, C. P. (1996). *Núcleo central das representações sociais*. Rio de Janeiro: Vozes.

Santos, C. A. & Moreira, M. A. (1991). *Escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos*. Porto Alegre: UFRGS/IF.

## APÊNDICE D

*Trabalho completo, publicado nos Anais do X EDUCERE e I SIRSSE, Congresso Nacional de Educação e Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação SIRSSE, realizado em Curitiba, em 2011, contando com auxílio CAPES.*

### **A FÍSICA QUÂNTICA COMO GERADORA DE REPRESENTAÇÕES SOCIAIS NO ENSINO MÉDIO**

HILGER, Thaís Rafaela – UFRGS  
[thais.hilger@ufrgs.br](mailto:thais.hilger@ufrgs.br)

Eixo Temático: Comunicação e Tecnologia.  
Agência Financiadora: CAPES

#### **Resumo**

No ensino de ciências, particularmente no de Física, a Teoria das Representações Sociais ainda é pouco conhecida e são poucos os estudos que levam em conta este marco teórico. Com o objetivo de introduzir este referencial, é apresentado um exemplo de pesquisa sobre os conhecimentos de Física Quântica de alunos do Ensino Médio, a partir de dados obtidos com o uso de Testes de Associação Escrita e Numérica de Palavras. Em função dos resultados encontrados, são apresentados alguns exemplos que servem de indício sobre a influência dos meios de divulgação – como filmes, livros e revistas que abordam a Física Quântica de modo diferente do aceito no meio científico – nessas representações, que participam do conhecimento prévio dos estudantes e que podem influenciar de modo positivo ou negativo no processo de aprendizagem. Algumas teorias de aprendizagem utilizadas como referencial para o ensino de Física se preocupam explicitamente com o conhecimento prévio do estudante. Este conhecimento prévio tem grande influência na aprendizagem significativa de novos conhecimentos e, usualmente, serve de ancoradouro cognitivo, facilitando a atribuição de significados às novas informações. No entanto, pode também funcionar como obstáculo epistemológico para a aquisição de novos conhecimentos, com significados cientificamente aceitos. Alguns estudantes podem estar construindo representações sociais sobre a Física Quântica em função de informações alternativas (por exemplo, sociedade quântica, mente quântica, terapia quântica, cura quântica, etc.) que lhes chegam em abundância através da mídia, e estas representações acabam fazendo parte do seu conhecimento prévio. Conhecer estas representações pode auxiliar o professor a promover a aprendizagem significativa, levando à mudança representacional.

**Palavras-chave:** Representações Sociais, Ensino de Física, Física Quântica, Ensino Médio.

## **Introdução**

Existe uma frequente preocupação no ensino de Física em saber qual o conhecimento prévio dos estudantes. Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural. Nesta perspectiva, as representações sociais podem atuar como variáveis importantes no desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Muitas representações sociais são elaboradas com a intenção de suprir a falta de conhecimento real sobre fenômenos que não são adequadamente explicados, seja na escola, na televisão ou em outras formas de contato que o sujeito possa ter com o assunto de interesse. A exploração dessas representações sociais já vem sendo aproveitada em outras áreas, como a Biologia, por exemplo. Talvez seja hora de se pensar um pouco sobre a Física e a emergência dessas representações, uma vez que alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e de seu futuro. É difícil pensar que o jovem seja bombardeado todos os dias com essas interessantes informações e, ao mesmo tempo, se interesse pela Física da escola, que está desatualizada e estimula a aprendizagem mecânica, memorística.

## **Representações sociais**

As representações sociais são constituídas por um conjunto de informações, de crenças, de opiniões e de atitudes a propósito de um objeto dado. Além disso, este conjunto de elementos é organizado e estruturado (Abric, 2001, p. 18). Por isso, é preciso conhecer o conteúdo e identificar a organização e a estrutura de uma representação social, além de saber como os elementos que a compõem se relacionam com a estrutura cognitiva do sujeito.

Quanto à organização das representações sociais, as ideias mais importantes e estáveis estão inclusas no chamado núcleo central, enquanto os elementos mais acessíveis e flexíveis são armazenados na periferia. O núcleo é sempre consensual e compartilhado, conferindo significado à representação, organizando, estabilizando e unificando as ideias dos sujeitos sobre o objeto e, por isso, caracterizando a identidade de cada grupo. Se o núcleo de duas representações é diferente têm-se duas representações também diferentes. Já a periferia tem como função principal proteger o

núcleo e garantir a individualidade de cada sujeito. Assim, sua existência permite atualizar a representação e adaptá-la ao contexto: as contradições e incorporações individuais que aparecem na periferia são complementos indispensáveis do núcleo, uma vez que a periferia apresenta relação direta com ele.

Por serem elaboradas em grupos sociais, nos quais os indivíduos trocam informações e interagem com o objeto da representação, existe uma diversidade de representações sociais. Elas são elaboradas conforme essas relações com o objeto, constituindo-se de diferentes versões de um mesmo conhecimento e variando conforme algumas condições de emergência. Os três mais importantes fatores de emergência que definem a pluralidade das representações sociais são:

- a) dispersão da informação: a informação a que os sujeitos têm acesso pode apresentar significados diferentes para cada grupo ou para cada indivíduo de um mesmo grupo social, sofrendo alterações e distorções no processo de comunicação;
- b) focalização: os aspectos considerados importantes para o sujeito são determinados pelo acesso à informação ou mesmo por interesses, crenças, ideologias e valores pessoais, impedindo que haja uma visão global sobre o objeto;
- c) pressão à inferência: no período entre a constatação do fenômeno e a tomada de posição a respeito dele, o sujeito não apresenta conhecimento suficiente sobre o objeto, favorecendo a aderência às opiniões dominantes no grupo.

Além dessas condições, ainda é preciso que o objeto tenha valor para o grupo com o qual se relaciona, proporcionando razões para o surgimento das representações sociais. O objeto não deve apresentar uma interpretação clara, fazendo com que o sujeito se apóie e compartilhe a opinião do grupo, criando interações e comportamentos dirigidos para o grupo e do grupo para os indivíduos. O grupo não deve estar submetido a princípios que controlem seus pensamentos e atitudes em relação ao objeto, o que impediria a busca por explicações alternativas (Moliner, 1996, p. 35-48).

Depois de satisfeitas essas condições, dois processos são envolvidos na criação de uma representação social. Um deles é a objetivação, que traduz a ideia por meio de imagens e permite que o objeto seja interpretado. No decorrer de processos comunicativos, algumas informações sobre o objeto são previamente selecionadas entre as fornecidas e, depois, são integradas em um todo coerente e retidas pelo indivíduo.

Simultaneamente, ocorre a ancoragem, que se refere “à integração cognitiva do objeto representado dentro do sistema de pensamento preexistente e às transformações derivadas desse sistema” (Jodelet, 1986, p. 486). Trata-se da inserção do objeto em uma estrutura familiar e previamente constituída, trazendo ao objeto um contexto inteligível. Assim o objeto é traduzido em sentido e significado, instrumentalizando o conhecimento e enraizando-o na estrutura cognitiva do sujeito.

A formalização do conhecimento possui o objetivo de familiarizar o sujeito ao objeto e ocorre após esses dois processos, assim, “a finalidade de todas as representações é tornar familiar algo não familiar, ou a própria não-familiaridade” (Moscovici, 2003, p. 54). O novo objeto deve ser entendido e explicado a partir de sistemas familiares ao sujeito, o que garante a relação entre as funções cognitivas básicas, a representação social e sua função social (Jodelet, 1986, p. 486-492).

Resumidamente, pode-se afirmar que os conhecimentos são produzidos no meio acadêmico e extrapolados para o meio social, através dos meios de comunicação, em uma versão supostamente acessível. Os sujeitos são pressionados a tomar posição em relação às informações que são veiculadas, de modo insistente, nesses meios de comunicação. E, para manifestar-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações através da objetivação e da ancoragem.

Ao final desses processos, tem-se uma representação construída e compartilhada socialmente e que, com frequência, está distante daquela produzida cientificamente. Surge, então, um novo senso comum, com efeitos sobre a compreensão e explicação da realidade e que podem favorecer ou impedir a aprendizagem. Desta forma, é necessário investigar, por exemplo, que ideias sobre a Física Quântica circulam no meio escolar e acadêmico, possibilitando a detecção de possíveis representações sociais dessa área da Física.

### **Representações sociais da Física Quântica**

Foram investigados 236 alunos, das três séries do Ensino Médio, na cidade de Porto Alegre – RS, sobre suas ideias a respeito da Física Quântica. Para atingir tal número de pesquisados, foi necessário utilizar uma metodologia compatível dentro do referencial das representações sociais. Optou-se, então, pelo uso de um questionário contendo: um Teste de Associação Escrita de Palavras (TAEP), um Teste de Associação Numérica de Palavras (TANP) e uma ficha de identificação a respeito da escolaridade e idade do respondente.

A utilização do TANP permitiu o acesso rápido ao grau de similaridade e dissimilaridade entre os termos. Neste teste o sujeito enumera o grau de proximidade entre cada par de palavras, com valores entre 1 (muito similar) e 7 (pouco similar). Apesar da agilidade na identificação dessas relações, o TANP apresenta a desvantagem de fornecer uma estrutura superficial, que pode ser tranquilamente minimizada com o uso de técnicas auxiliares, como o TAEP, por exemplo. A técnica de associação escrita de palavras auxilia no entendimento sobre as relações entre as palavras fornecidas, permitindo ainda

o acesso, muito mais fácil e rapidamente do que em uma entrevista, aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto estudado. A associação livre permite a atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas (Abriç, apud. Sá, 1998, p. 91).

Assim, a escolha do instrumento tornou possível que se pesquisasse um grande número de pessoas, sem a perda de conteúdo que seria obtido através de entrevista. Para a obtenção das palavras que compõem o núcleo central da representação optou-se em “pedir ao sujeito para efetuar ele mesmo, sobre sua própria produção, um trabalho cognitivo de análise, de comparação e de hierarquização” (ibid.), fazendo uma marcação nas três palavras associadas que considerasse as mais relevantes e enumerando estas de 1 a 3, de acordo com a importância, onde 1 corresponde à palavra mais importante entre todas as associadas.

Após a coleta de dados, utilizando o questionário, foi realizada a análise estatística baseada nas técnicas de Escalonamento Multidimensional (EMD) e Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH) (Kruskal,1978; Santos & Moreira, 1991). De posse das respostas para cada sujeito, foram obtidas matrizes médias, com as similaridades atribuídas em cada teste. As matrizes de similaridade são obtidas diretamente, no caso do TANP, pois o sujeito enumera o grau de similaridade com valores entre 1 e 7 e, indiretamente, no caso do TAEP, onde são obtidos coeficientes de correlação (Garskof & Houston, 1963) baseados na disposição das associações que se repetem a cada par de palavras.

Essas matrizes médias, para cada grupo em separado, constituem os dados de entrada para o programa de tratamento estatístico, neste caso o SPSS 8.0. Foram



geradas duas representações gráficas para cada grupo analisado, um proveniente das matrizes do TANP e outro a partir das matrizes do TAEP, refletindo aspectos da estrutura cognitiva dos respondentes. Para as representações gráficas tomou-se o cuidado de garantir que não correspondessem a dados aleatórios, estabelecendo dois parâmetros de significância estatística: stress e RSQ. O stress indica quão bem o mapa obtido está ajustado aos dados fornecidos e à função que guia a distribuição dos pontos no diagrama, isto é, quanto menor o stress, mais bem adequada está a configuração ao que se quer representar. Já o coeficiente de correlação ao quadrado (RSQ) fornece a porcentagem da variância dos dados que pode ser explicada pela configuração obtida. Ambos são calculados automaticamente pelo programa estatístico utilizado. Para o caso aqui apresentado, os valores estão de acordo com os estabelecidos por Greca (2000, p. 85).

Para complementar a análise, foi realizado um estudo qualitativo sobre as marcações realizadas pelos estudantes no TAEP, onde os três termos escolhidos foram considerados para o exame dos elementos que compunham o núcleo e a periferia das representações. Esta técnica adicional está de acordo com a teoria do núcleo central (Sá, 1996) e fornece indícios sobre a hierarquia e a dinâmica das representações sociais.

## **Resultados**

Neste trabalho são apresentados alguns exemplos resultantes das associações realizadas por 236 estudantes de Ensino Médio para o termo-estímulo Física Quântica. Outros aspectos relacionados a esta pesquisa podem ser encontrados em Moreira, Hilger & Prass (2009) e Hilger, Moreira & Silveira (2009).

A seguir são apresentados dois exemplos para cada série, de associações escritas, em relação ao termo Física Quântica: na primeira coluna têm-se as respostas de dois alunos de 1º ano, na segunda coluna para o 2º ano e na última coluna dois exemplos de associações realizadas no 3º ano.

Tabela 01 - Exemplos de associações para o termo Física Quântica.

Série:	1º ano	2º ano	3º ano	
Primeiro exemplo:	Fórmula 1 Desenvolvimento 2 Conta 3 <b>Pensamento</b> <b>Água</b>	Matéria 3 <b>Pensamento</b> 2 Número Fórmula <b>Mente</b> 1	Quantidade Energia 1 Força Eletricidade Condutor 2	Elétron Movimento 3 Volume Gerador Receptor
Segundo exemplo:	Força 3 Queda Tempo Velocidade 2 Gravidade Posição Peso <b>Água</b> 1 Corrente	<b>Água</b> 3 Medida Quantidade 1 Força 2 Energia	<b>Cérebro</b> <b>Corpo humano</b> 1 Informática Atualidade <b>Vibração</b> Investigação 3 <b>Sentimento</b>	<b>Emoção</b> <b>Mente</b> Experiência Probabilidade 2 <b>Sobrenatural</b> <b>Além</b>

Tradicionalmente não são vistos conteúdos específicos relacionados à Física Quântica durante o primeiro semestre letivo, período de aplicação dos questionários. Assim, não houve contato dos alunos com o assunto em sala antes de sua participação na pesquisa.

Os exemplos acima apontam para a existência de uma possível representação social para estes grupos, onde alguns elementos desta representação se misturam às representações que estes estudantes possuem sobre a disciplina e os conteúdos de Física (p. ex. velocidade, força, eletricidade) e sua relação com as aulas (p. ex. fórmula, número, experiência).

No entanto, os termos em negrito (p. ex. mente, água, cérebro, vibração) apontam para uma “quântica alternativa”, muito divulgada na mídia, porém em desacordo com a teoria vigente. Esses exemplos evidenciam ainda que se existe, de alguma forma, o contato desses alunos com a teoria quântica, não se dá em sala de aula, pois, geralmente, não faz parte da grade curricular do Ensino Médio e, quando faz, dificilmente é abordada. Assim, supõe-se que o único meio de interação do estudante com esse assunto seja através da mídia.

Esta relação entre meios de divulgação e quântica exerce influência em suas representações sociais e, de acordo com as evidências apresentadas aqui e em outros estudos já citados, é possível que os alunos tenham interesse no assunto, mas tomam contato apenas com uma “quântica alternativa”.

## **Conclusão**

Teorias de aprendizagem apontam para a relevância do conhecimento prévio dos estudantes, uma vez que estes podem atuar como facilitadores ou como barreiras na aprendizagem dos conteúdos escolares. Apesar de ser uma ferramenta importante na identificação destes conhecimentos, o referencial das representações sociais é mais conhecido e utilizado em outras áreas do ensino de ciências, sendo negligenciado na Física.

Além do conhecimento prévio, também é fundamental que os estudantes estejam motivados a aprender. Muitas vezes o professor enfrenta em classe um problema difícil de resolver: a falta de interesse dos alunos pelas aulas de Física. Buscou-se aqui apresentar um indicativo da existência de interesse dos estudantes por temáticas mais atuais e divulgadas na mídia.

Não se pretendeu neste trabalho tratar do mérito da inserção de conteúdos como a Física Quântica no Ensino Médio, mas sim apontar para a busca de informação sobre o tema pelos alunos dessas séries. Esta motivação pode ser mais bem aproveitada pelos professores, principalmente a fim de se evitar a proliferação de formas alternativas de conhecimento.

Assim, o professor pode se apoiar nas representações sociais como referencial para, após identificar o conhecimento e o interesse de seus alunos sobre diferentes assuntos, modificar suas aulas, com vistas ao melhor desenvolvimento dos estudantes frente a conteúdos de Física. Neste sentido, espera-se contribuir com a inserção deste referencial no ensino de Física e apontar para a necessidade de novos estudos na área, referentes a outros tópicos.

## ***Referências***

ABRIC, Jean-Claude. O estudo experimental das representações sociais. In: Jodelet, Denise (Org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2001. P. 155-171.

GARSKOF, Bertram E. & HOUSTON, John P. Measurement of verbal relatedness and idiographic approach. **Psychological Review**, Washington, v. 70, n. 3, p. 277-288, mai. 1963.

GRECA, Ileana Maria Rosa. **Construindo significados em Mecânica Quântica: resultados de uma proposta didática aplicada a estudantes de Física Geral**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 284 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em

Física Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

HILGER, Thaís Rafaela; MOREIRA, Marco Antonio; SILVEIRA, Fernando Lang. Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 1-16, ai/ago. 2009.

JODELET, Denise. La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Moscovici, Serge. **Psicología Social II**. Barcelona: Paidós, 1986. P. 469-494.

KRUSKAL, Joseph Bernard & WISH, Myron. **Multidimensional scaling**. Beverly Hills: SAGE Publications, 1978.

MOLINER, Pascal. Les conditions d'émergence d'une représentation sociale. In: \_\_\_\_\_. **Images et représentations sociales**. Grenoble: PUG, 1996. P. 33-48.

MOREIRA, Marco Antonio; HILGER, Thaís Rafaela; PRASS, Alberto Ricardo. Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. **Revista de Enseñanza de la Física**, La Rioja, v. 22, n. 1, p. 15-30, jan/jun. 2009.

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Petrópolis: Vozes, 2003.

SÁ, Celso Pereira. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 1998.

SÁ, Celso Pereira. **Núcleo central das representações sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

SANTOS, Carlos Alberto. & MOREIRA, Marco Antonio. **Escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos**. Porto Alegre: UFRGS/IF, 1991.

## APÊNDICE E

*Trabalho completo publicado nos Anais do XIX SNEF, Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Manaus, em 2011, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### REPRESENTAÇÕES SOCIAIS E O ENSINO DE FÍSICA

**Thaís Rafaela Hilger<sup>1</sup> Marco Antonio Moreira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> UFRGS/IF, thais.hilger@ufrgs.br

<sup>2</sup> UFRGS/IF, moreira@if.ufrgs.br

#### **Resumo**

Este trabalho visa apresentar a teoria das representações sociais, bem como situá-la no panorama do ensino de ciências, particularmente no de Física. É apresentado também o exemplo de uma pesquisa sobre conhecimentos de Física Quântica de alunos de Ensino Médio utilizando este referencial e empregando técnicas de Escalonamento Multidimensional (MDS) e de Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH) a partir dos dados obtidos com o uso de Testes de Associação Escrita e Numérica de Conceitos (TAEC e TANC, respectivamente). Em função dos resultados encontrados, são apresentados alguns indícios sobre a influência dos meios de divulgação – como filmes, livros e revistas que abordam a Física Quântica de modo diferente do aceito no meio científico e a relacionam a fenômenos diversos, como o pensamento e a alma, por exemplo – nessas representações, que participam do conhecimento prévio dos estudantes das turmas pesquisadas e que podem auxiliar ou dificultar o processo de aprendizagem. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência na aprendizagem de novos conhecimentos, mas esse conhecimento prévio, que usualmente serve de ancoradouro cognitivo e facilita a atribuição de significados às novas informações, pode também funcionar como obstáculo para a aquisição de novos conhecimentos. Talvez seja o caso das possíveis representações sociais da Física Quântica, que os alunos podem estar construindo em função da informação alternativa (por exemplo, sociedade quântica, mente quântica, etc.) que lhe chega em abundância através da mídia. Assim como no passado se deu muita atenção, na pesquisa em ensino de ciências, às concepções alternativas e à mudança conceitual, provavelmente, chegou o momento de dar atenção às representações sociais e à mudança representacional.

**Palavras-chave:** representações sociais, ensino de Física, Física Quântica.

#### **Introdução**

Existe uma frequente preocupação no ensino de Física em saber qual o conhecimento prévio dos estudantes. Na década de setenta do século passado, por exemplo, foram realizados tantos estudos nessa linha que a mesma pode ser chamada de

“a década das concepções alternativas”. Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural. Nesta perspectiva, as representações sociais podem atuar como variáveis importantes no desenvolvimento do aprendiz.

Alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e seu futuro. É difícil pensar que o jovem seja bombardeado todos os dias com essas interessantes informações e, ao mesmo tempo, se interesse pela Física da escola.

Uma boa hipótese para explicar esse problema talvez seja a falta de relação entre o conteúdo escolar e as novidades que permeiam a vida dos alunos desta década, que não mais dedicam sua atenção ao funcionamento das alavancas, dos motores a combustão, do movimento de rotação da Terra, e todo o conhecimento estático da Física tradicional. Aproveitar aquilo que deve lhes interessar talvez seja uma boa forma de conquistá-los à Física, esta ciência tão rica e dinâmica, mas que parece tão antiquada.

Muitas representações sociais são elaboradas com a intenção de suprir a falta de conhecimento real sobre fenômenos que não são adequadamente explicados, seja na escola, na televisão ou em outras formas de contato que o sujeito possa ter com o assunto de interesse. A exploração dessas representações sociais já vem sendo aproveitada em outras áreas, como a Biologia, por exemplo. Talvez seja hora de pensarmos um pouco sobre a Física e a emergência dessas representações.

### **Representações sociais**

As representações sociais se compõem *de um conjunto de informações, de crenças, de opiniões e de atitudes a propósito de um objeto dado. Além disso, este conjunto de elementos é organizado e estruturado* (Abric, 2001, p. 18). Por isso, é preciso conhecer o conteúdo e identificar a organização e a estrutura de uma representação social, além de saber como os elementos que a compõem se relacionam com a estrutura cognitiva do sujeito.

Quanto à organização das representações sociais, as ideias mais importantes e estáveis estão inclusas no chamado núcleo central, enquanto os elementos mais acessíveis e flexíveis são armazenados na periferia. O núcleo é sempre consensual e compartilhado conferindo significado à representação, organizando, estabilizando e unificando as ideias do sujeito sobre o objeto e, por isso, caracterizando a identidade de cada grupo. Se o núcleo de duas representações é diferente têm-se duas representações também diferentes. Já a periferia tem como função principal proteger o núcleo e garantir a individualidade de cada sujeito. Assim, sua existência permite atualizar a representação e adaptá-la ao contexto: as contradições e incorporações individuais que aparecem na periferia são complemento indispensável do núcleo, uma vez que a periferia apresenta relação direta com ele.

É a existência desse duplo sistema que permite entender uma das características essenciais da representação social que poderia parecer contraditória: são às vezes estáveis e móveis, rígidas e flexíveis. Estáveis e rígidas porque estão determinadas por um núcleo central profundamente ancorado no sistema de valores compartilhado pelos membros do grupo; móveis e flexíveis porque são alimentados por

experiências individuais e integram a vivência e a situação específica, a evolução das relações e das práticas sociais nas quais os indivíduos ou os grupos estão inseridos (op. cit., p. 27).

As pessoas formam uma representação e buscam informações a respeito de um objeto apenas após adotarem um posicionamento e em função desse posicionamento. Uma representação social é ainda uma modalidade de conhecimento que visa coordenar as condutas do sujeito e suas interações com o grupo. É um modo de esclarecer atividades sociais, antecipando e justificando comportamentos e práticas sociais.

Por serem elaboradas em grupos sociais, nos quais os indivíduos trocam informações e interagem com o objeto, existe uma diversidade de representações sociais. Elas são construídas conforme essas relações com o objeto, constituindo-se de diferentes versões de um mesmo conhecimento e variando conforme algumas condições de emergência. Os três mais importantes fatores de emergência que definem a pluralidade das representações sociais são:

1) dispersão da informação: a informação a que os sujeitos têm acesso pode apresentar significados diferentes para cada grupo ou para cada indivíduo de um mesmo grupo social, sofrendo alterações e distorções no processo de comunicação.

2) focalização: os aspectos considerados importantes para o sujeito são determinados pelo acesso a informação ou mesmo por interesses, crenças, ideologias e valores pessoais, impedindo que haja uma visão global sobre o objeto.

3) pressão à inferência: no período entre a constatação do fenômeno e a tomada de posição a respeito dele, o sujeito não apresenta conhecimento suficiente sobre o objeto, favorecendo a aderência às opiniões dominantes no grupo.

Além dessas condições, ainda é preciso que o objeto tenha valor para o grupo com o qual se relaciona, proporcionando razões para o surgimento das representações sociais. O objeto não deve apresentar uma interpretação clara, fazendo com que o sujeito se apóie e compartilhe a opinião do grupo, criando interações e comportamentos dirigidos para o grupo e do grupo para os indivíduos. O grupo não deve estar submetido a princípios que controlem seus pensamentos e atitudes em relação ao objeto, o que impediria a busca por explicações alternativas (Moliner, 1996, p. 35-48).

Depois de satisfeitas essas condições, dois processos são envolvidos na criação de uma representação social. Um deles é a *objetivação*, que traduz a ideia por meio de imagens e permite que o objeto seja interpretado. No decorrer de processos comunicativos, algumas informações sobre o objeto são previamente selecionadas entre as fornecidas e, depois, são integradas em um todo coerente e retidos pelo indivíduo.

Simultaneamente, ocorre a *ancoragem*, que se refere à *integração cognitiva do objeto representado dentro do sistema de pensamento preexistente e às transformações derivadas desse sistema* (Jodelet, 1986, p. 486). Trata-se da inserção do objeto em uma estrutura familiar e previamente constituída, trazendo ao objeto um contexto inteligível. Assim o objeto é traduzido em sentido e significado, instrumentalizando o conhecimento e enraizando-o na estrutura cognitiva do sujeito.

A formalização do conhecimento possui o objetivo de familiarizar o sujeito ao objeto e ocorre após esses dois processos: *a finalidade de todas as representações é tornar familiar algo não familiar, ou a própria não-familiaridade* (Moscovici, 2003, p. 54). O novo objeto deve ser entendido e explicado a partir de sistemas familiares ao

sujeito, o que garante a relação entre as funções cognitivas básicas, a representação social e sua função social (Jodelet, 1986, p. 486-492).

Resumidamente, pode-se afirmar que os conhecimentos são produzidos no meio acadêmico e extrapolados para o meio social através dos meios de comunicação, em uma versão supostamente acessível. Os sujeitos são pressionados a tomar posição em relação às informações que são veiculadas, de modo insistente, nesses meios de comunicação. E, para manifestar-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações através da objetivação e da ancoragem.

Ao final desses processos, tem-se uma representação construída e compartilhada socialmente e que, com frequência, está distante daquela produzida. Surge, então, um novo senso comum, com efeitos sobre a compreensão e explicação da realidade que podem favorecer ou impedir a aprendizagem. Desta forma, é necessário investigar que ideias sobre a Física Quântica circulam no meio escolar e acadêmico, possibilitando a detecção de possíveis representações sociais dessa área da Física.

### **Representações sociais e o ensino de ciências**

A partir de uma revisão de literatura (Hilger, 2009) entre os anos de 1998 e 2008<sup>31</sup>, em algumas das revistas mais importantes de ensino e pesquisa em ciências, nacionais e internacionais, foi observado como as representações sociais são abordadas na área. Desde então não foi observada mudança significativa no perfil dos artigos publicados por essas revistas.

Entre os vinte um artigos publicados, constatou-se a prevalência de estudos na área de Biologia. Destes, quinze contemplavam ideias sobre saúde (doenças e sua forma de transmissão) e três tratavam do meio ambiente. Também a maior parte dos estudos tem por base um pequeno grupo de investigados (em média menos de 30 pessoas) e dezesseis deles utilizaram entrevistas na coleta de dados. Apenas seis trabalhos apresentaram público-alvo com maior número de participantes, cerca de cem, e aplicaram testes associativos.

Não foram encontrados artigos, neste período, que fizessem referência ao ensino de Física. Esta ausência indica a necessidade de uma maior preocupação com as representações sociais nesta área, pois muitos temas são de interesse da população e permanecem sem a adequada investigação. Um exemplo são os conhecimentos que os estudantes de Ensino Médio apresentam sobre a Física Quântica, que estão atualmente sendo investigados sob a luz deste referencial (Moreira, Hilger & Prass, 2009; Hilger, Moreira & Silveira, 2009), para que se possa promover o melhor aproveitamento das aulas envolvendo este assunto.

### **Representações sociais da Física Quântica**

Foram investigados 236 alunos, das três séries do Ensino Médio, na cidade de Porto Alegre – RS, sobre suas ideias a respeito da Física Quântica. Para atingir tal número de pesquisados, foi necessário utilizar uma metodologia compatível dentro do referencial das representações sociais. Optou-se assim pelo uso de um questionário contendo: um Teste de Associação Escrita de Conceitos (TAEC), um Teste de Associação Numérica de Conceitos (TANC) e uma ficha de identificação a respeito da escolaridade e idade do respondente.

---

<sup>31</sup> Os artigos publicados após 2008 estão ainda sob análise e por isso não são comentados aqui.



A utilização do TANC permitiu o acesso rápido ao grau de similaridade e dissimilaridade entre os termos. Neste teste o sujeito enumera o grau de proximidade entre cada par de palavras, com valores entre 1 (muito similar) e 7 (pouco similar). Apesar da agilidade na identificação dessas relações, o TANC apresenta a desvantagem de fornecer uma estrutura superficial, que pode ser tranquilamente minimizada com o uso de técnicas auxiliares, como o TAEC, por exemplo. A técnica de associação escrita de conceitos auxilia no entendimento sobre as relações entre as palavras fornecidas, permitindo ainda

o acesso, muito mais fácil e rapidamente do que em uma entrevista, aos elementos que constituem o universo semântico do termo ou do objeto estudado. A associação livre permite a atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas (Abric, apud. Sá, 1998, p. 91).

Assim, a escolha do instrumento tornou possível que se pesquisasse um grande número de pessoas, sem a perda de conteúdo que seria obtido através de entrevista. Para a obtenção das palavras que compõem o núcleo central da representação optou-se em *pedir ao sujeito para efetuar ele mesmo sobre sua própria produção um trabalho cognitivo de análise, de comparação, de hierarquização* (ibid.), fazendo uma marcação nas três palavras associadas que considerasse as mais relevantes e enumerando-as de 1 a 3 de acordo com a importância, onde 1 corresponde a palavra mais importante entre todas as associadas.

A escolha das palavras fornecidas em ambos os testes não foi aleatória, mas envolveu uma pesquisa prévia, realizada via internet (e-mail e site). Perguntou-se ao público “o que você associa com a expressão ‘Física Quântica’?”. Foram obtidas 284 respostas, contendo diferentes formas de associação, como palavras, títulos de filmes e livros, nomes de cientistas, etc. Registrou-se a ocorrência de 1661 termos, dos quais 828 apareciam mais de uma vez. As dez palavras escolhidas para compor os testes foram as mais lembradas pelos respondentes: 5 termos relacionados diretamente à teoria quântica (Física Quântica, incerteza, partícula, probabilidade e quantum) e 5 termos aleatórios, mas que apresentaram grande número de associações (alma, espiritualidade, pensamento, sobrenatural e sucesso).

Após a coleta de dados, utilizando o questionário, foi realizada a análise estatística baseada nas técnicas de Escalonamento Multidimensional (MDS) e Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH) (Kruskal, 1978; Santos & Moreira, 1991). De posse das respostas para cada sujeito, foram obtidas matrizes médias, com a similaridade atribuída em cada teste. As matrizes de similaridade são obtidas diretamente, no caso do TANC, onde o sujeito enumera diretamente o grau de similaridade com valores entre 1 e 7, e indiretamente, no caso do TAEC, onde são obtidos coeficientes de correlação (Garskof & Houston, 1963) baseados na disposição das associações que se repetem a cada par de palavras.

Essas matrizes médias, para cada grupo em separado, constituem os dados de entrada para o programa de tratamento estatístico, neste caso o SPSS 8.0. Foram geradas então as representações gráficas, que refletem aspectos da estrutura cognitiva dos respondentes, a partir dessas matrizes médias. Obteve-se então dois mapas gráficos para cada grupo analisado, um proveniente das matrizes do TANC e outro a partir das matrizes do TAEC.

É necessário estabelecer, para cada mapa destes, dois parâmetros (stress e RSQ) que garantem que os mapas não correspondem a dados de entrada aleatórios. O

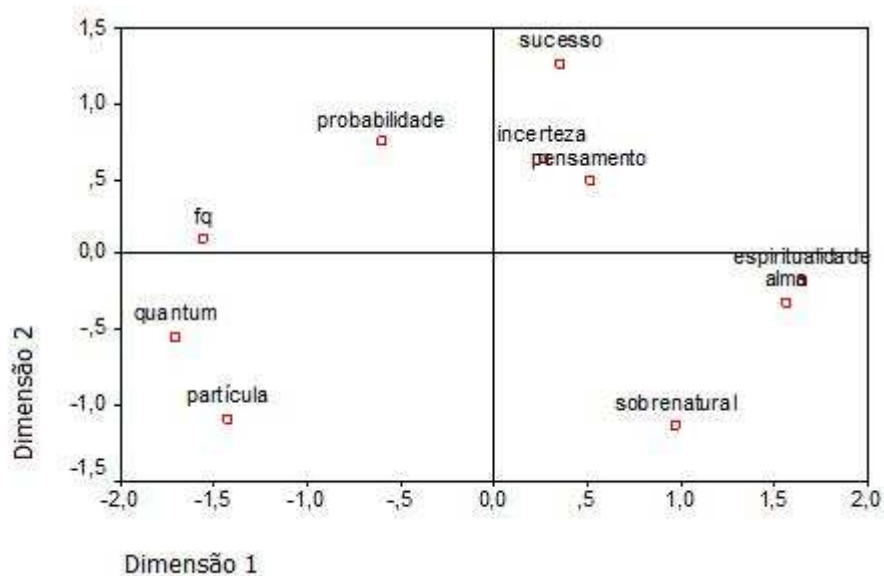
*stress* indica quão bem o mapa obtido está ajustado aos dados fornecidos e à função que guia a distribuição dos pontos no diagrama, isto é, quanto menor o *stress*, mais bem adequada está a configuração ao que se quer representar. Já o coeficiente de correlação ao quadrado (RSQ) fornece a porcentagem da variância dos dados que podem ser explicados pela configuração obtida. Ambos são calculados automaticamente pelo programa estatístico utilizado. Para o caso aqui apresentado, os valores estão de acordo com os estabelecidos por Greca (2000, p. 85), que para duas dimensões e significância estatística inferior a 0,05, deve ser no máximo 0,17 para o *stress* e 0,78 no mínimo para o RSQ.

Para complementar o estudo, foi realizado um estudo qualitativo sobre as marcações realizadas pelos estudantes no TAEC, onde os três termos escolhidos foram considerados para análise dos elementos que compunham o núcleo e a periferia das representações. Esta técnica adicional está de acordo com a teoria do núcleo central (Sá, 1996), e fornece indícios sobre a hierarquia e a dinâmica das representações sociais.

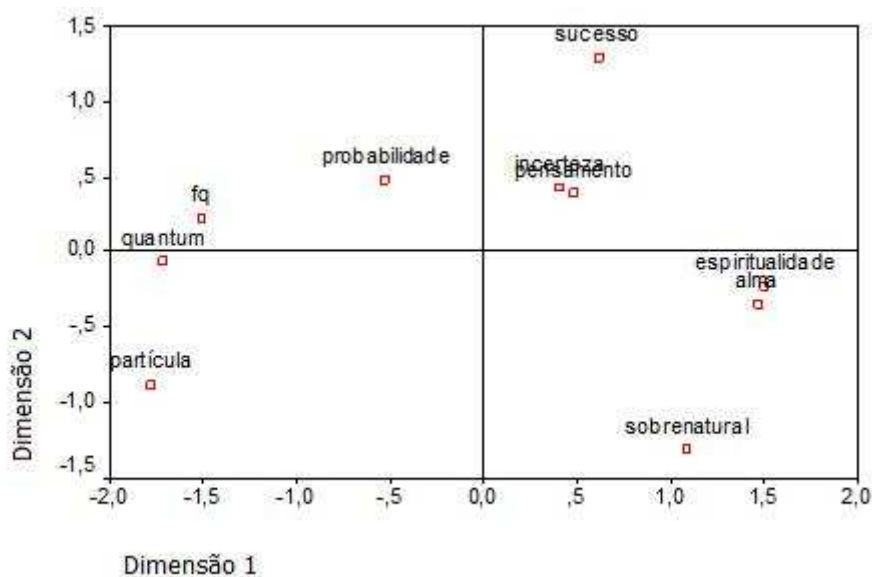
## Resultados

Neste trabalho são apresentados apenas resultados obtidos a partir do TANC para os 236 estudantes de Ensino Médio que participaram da pesquisa. Outros aspectos relacionados a esta pesquisa podem ser encontrados em Moreira, Hilger & Prass (2009) e Hilger, Moreira & Silveira (2009). Tradicionalmente não são vistos conteúdos específicos relacionados à Física Quântica durante o primeiro semestre letivo, período de aplicação dos questionários. Assim, não houve contato dos alunos com o assunto em sala antes de sua participação na pesquisa.

Na configuração obtida para os dados do TANC das séries apresentadas, o que se percebe é a presença de dois conjuntos, possivelmente devido às palavras-estímulo pertencerem ou não à Física. Esta característica pode ter ocasionado a classificação, ou numeração, das palavras como pertencentes ou não à Física em geral, ao invés de similares ou não entre si. Abaixo são apresentadas as configurações obtidas a partir das associações numéricas para as três séries. São observados dois conjuntos: à esquerda palavras ligadas à Física em geral e, portanto, à Física Quântica, e à direita palavras não ligadas à Física.

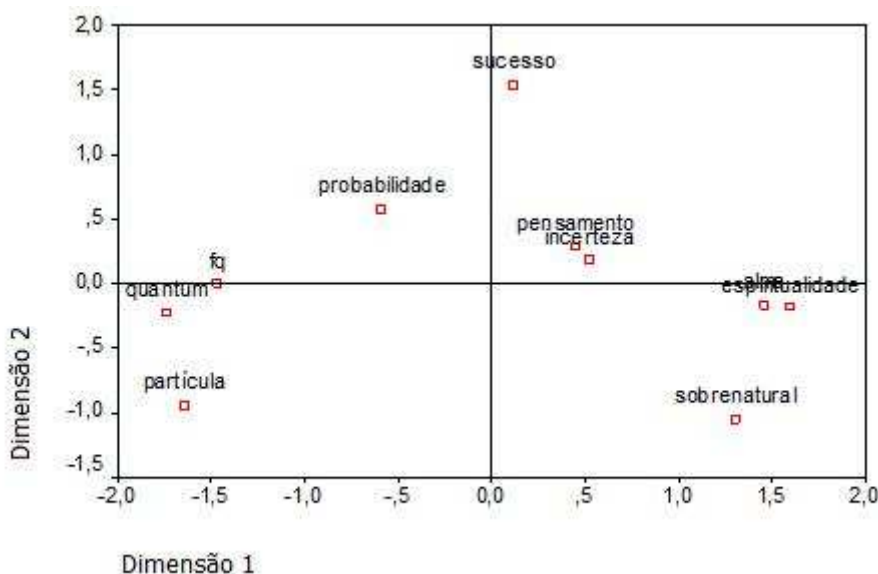


**Figura 01:** Diagrama em duas dimensões obtido a partir do TANC para estudantes do 1º ano do Ensino Médio. (stress 0,15070 e RSQ 0,91020)



**Figura 02:** Diagrama em duas dimensões obtido a partir do TANC para estudantes do 2º ano do Ensino Médio. (stress 0,13579 e RSQ 0,93138)

A palavra incerteza, na configuração das três séries, aparece próxima de termos que não se relacionam à Quântica e, então, não corresponde ao princípio da incerteza, mas assume seu significado cotidiano – dúvida – e aparece na parte direita da configuração.



**Figura 03:** Diagrama em duas dimensões obtido a partir do TANC para estudantes do 3º ano do Ensino Médio. (stress 0,12724 e RSQ 0,94006)

A seguir são apresentados dois exemplos para cada série, de associações escritas, em relação ao termo Física Quântica: na primeira coluna têm-se as respostas de dois alunos de 1º ano, na segunda coluna para o 2º ano e na última coluna dois exemplos de associações realizadas no 3º ano.

**Tabela 01:** Exemplos de associações para o termo Física Quântica.

Série:	1º ano	2º ano	3º ano
Primeiro exemplo:	Fórmula 1 Desenvolvimento 2 Conta 3 <b>Pensamento</b> <b>Água</b>	Matéria 3 <b>Pensamento 2</b> Número Fórmula <b>Mente 1</b>	Quantidade Energia 1 Força Eletricidade Condutor 2 Elétron Movimento 3 Volume Gerador Receptor
Segundo exemplo:	Força 3 Queda Tempo Velocidade 2 Gravidade Posição Peso <b>Água 1</b> Corrente	<b>Água 3</b> Medida Quantidade 1 Força 2 Energia	<b>Cérebro</b> <b>Corpo humano 1</b> Informática Atualidade <b>Vibração</b> Investigação 3 <b>Sentimento</b> <b>Emoção</b> <b>Mente</b> Experiência Probabilidade 2 Sobrenatural <b>Além</b>

Os exemplos acima apontam para a existência de uma possível representação social para estes grupos. Os elementos desta representação se misturam às representações que estes estudantes possuem sobre a disciplina e os conteúdos de Física e com a relação com as aulas. Esses exemplos evidenciam ainda que se exista, de alguma forma, o contato desses alunos com a teoria quântica, não se dá em sala de aula, pois geralmente não faz parte da grade curricular do Ensino Médio e, quando faz, dificilmente é abordada.

Assim, supõe-se que o único meio de interação do estudante com esse assunto seja através da mídia. Esta relação entre meios de divulgação e quântica exerce influência em suas representações sociais e, de acordo com as evidências apresentadas aqui e em outros estudos já citados, é possível que os alunos tenham interesse no assunto, mas tomam contato apenas com uma “quântica alternativa”.

### **Conclusão**

Muitas teorias de aprendizagem apontam para a relevância do conhecimento prévio dos estudantes, uma vez que estes podem atuar como facilitadores ou como barreiras na aprendizagem dos conteúdos escolares. Apesar de ser uma ferramenta importante na identificação destes conhecimentos, o referencial das representações sociais é mais conhecido e utilizado em outras áreas do ensino de ciências, sendo negligenciado na Física.

Além do conhecimento prévio, também é fundamental que os estudantes estejam motivados a aprender. Muitas vezes o professor enfrenta em classe um problema difícil de resolver: a falta de interesse dos alunos pelas aulas de Física. Buscou-se aqui apresentar um indicativo da existência de interesse dos estudantes por temáticas mais atuais e divulgadas na mídia.

Não se pretende tratar do mérito da inserção de conteúdos como a Física Quântica no Ensino Médio, mas apontar para a busca de informação sobre o tema pelos alunos dessas séries. Esta motivação pode ser mais bem aproveitada pelos professores, principalmente a fim de se evitar a proliferação de formas alternativas de conhecimento.

Assim, o professor pode se apoiar nas representações sociais como referencial para, após identificar o conhecimento e o interesse de seus alunos sobre diferentes assuntos, modificar suas aulas, com vistas ao melhor desenvolvimento dos estudantes frente a conteúdos de Física. Neste sentido, espera-se contribuir com a inserção deste referencial no ensino de Física e apontar para a necessidade de novos estudos na área.

### Referências

ABRIC, Jean-Claude. O estudo experimental das representações sociais. In: Jodelet, Denise (Org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2001. P. 155-171.

GARSKOF, Bertram E. & HOUSTON, John P. Measurement of verbal relatedness and idiographic approach. **Psychological Review**, Washington, v. 70, n. 3, p. 277-288, mai. 1963.

GRECA, Ileana Maria Rosa. **Construindo significados em Mecânica Quântica: resultados de uma proposta didática aplicada a estudantes de física geral**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 284 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

HILGER, Thaís Rafaela; MOREIRA, Marco Antonio; SILVEIRA, Fernando Lang. Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 1-16, ai/ago. 2009.

HILGER, Thaís Rafaela; **Representações sociais da Física Quântica**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

JODELET, Denise. La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Moscovici, Serge. **Psicología Social II**. Barcelona: Paidós, 1986. P. 469-494.

KRUSKAL, Joseph Bernard & WISH, Myron. **Multidimensional scaling**. Bervely Hills: SAGE publications, 1978.

MOLINER, Pascal. Les conditions d'émergence d'une représentation sociale. In: \_\_\_\_\_. **Images et représentations sociales**. Grenoble: PUG, 1996. P. 33-48.

MOREIRA, Marco Antonio; HILGER, Thaís Rafaela; PRASS, Alberto Ricardo. Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. **Revista de Enseñanza de la Física**, La Rioja, v. 22, n. 1, p. 15-30, jan/jun. 2009.

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Petrópolis: Vozes, 2003.

SÁ, Celso Pereira. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 1998.

SÁ, Celso Pereira. **Núcleo central das representações sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

SANTOS, Carlos Alberto. & MOREIRA, Marco Antonio. **Escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos**. Porto Alegre: UFRGS/IF, 1991.

## APÊNDICE F

*Resumo publicado nos Anais do XIII EPEF, XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado em conjunto com o Encontro de Física 2011, em Foz do Iguaçu, em 2011, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### REPRESENTAÇÕES SOCIAIS COMO REFERENCIAL PARA O ENSINO DE FÍSICA

#### SOCIAL REPRESENTATIONS AS FRAMEWORK FOR THE TEACHING OF PHYSICS

**Thaís Rafaela Hilger<sup>1</sup>, Marco Antonio Moreira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UFRGS/Instituto de Física/thais.hilger@ufrgs.br

<sup>2</sup>UFRGS/Instituto de Física/moreira@if.ufrgs.br

Este trabalho visa apresentar a teoria das representações sociais no panorama do ensino de Física, apresentando também o exemplo de uma pesquisa sobre conhecimentos de Física Quântica de alunos de Ensino Médio utilizando este referencial. Em função dos resultados encontrados, são apresentados alguns indícios sobre a influência dos meios de divulgação – como filmes, livros e revistas que abordam a Física Quântica de modo diferente do aceito no meio científico e a relacionam a fenômenos diversos, como o pensamento e a mente, por exemplo – nessas representações, que participam do conhecimento prévio dos estudantes das turmas pesquisadas. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência na aprendizagem de novos conhecimentos, no entanto, esse conhecimento prévio, que usualmente facilita a atribuição de significados às novas informações, pode também funcionar como obstáculo para a o processo de ensino-aprendizagem. Talvez seja o caso das possíveis representações sociais da Física Quântica, que os alunos podem estar construindo em função da informação alternativa (por exemplo, sociedade quântica, mente quântica, etc.) que lhes chega em abundância através da mídia. Assim como no passado se deu muita atenção, na pesquisa em ensino de Física, às concepções alternativas e à mudança conceitual, provavelmente, chegou o momento de dar atenção às representações sociais e à mudança representacional.

#### **Introdução**

Existe uma frequente preocupação no ensino de Física em saber qual o conhecimento prévio dos estudantes. Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural. Nesta perspectiva, as representações sociais podem atuar como variáveis importantes na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e seu futuro. Muitas representações sociais são então elaboradas com a intenção de suprir a falta de conhecimento real sobre fenômenos que não são adequadamente explicados, seja na escola, na televisão ou em outras formas de contato que o sujeito possa ter com o assunto de interesse. Tais representações passam a integrar o conhecimento prévio e a influenciar a aquisição significativa de novos conhecimentos e, por isso, sua investigação é nosso objetivo.

### **Representações Sociais**

Os conhecimentos científicos são produzidos no meio acadêmico (*universo reificado*) e extrapolados para o meio social através dos meios de comunicação, em uma versão supostamente acessível aos sujeitos. Estes, por sua vez, se sentem pressionados a tomar posição em relação às informações que são veiculadas e, para manifestar-se sobre o novo conhecimento, em parte desconhecido, precisam processar estas informações.

Nessas condições, emerge a necessidade da elaboração das representações sociais sobre este objeto. Dois processos são envolvidos nesta ação. Um deles é a objetivação, que permite que o objeto seja interpretado. O outro é a ancoragem, que trata da inserção do objeto em uma estrutura familiar de pensamento preexistente (Jodelet, 1986). Os dois processos ocorrem simultaneamente, traduzindo o objeto em sentido e significado, instrumentalizando o conhecimento e enraizando-o na estrutura cognitiva do sujeito. *A finalidade de todas as representações é tornar familiar algo não familiar, ou a própria não-familiaridade* (Moscovici, 2003, p. 54).

A representação construída e compartilhada socialmente, com frequência, está distante daquela produzida no *universo reificado*. Por isso, se queremos considerá-la no ensino, é preciso conhecer o conteúdo e identificar como se organiza uma certa representação social, além de saber como os elementos que a compõem se relacionam com a estrutura cognitiva do sujeito. Surge, assim, um novo senso comum, com efeitos sobre a compreensão e explicação da realidade que podem favorecer ou impedir a aprendizagem do conhecimento científico. Desta forma, é necessário, por exemplo, investigar que ideias sobre a Física Quântica circulam no meio escolar e acadêmico, possibilitando a detecção de possíveis representações sociais dessa área da Física.

### **Representações Sociais da Física Quântica**

Com esse objetivo, foram investigados 236 alunos, das três séries do Ensino Médio, na cidade de Porto Alegre – RS, sobre suas ideias a respeito da Física Quântica. Para atingir tal número de pesquisados, foi necessário utilizar uma metodologia compatível com o referencial das representações sociais. Optou-se assim pelo uso de um questionário contendo: um Teste de Associação Escrita de Conceitos (TAEC), um Teste de Associação Numérica de Conceitos (TANC) e uma ficha de identificação a respeito da escolaridade e idade do respondente.

Para complementar a pesquisa, foi realizado um estudo qualitativo sobre as associações do TAEC, onde solicitou-se que os estudantes identificassem as três palavras mais fortemente associadas, na sua percepção, com a Física Quântica. Estes três termos escolhidos foram considerados para análise dos elementos que compunham o núcleo e a periferia das representações. Esta técnica adicional está de acordo com a teoria do núcleo central (Sá, 1996), e fornece indícios sobre a hierarquia e a dinâmica



das representações sociais. Resultados desta fase de investigação serão apresentados a seguir.

## Resultados

Na tabela 1, são apresentados dois exemplos para cada série do Ensino Médio, de associações escritas, em relação ao termo Física Quântica: na primeira coluna têm-se as respostas de dois alunos de 1º ano, na segunda coluna para o 2º ano e na última coluna dois exemplos de associações realizadas por estudantes do 3º ano.

Tabela 1: Exemplos de associações para o termo Física Quântica.

Série:	1º ano	2º ano	3º ano		
Primeiro exemplo:	Fórmula 1 Desenvolvimento 2 Conta 3 <b>Pensamento</b> <b>Água</b>	Matéria 3 <b>Pensamento 2</b> Número Fórmula <b>Mente 1</b>	Quantidade Energia 1 Força Eletricidade Condutor 2	Elétron Movimento 3 Volume Gerador Receptor	
Segundo exemplo:	Força 3 Queda Tempo Velocidade 2 Gravidade	Posição Peso <b>Água 1</b> Corrente	<b>Água 3</b> Medida Quantidade 1 Força 2 Energia	<b>Cérebro</b> <b>Corpo humano 1</b> Informática Atualidade <b>Vibração</b> Investigação 3 Probabilidade 2	<b>Sentimento</b> <b>Emoção</b> <b>Mente</b> Experiência Sobrenatural <b>Além</b>

Os exemplos acima apontam para a existência de uma possível representação social para estes grupos, onde alguns elementos desta representação se misturam às representações que estes estudantes possuem sobre a disciplina e os conteúdos de Física (p. ex. velocidade, força, eletricidade) e sua relação com as aulas (p. ex. fórmula, número, experiência). No entanto, os termos em negrito (p. ex. mente, água, cérebro, vibração) apontam para uma “quântica alternativa”, muito divulgada na mídia, porém em desacordo com a teoria vigente.

Assim, pode-se inferir que, ainda que exista, de alguma forma, o contato desses alunos com a teoria quântica, não se dá em sala de aula, pois geralmente não faz parte da grade curricular do Ensino Médio e, quando faz, dificilmente é abordada. Supõe-se, então, que o meio de interação do estudante com esse assunto seja através de outras fontes de informação e que a relação entre os meios de divulgação e a quântica exerce influência em suas representações sociais.

Uma discussão mais aprofundada pode ser encontrada em Moreira, Hilger & Prass, 2009; Hilger, 2009; Hilger, Moreira & Silveira, 2009.

## Conclusão

Pretendeu-se aqui apontar para a influência dos meios de informação e divulgação sobre as possíveis representações sociais encontradas entre os estudantes pesquisados. Além disso, também as formas “alternativas” da teoria quântica podem se transformar em conhecimento prévio, dificultando a aprendizagem. Neste sentido,

espera-se contribuir com a inserção deste referencial no ensino de Física e apontar para a necessidade de novos estudos na área.

### **Referências**

- HILGER, Thaís Rafaela; MOREIRA, Marco Antonio; SILVEIRA, Fernando Lang. Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 1-16, mai/ago. 2009.
- HILGER, Thaís Rafaela; **Representações sociais da Física Quântica**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- JODELET, Denise. La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: Moscovici, Serge. **Psicología Social II**. Barcelona: Paidós, 1986. P. 469-494.
- MOREIRA, Marco Antonio; HILGER, Thaís Rafaela; PRASS, Alberto Ricardo. Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. **Revista de Enseñanza de la Física**, La Rioja, v. 22, n. 1, p. 15-30, jan/jun. 2009.
- MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Petrópolis: Vozes, 2003.
- SÁ, Celso Pereira. **Núcleo central das representações sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

## APÊNDICE G

*Resumo publicado nos Anais do IV EEEFis, IV Encontro Estadual de Ensino de Física, em Porto Alegre, em 2011, contando com auxílio CAPES.*

### **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS: REFERENCIAL PARA O ENSINO DE FÍSICA<sup>32</sup>**

**Thaís Rafaela Hilger** [thais.hilger@ufrgs.br]

**Marco Antonio Moreira** [Moreira@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

No ensino de Física a teoria das representações sociais é pouco conhecida e são poucos os estudos relacionados a esta área. Com o objetivo de introduzir este referencial, é apresentado um exemplo de pesquisa sobre os conhecimentos, de universitários (ingressantes e formandos) no curso de licenciatura/bacharelado em Física, a respeito da Física Quântica. Empregaram-se técnicas de Escalonamento Multidimensional (MDS) e de Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH), a partir dos dados obtidos com o uso de Testes de Associação Escrita e Numérica de Conceitos (TAEC e TANC, respectivamente) pertencentes ao questionário respondido pelos estudantes, e técnicas adicionais para determinação dos elementos que compõe o núcleo e a periferia dessas possíveis representações sociais. Buscou-se, assim, estabelecer a relação entre o conhecimento sobre a Física Quântica e o período cursado por estes universitários, evidenciando o aumento de especificidade dos conceitos relacionados por eles nos testes à medida que tomam contato com a teoria. Através deste trabalho, espera-se ratificar a importância da teoria das representações sociais em pesquisas em ensino, contribuindo para sua inserção no ensino de Física.

**Apoio: CAPES**

**Palavras-chave:** representações sociais, ensino de Física, Física Quântica.

---

<sup>32</sup> Trabalho apresentado na VII Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais, em 2011, Vitória - ES

## APÊNDICE H

*Trabalho completo, publicado nos Anais do 5th International Conference on Concept Mapping, realizado em L-Imsida, Malta, em 2012, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### THE USE OF MIND MAPS AND CONCEPT MAPS IN QUANTUM MECHANICS AT HIGH SCHOOL LEVEL

*Thais Rafaela Hilger, Marco Antonio Moreira & Adriane Griebeler, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.*

*Email: [thais.rh@gmail.com](mailto:thais.rh@gmail.com) / [moreira@ifufrgs.br](mailto:moreira@ifufrgs.br) / [agriebeler@gmail.com](mailto:agriebeler@gmail.com)*

**Abstract:** In this paper, we discuss some preliminary findings based on the implementation of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) in four different classrooms of the third year high school, in a public school in a hinterland town of Rio Grande do Sul, the southernmost state of Brazil. The proposed content for this implementation deals with concepts linked to quantum physics (quantization, uncertainty, state, and superposition of states), which we have organized according to the principles of the Meaningful Learning Theory (MLT), such as progressive differentiation and integrative reconciliation. It analyzes mind maps and concept mapping, with a focus on their structure and on the changes that have occurred in the process of comparing these maps. It also includes students' comments on the development of their own understanding of the concepts this research proposal has approached. Notwithstanding the incompleteness of its results, this study can provide some evidence of the occurrence of meaningful learning, which constitutes the main objective of the implementation of a PMTU.

*Category: Full Paper*

#### 1. Introduction

The teaching of physics in high school has not managed to go along with the scientific and technological advances of these last decades. The curriculum is not up to date and contextualized. It is in this direction that we look for finding a way of bringing together classroom contents to the reality of our context today. Thus, we aim at promoting more meaningful teaching and learning.

When the contents of physics are presented in the traditional mode, they can cause in the students the lack of motivation and interest, mostly if they are approached expositively and monologically, without the use of resources and instruments that might call the students' attention and arouse the interest of this generation heavily linked to technology. At this point we get to the contents of physics taught in the classroom, in which in spite of the various initiatives of including Modern and Contemporary Physics to the high school curriculum (Silva & Almeida, 2011; Carvalho Neto et al., 2009; Ostermann & Moreira, 2000), its teaching still meets many drawbacks and it does not even happen. Consequently, many topics that are relevant for the understanding and observation of the way of life of this new generation are not taken into consideration.

In order to, at least partially, attend to this state of affairs, we believe that the insertion of contents of quantum physics in the high school curriculum is really necessary so as to face technological advances and the dissemination of feasible alternative representations, which might lead to hindrances in understanding them. However, the approach to quantum physics cannot be made in the conventional way it is usually done; instead, it needs to be addressed in such an engaging manner that students can get motivated to its lessons. This proposal has been developed according to the steps of the Potentially Meaningful Teaching Units, or PMTUs (Moreira, 2011), according to which, initially, a survey of the students' prior knowledge is made and, then, content is presented in a more general form. Next, each topic of the content receives a more specific treatment aiming at its progressive differentiation and integrative reconciliation.

## **2. Theoretical Framework**

This proposal agrees with the perspective of the Meaningful Learning Theory, MLT (Ausubel, 1968; Ausubel, 2000), and it is based on the protocols of the Potentially Meaningful Teaching Units, PMTU (Moreira, 2011).

The PMTUs comprise stages that, in the sequence in which they are proposed, attempt at promoting meaningful learning. They consist of eight steps, or stages, that serve as a guide for the development of the PMTUs (Moreira, 2011) and it is up to the teacher to look for the best way of following these steps and to adapt them to his/her school reality. Therefore, the content has been carefully selected and organized so as to make the quantum physics instructional materials potentially meaningful, that is, they should present logical meaning (such as structure, organization, examples, adequate language) and, furthermore, they should be related to the needs of the third year of high school. The basic concepts to be developed here should be quantization, uncertainty, state, and superposition of states.

According to Ausubel (1968; 2000) the isolated variable that has the greatest influence on the learning of new contents is prior knowledge, or subsumer, to which new knowledge will be anchored. A subsumer can incorporate representations, schemes, models, personal constructs, alternative conceptions, invariant operators, which means that it includes cognition processes that already exist in the learner's cognitive structure and that are available to be related to the content he/she is to learn.

Therefore, we verified the students' prior knowledge by using mind maps (Buzan & Buzan, 1994; Ontoria, De Luque & Gómez, 2004) and by asking them about their ideas about quantum physics, which they answered orally in the classroom as a whole. Mind maps display totally free associations and present key-ideas that are interrelated and ramified so as to form a structured network, with nodes and connections, which are especially adequate when one wants to identify subsumers.

As an immediate follow-up, we developed the PMTU proposal that considered the principles of progressive differentiation and integrative reconciliation, which deal closely with the programmatic approach of the content. Progressive differentiation estimates the most general and inclusive concepts or ideas of the content that should be introduced right at the beginning and be progressively differentiated along the teaching

process, in terms of details and specificities, whereas integrative reconciliation anticipates that teaching should explore linkages between or among ideas and concepts, pointing out relevant similarities and differences while reorganizing knowledge and clarifying ideas.

Thus, concepts were simultaneously approached, initially at a maximum level of inclusiveness and, little by little, they were presented again at increasingly higher levels of specificity, but always linked to what had been already studied. We promoted progressive differentiation by starting at the most general and inclusive and moving on to the most specific level, while integrative reconciliation occurred when we re-approached general level ideas and concepts based on specific ideas and concepts.

New knowledge, which was generated by the interaction between subsumers and information presented, seems to be naturally different from the latter, and it was shown by the students in the construction of their concept maps (Novak, 1997; Novak, 1980) as well as in a set of activities prescribed in the PMTUs. A concept map is a hierarchical diagram of concepts and linkages between, or among, concepts through which we can perceive that some of them are more relevant, more inclusive, more structuring than others. Associations are directly related to the context of the subject matter, whereas mind maps deal with associations that are always free. In a concept map, relations between/among concepts are evidenced through lines that link them together. It is on these lines that propositions are placed, and they help to make explicit the kind of relation there is between/among the linked concepts and they attempt to reveal the conceptual structure of the content that is being diagrammed.

This proposal follows the principles we have so far described. Hence, at first we surveyed the students' prior knowledge, then, we introduced the content in a general manner. Afterwards, each key-concept was dealt with in a very specific and detailed mode. The basic concepts developed in this PMTU were quantization, uncertainty, state, and superposition of states, which are rated as crucial for the understanding of quantum physics.

### **3. Methodology**

Implementation of classroom activities occurred with four different third year high school classes in the E. E. E. M.<sup>33</sup> Carlos Antonio Kluwe, Bagé, RS, Brazil. The four classes were divided into two groups of two classes each, with the goal of better evaluate the efficacy of this proposal and to allow for modifications in the original proposal whenever needed. The first group started its activities on the 10th of October 2011, and it had 18 meetings, while the second group started on the 31st of October, 2011, with 15 meetings.

The concepts—quantization, uncertainty, state, and superposition of states—were approached conceptually and according to Copenhagen interpretation. The purpose, here, was to value phenomena interpretation and the simplest equations without entering more advanced mathematical complexities, having in mind that this implementation occurred in high school.

---

<sup>33</sup> Public (State) High School Carlos Antonio Kluwe in Bagé, a town in Rio Grande do Sul (the Southernmost state of Brazil).

Since meaningful learning and the mastery of a field of knowledge are progressive, the focus of this paper is on the students' progress along the process and not on their final outcomes. For this reason, questions and situations that aimed at verifying the students' comprehension and assimilation of meanings throughout the course of the PMTU implementation were proposed.

For a better knowledge organization, the students were asked to produce some kind of material (task) at each step of the PMTU as a learning outcome. Altogether there were six tasks developed by the students: mind map, initial questionings, free choice task developed after the first text, concept map, individual evaluation/self evaluation, and class newspaper/paper. Students' tasks are clarified in Table 01 and they are related to the steps of the PMTU steps.

**Table 01:** Tasks performed by the students at each step of the PMTU.

Step	Step objective	Student's task
1	Theme definition.	-
2	To externalize subsumers.	Development of mind maps in pairs. Discussion about some of the guidelines proposed by the teacher, by the large group (the whole class).
3	To sharpen students' curiosity and to relate knowledge using introductory level advance organizers.	Reading of the article <i>Física Quântica para Todos</i> (partially adapted from Nunes, 2007). Text discussion in small groups. Production of a free-choice material, in groups.
4	Presentation of concepts relating them to previous examples and discussions.	Watching the documentary film <i>Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica</i> (Discovery, 2007). Construction of concept maps by the same pairs as in step 2.
5	To approach the same content again, using the comparison of the maps in step 2 with the ones obtained in step 4, so as to address ideas that have been disclaimed and to observe what has been added.	Qualitative comparison between mind maps and concept maps, in pairs, according to participation in the previous steps. Oral and written report of this moment.
6	Closing of the content with concept presentation at the maximum level of complexity, but in agreement with the level of schooling.	Large group discussion about the approach used in drawings (illustrations) and charges about quantum physics concepts. Production of a small class newspaper in the large group, with various resources, such as small articles, charges, comic strips, and/or illustrations/drawings about the studied topics. Resources are those selected by the group.
7	Summative evaluation. Formative evaluation. The teacher evaluates students' performance and it is based on the	Individual summative evaluation happens in the classroom with open questions involving the unit key-concepts. Individual formative evaluation according to the

	two evaluations in an egalitarian manner.	activities developed by the students and to the teacher's notes along the PMTU.
8	Evaluation of the PMTU itself. Final integrative comments about the studied contents.	Oral analysis of the proposal as a whole, including students' performance in the evaluations and tasks, and the teaching strategies as well as the students' own learning.

For this proposal, activities described in steps 2 and 4 were selected together with their modifications along the process presented here were discussed, as well as the evolution in the comprehension of concepts and in the established linkages between/among them, which had been displayed in the students' mind maps and concept maps. These features can be viewed as an indication of the occurrence of meaningful learning.

The use of mind maps allows the students to express themselves freely and, therefore, this tool permits us to look for external influences in the process of subsumer development, such as, for instance, issues that are treated by the media, contributions that come from previous years of schooling, or from school contents students have already studied. On the other hand, concept maps, because of their own structure, do not enable students to have the same freedom they have with mind maps and, thus, it might be more difficult for the researcher/teacher to verify the external influences in the development of subsumers and in the grasping of meanings derived from the subject matter studied. In this study, we expected the external influences upon quantum physics to become spontaneously extinct. However, the students did not receive any guidance towards the choice of concepts they should use, though they were instructed to follow the rules for concept mapping and to relate to the concept maps their knowledge of quantum physics.

#### 4. Findings

We present here some signs, or indicators, of meaningful learning shown by the students in their maps: the presence/absence/modification of ideas when comparing the mind maps, in the early stages of this intervention, with the concept maps that were developed after the presentation of the quantum physics contents. The relations observed in those maps were qualitatively analyzed, and some of the students' comments on the evolution of these linkages when they compared the two activities (mind maps and concept maps) are also presented.

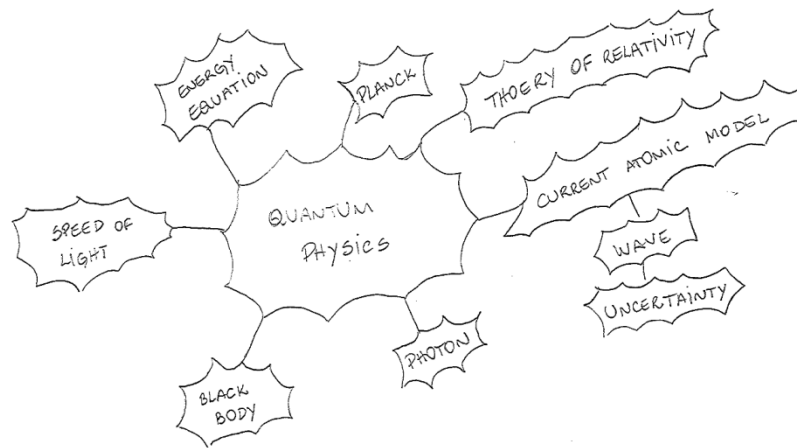
Maps of three pairs of students are discussed: the first two figures correspond to pair A, pair B drew figures 03 and 04, and pair C constructed the last two maps.

Figure 01 shows a mind map by pair A, and it presents a radial format around the central concept. We can also notice the presence of terms linked to the pair's prior knowledge (Planck, uncertainty, photon, black body, etc.), though they are directly connected to quantum physics, they do not have a hierarchical organization and linkages that might indicate the kind of relation the students have established. Whereas, the concept map of this same pair, figure 02, displays how concepts are hierarchically in the pair's cognitive structure. At the very top of the map, it shows atomic particles related to classical physics, but without any connecting element. From classical physics it branches out in three: Newton and gravitational theory; superconductiveness and

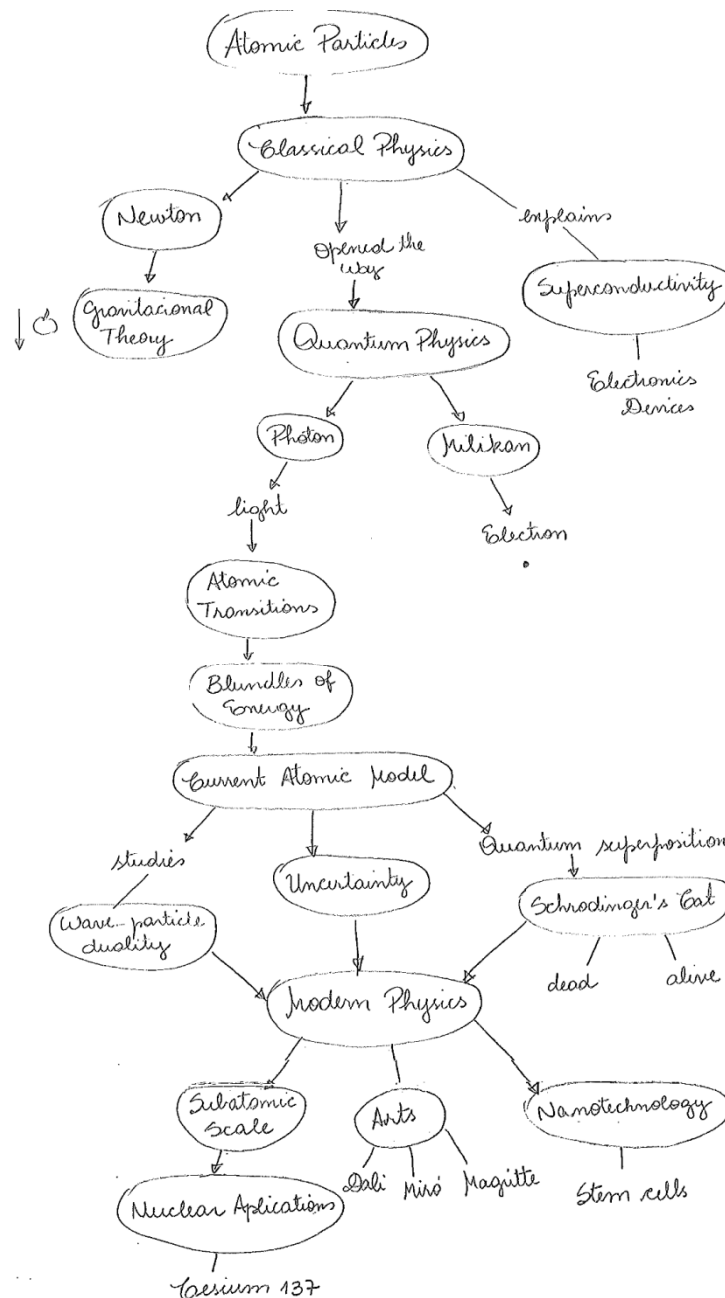


electronic devices; and quantum physics, in which the connective used indicates that classical physics has opened the way to quantum physics. It might be stated that this map shows this sequence as a result from the way this content have been treated in the classroom. We can also notice that some concepts that appear in the mind map have been reorganized: from quantum physics on they follow new linkages, such as uncertainty, duality, superposition of states that lead to the present atomic model. All these concepts are related to modern physics, and from it they branch out into ramifications of examples of quantum physics applications in the macroscopic world.

This map, as all the others, was drawn in the classroom. Notwithstanding that some of its concepts do not present any connectives and that some of the ideas appear without a hierarchical definition—they do not appear as concepts or as connector, or linkages—we can notice that there is clearness in the relations established, which agree with quantum physics, Thus, we might say that these characteristics point out that this particular pair has meaningfully learned the given contents, as they have organized their prior knowledge adequately.



**Figure 01:** mind map of pair A

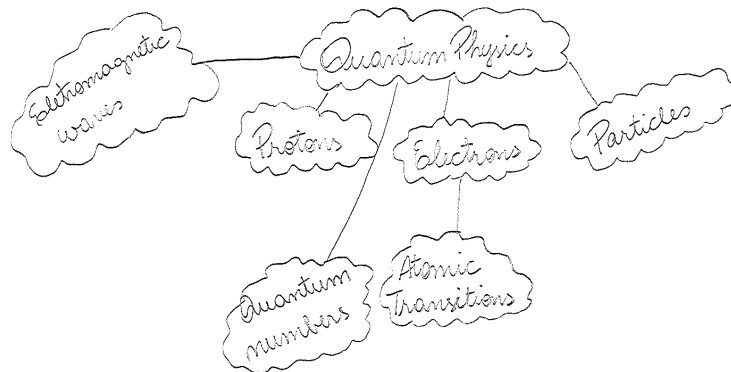


**Figure 02:** a concept map of pair A

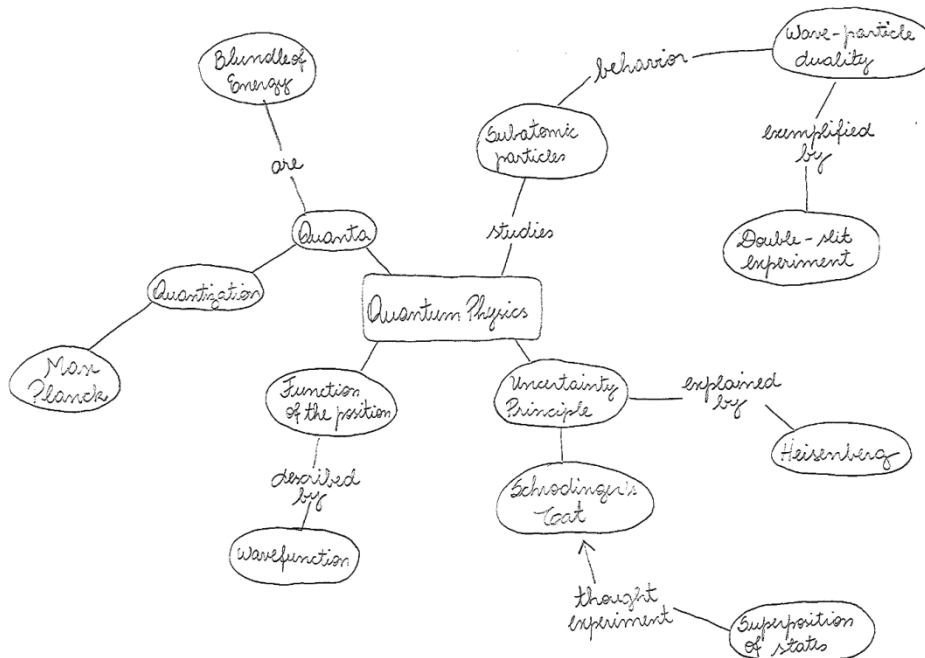
Figure 03 displays a mind map developed by pair B, and its associations have to do essentially with atomic particles (protons, electrons, etc.) and with concepts they have already studied in previous situations in the disciplines of physics and chemistry (electromagnetic waves, quantum numbers). We cannot perceive in it linkages between/among the concepts, but only first-degree linkages with quantum physics, without any connectives. This pair has used a cloud formal to indicate concepts, which can be linked to thoughts since this is a free creation.

The concept map this pair has constructed, figure 04, comprises most of the concepts approached in the PMTU. Knowledge seems to be more organized, which can be observed in the linkages between/among concepts and in the connecting words they have used here. We can also notice the formation of small tree-like forms with the

concepts directly organized among themselves. Although it does not show all the connecting words (connectives), linkages agree with quantum physics. This pair demonstrates a fairly good understanding of content, which serves as a sign to the occurrence of meaningful learning of the externalized concepts.



**Figure 03:** mind map of pair B.

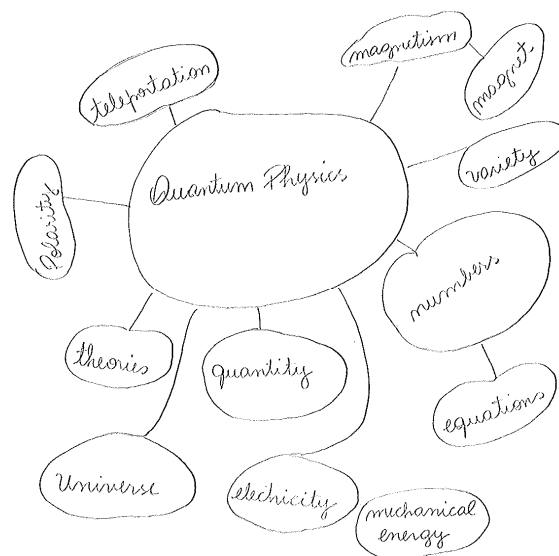


**Figure 04:** a concept map of pair B.

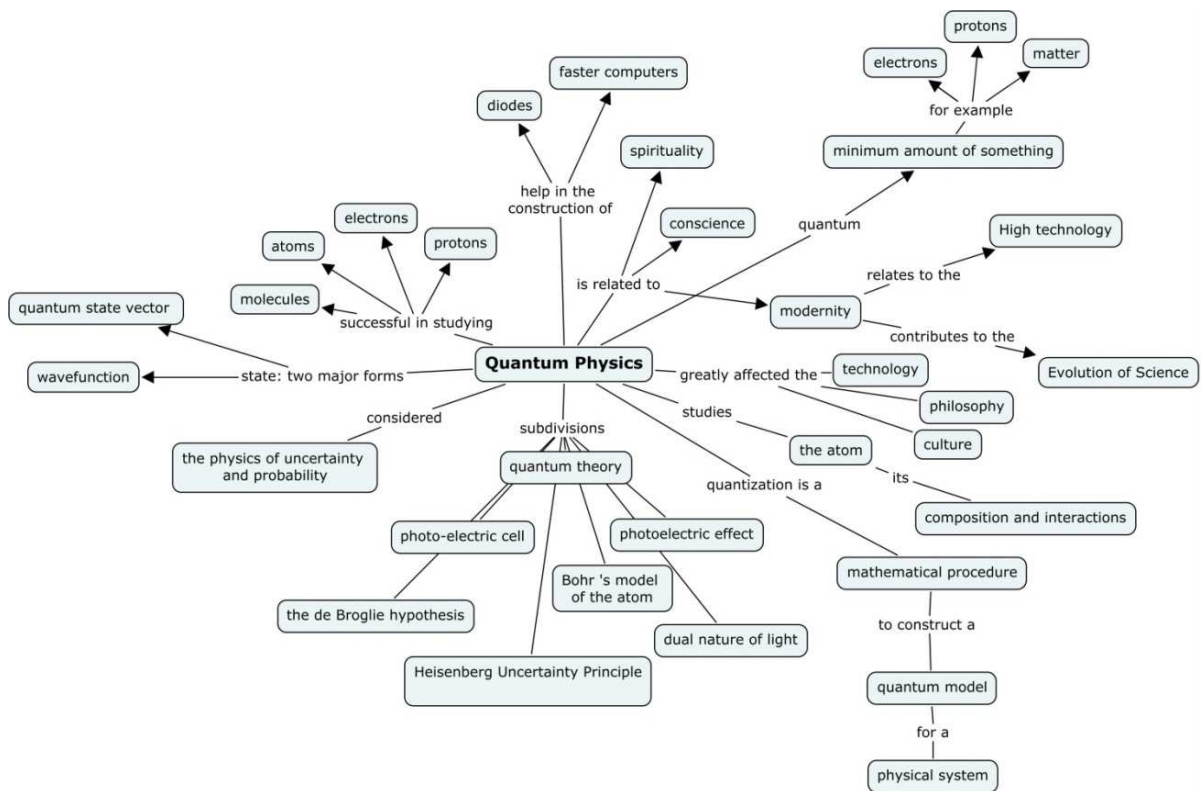
According to figure 05, which presents the mind map of pair C, students have performed free associations, without connecting elements and, possibly, without knowing how each term relates to quantum physics. This might be noticed in some unbound terms, such as “variety” and “universe”. There is a hierarchy for magnetism and magnet, as well as between numbers and formulae, but these concepts and others presented through the map are not related directly with quantum physics, but to electromagnetism (electricity, polarity) and to the traditional approach to contents of physics (quantity, theories).

The concept map in figure 06 displays some of the concepts more than once (electron, proton, atom), while the concept ‘quantum’ that is highly considered in quantum physics appears there just as a connecting word. The sentence “quantization is

a mathematical procedure for the construction of a quantum model for a physical system”, as well as application examples such as “development of faster computers” and complements to theory like “modernness” and its ramifications. Furthermore, these students do not seem to have a clear view of the concepts since, basically, the contents presented in the classroom is shown as linked to the central concept by means of the connecting word “subdivisions”, which does not correspond to the scientifically accepted relation between these concepts. Linkages that are seen as external to the quantum theory, which in this concept map are represented as related to spirituality and consciousness, might be there as outcomes from verbal interactions in the classroom and we expected, at the end of the activities involved in the development of the chosen content, these issues not to be related to quantum physics anymore. Although some of the relations between/among concepts already appear in quite a clear way, this pair needs to clarify others. We can proceed to say that learning is evolving, though it has not become effective yet.



**Figure 05:** mind map of pair C.



**Figure 06:** concept map of pair C.

Considering the statements already made, some signs of meaningful learning were found here because the students expressed concepts and relations as they are scientifically accepted in the quantum physics area, in agreement with the level of understanding expected at high school. Besides, each pair of students thought about the evolution of their maps, as it is presented in table 02, which corroborates these observations.

Pair A	“The second map was a lot different from the first one because our idea about each presented concept had changed, and this helped us improve our understanding of each part of the content. And the connecting words between/among the concepts helped us to better retrieve the subject matter”.
Pair B	“In the first map, we did not have a hint on what we were writing, and we just placed irrelevant terms there. In the second one, we knew the concepts and linkages we wanted to place there, since our knowledge had increased a lot.”
Pair C	“Comparing the maps, we can perceive a relevant evolution from the first map to the second one. Besides the indicated program for developing our work, the examples of maps were of great importance. Classes in the multimedia classroom were another important constant. However, there is a lot to improve notwithstanding our evolution from the first to the second map. We did not have a concrete opinion about the topic, which was unknown to us, so that we wrote words that could have any linkages and, furthermore, we did not have enough knowledge to construct a concept map.”

**Table 02:** students’ thoughts about the comparison of their mind and concept maps.

More evidences of meaningful learning might be found in the other performed tasks developed by the students since this research is still in the data collecting stage.

## 5. Final remarks

Although data analysis has not be concluded yet, it seems possible to anticipate some evidences of meaningful learning when we compare mind maps—drawn at the beginning of this intervention as a means to detect subsumers—with concept maps—indicators for the evolution of the students' knowledge of quantum physics—exploring the relations between/among concepts scientifically accepted. The use of maps has been a good resource to observe knowledge evolution, and it has helped the teacher/researcher and the students to identify linkages that have been assimilated, as well as comprehension gaps, facilitating the review of concepts that have not yet been totally elucidated in the next steps of the PMTU proposal.

We still need to examine the data related to all the other activities performed by the students, in which we expect to obtain more consistent indicators of meaningful learning. The approach to quantum physics in high school has shown itself feasible and it has brought promising outcomes. The use of PMTU as a methodological proposal is innovative for it comprises quite an up-to-date approach.

The use of PMTU, with resources such as mind maps and concept maps, can be much more than a tool to promote meaningful learning: it can become a motivating option for curriculum improvement and for the insertion of quantum physics topics of modern and contemporary physics in high school

## References

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Buzan, T. & Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Dutton Books. 320p.
- Carvalho Neto, R. A.; Freire Júnior, O.; Silva, J. L. P. B. (2009). Improving students' meaningful learning on the predictive nature of quantum mechanics. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(1), 65-81.
- Discovery. (2007). Documentário Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica – Partes 1 a 6. Parte 1 disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=O1dHym14W5Q&NR=1>>. Acesso em: 08 mar. 2012.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.
- Novak, J.D. (1980). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira. Tradução de M. A. Moreira do original *A theory of education*.

- Nunes, A. L. (2007). Física Quântica para Todos. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVII, 2007, São Luis. Anais eletrônicos. São Paulo: SBF, 2007.
- Ontoria, A., De Luque, A. & Gómez, J.P.R. (2004). Aprender com mapas mentais. São Paulo: Madras. 168p.
- Ostermann, F. E.; Moreira, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(1), 23-48.
- Silva, A. C.; Almeida, M. J. P. M. (2011) Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(3), 624-652.

## APÊNDICE I

*Trabalho completo, publicado nos Anais do IV Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Ensino de Ciências, em conjunto com a X Semana de Investigação do PIDEC, realizado em Porto Alegre, em 2012, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### **UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE FÍSICA QUÂNTICA UTILIZANDO MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA<sup>34</sup>**

Thaís Rafaela Hilger – UFRGS – thais.hilger@ufrgs.br  
Marco Antonio Moreira – UFRGS – moreira@if.ufrgs.br  
Adriane Griebeler – UFRGS – agriebeler@gmail.com

#### **Resumo**

São discutidos alguns resultados preliminares obtidos a partir da implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) em quatro turmas de terceira série do Ensino Médio de uma escola pública de uma cidade do interior do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O conteúdo proposto trata de conceitos relacionados à Física Quântica (*quantização, incerteza, estado e superposição de estados*) e foi organizado sequencialmente de acordo com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, como diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. São analisados neste trabalho mapas mentais e conceituais, observando as modificações ocorridas na comparação entre eles. Ainda são apresentados alguns comentários de estudantes sobre seu desenvolvimento na compreensão dos conceitos abordados na proposta. Apesar de os resultados ainda não estarem completos, já fornecem indícios de aprendizagem significativa, que é o objetivo de uma UEPS.

Palavras-chave: Unidade de Ensino Potencialmente Significativo, Física Quântica, mapas mentais, mapas conceituais.

#### **Abstract**

Some preliminary results from the implementation of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) in four third-grade high school classes from a public school in a town of the state of Rio Grande do Sul, Brazil, are discussed. The proposed content deals with concepts related to Quantum Physics (*quantization, uncertainty, state and superposition of states*) and was organized sequentially according to the principles of the Meaningful Learning Theory, such as progressive differentiation and integrative reconciliation. Analyzed in this work are mental and concept maps by observing the changes that occurred in the comparison between them. Also presented are some comments from students about their development in understanding the concepts covered in the proposal. Although the results are not yet complete, they already provide some evidence of meaningful learning, which is the goal of a PMU.

---

<sup>34</sup> Trabalho desenvolvido com apoio do CNPq e CAPES.



Key-words: Potentially Meaningful Teaching Unit, quantum physics, mental maps, concept maps.

## 1. Introdução

A Física no Ensino Médio não tem conseguido acompanhar os avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas. O currículo de Física nesse nível se apresenta desatualizado e muitas vezes descontextualizado. Neste sentido, busca-se uma tentativa de aproximar os conteúdos de sala de aula à realidade atual, promovendo assim um maior sentido para as aulas.

De acordo com as diretrizes governamentais do Brasil (1999; 2002; 2006), não se trata de incorporar no ensino elementos da ciência contemporânea simplesmente por motivo de sua importância instrumental ou utilitária, mas sim, de fazer com que os alunos desenvolvam uma visão de mundo atualizada, compreendendo técnicas e princípios científicos e as implicações que o desenvolvimento científico pode trazer para suas vidas.

Os conteúdos de Física, se apresentados de forma tradicional podem causar desmotivação e desinteresse por parte dos alunos, principalmente quando abordados de modo apenas expositivo e monológico, sem a utilização de recursos que possam chamar a atenção e despertar o interesse de uma geração fortemente ligada à tecnologia. Chega-se então ao aspecto que diz respeito aos conteúdos de Física ministrados em sala de aula, onde, apesar das iniciativas de inclusão da Física Moderna e Contemporânea no currículo do Ensino Médio (Paulo & Moreira, 2004; Pereira & Ostermann, 2009; Carvalho Neto et al., 2009; Silva e Almeida, 2011), seu ensino ainda encontra dificuldades e, algumas vezes, sequer ocorre. Consequentemente, são deixados de lado assuntos relevantes para o entendimento e observação do modo de vida das novas gerações.

Para atender, pelo menos parcialmente, estas circunstâncias, acredita-se que a inserção de conteúdos de Física Quântica no Ensino Médio se faz necessária frente aos avanços tecnológicos e a propagação de possíveis representações alternativas que podem dificultar seu entendimento. Mas a sua abordagem não pode ser feita da forma tradicional, é um problema que precisa ser abordado de forma atraente e que leve o aluno a se interessar pelas aulas. A proposta elaborada segue os passos das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, ou apenas UEPS (Moreira, 2011), onde, num primeiro momento é feito o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e, em seguida, é apresentado o conteúdo de uma forma mais geral e a partir daí cada assunto é abordado de forma mais específica, visando à diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa.

## 2. Referencial teórico

A proposta se insere na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, TAS (Ausubel 1968; 2000), e está baseada nas indicações das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, UEPS (Moreira, 2011).

As UEPS são compostas por etapas que, na sequência em que são propostas, buscam promover a aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2011), são oito os passos que servem como guia para elaboração das UEPS e cabe ao professor buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los a sua realidade escolar. Assim, o conteúdo foi cuidadosamente selecionado e organizado, de modo que o material elaborado sobre a Física Quântica fosse potencialmente significativo, ou seja, apresentasse significado

lógico (estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, etc.) e fizessem sentido para os alunos da terceira série do Ensino Médio, sendo os conceitos básicos a serem desenvolvidos: *quantização, incerteza, estado e superposição de estados*.

Segundo Ausubel (1968; 2000) a variável isolada que mais influencia a aprendizagem de um novo conteúdo é o conhecimento prévio, ou subsunçor, onde são ancorados os novos conhecimentos. Um subsunçor pode ser composto por representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e que estejam disponíveis para serem relacionadas interativamente ao conteúdo a ser aprendido.

Então, inicialmente foram investigados os conhecimentos prévios dos estudantes utilizando mapas mentais (Buzan & Buzan, 1994; Ontoria, De Luque & Gómez, 2004) e questionamentos sobre suas ideias a respeito da Física Quântica, respondidos oralmente pela classe como um todo. O mapa mental evidencia associações completamente livres, apresentando ideias-chave interligadas e com ramificações, formando uma rede estruturada com nós e conexões, sendo especialmente adequadas para identificar conhecimentos que podem funcionar como subsunçores ou obstáculos epistemológicos.

Em seguida a proposta de UEPS foi elaborada, respeitando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, que tratam especificamente da abordagem programática do conteúdo. A diferenciação progressiva prediz que ideias ou conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados logo no início e progressivamente ser diferenciados, ao longo do processo de ensino, em termos de detalhes e especificidades. Já a reconciliação integrativa prevê que o ensino deve explorar relações entre ideias e conceitos, apontando diferenças e semelhanças relevantes, reorganizando o conhecimento e sanando dúvidas.

Deste modo, os conceitos foram abordados simultaneamente, sendo apresentados inicialmente em nível máximo de generalidade, sendo então reapresentados em níveis de especificidade e complexidade cada vez maiores e sempre relacionados ao que já havia sido tratado. Assim, promoveu-se a diferenciação progressiva, partindo do geral ao específico, e a reconciliação integrativa, retomando os conhecimentos gerais a partir de ideias específicas.

O conhecimento novo, gerado pela interação entre os subsunçores e as informações apresentadas, naturalmente diferente destes últimos, e foi apresentado pelos estudantes na construção de seus mapas conceituais (Novak, 1977; 1980; Moreira, 2010) e de um conjunto de atividades previstas na UEPS. Mapa conceitual é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos, onde se percebe que alguns são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros. As associações estão diretamente relacionadas ao contexto da matéria de ensino, diferente dos mapas mentais, nos quais as associações são sempre livres. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem e sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação, procurando refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado.

A proposta aqui apresentada segue os princípios acima descritos. Assim, num primeiro momento foi feito o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, em seguida foi apresentado o conteúdo de uma forma generalizada e, a partir daí, cada conceito-chave foi abordado de forma específica e detalhada. Os conceitos abordados para esta UEPS foram *quantização, incerteza, estado e superposição de estados*, que são considerados cruciais para o entendimento da Física Quântica.

### 3. Metodologia

A implementação das atividades em sala de aula ocorreu em quatro turmas de 3ª série do Ensino Médio da E. E. E. M. Carlos Antonio Kluwe, em Bagé – RS – Brasil. As quatro turmas foram divididas em dois grupos de duas turmas cada, com o objetivo de melhor avaliar a eficácia da proposta, além de possibilitar modificações na proposta original quando fosse preciso. Assim, o primeiro grupo iniciou as atividades em 10 de outubro de 2011, contando com 18 aulas, e o segundo grupo, em 31 de outubro de 2011, totalizando 15 aulas.

Os conceitos – *quantização, incerteza, estado e superposição de estados* – foram abordados de forma conceitual e de acordo com a interpretação de Copenhagen (Cohen-Tannoudji et al., 1977). A intenção foi valorizar a interpretação dos fenômenos e as equações mais simples, deixando de abordar complexidades matemáticas avançadas, uma vez que a implementação se deu em turmas de Ensino Médio.

Como a aprendizagem significativa e o domínio de um campo de conhecimentos são progressivos, o foco do trabalho esteve no progresso do estudante ao longo do processo e não em seus resultados finais. Por isso, foram propostas questões e situações, que buscassem verificar a compreensão e a assimilação de significados pelos alunos, durante toda a implementação da UEPS.

Para melhor organizar os conhecimentos, foi solicitado aos alunos que produzissem algum material em cada passo da UEPS, como produto da aprendizagem. Ao todo foram seis as tarefas realizadas pelos alunos: mapa mental, questionamentos iniciais, trabalho de livre escola realizado após o primeiro texto, mapa conceitual, avaliação individual e jornal da turma. As tarefas realizadas pelos alunos são esclarecidas na Tabela 01 e estão relacionadas aos passos propostos na UEPS.

Tabela 01: Atividades realizadas pelos estudantes em cada passo da UEPS

Passo	Objetivo de cada passo	Atividade realizada pelos alunos
1	Definição do tema.	-
2	Exteriorizar os subsunçores.	Elaboração de mapas mentais em duplas. Discussão de algumas questões norteadoras propostas pela professora, pelo grande grupo (toda a classe).
3	Aguçar a curiosidade dos alunos e relacionar os conhecimentos com auxílio de organizadores prévios em nível introdutório.	Leitura do artigo <i>Física Quântica para Todos</i> (parcialmente adaptado de Nunes, 2007). Discussão sobre o texto em pequenos grupos. Confecção de um trabalho, de livre escolha, em grupos.
4	Apresentação dos conceitos, relacionando-os aos exemplos e discussões anteriores.	Assistir o documentário <i>Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica</i> (Discovery, 2007). Construção de mapas conceituais, pelas mesmas duplas do passo 2.
5	Retomar o conteúdo, utilizando a comparação dos mapas realizados no passo 2 com os obtidos no passo 4 para abordar ideias que foram abandonadas e observar o que foi acrescentado.	Comparação qualitativa entre os mapas mentais e conceituais, em duplas, segundo a participação nos passos anteriores. Relato oral e escrito deste momento.
6	Encerramento do conteúdo, com a apresentação dos conceitos em	Discussão no grande grupo sobre a abordagem utilizada em desenhos e charges sobre conceitos

	nível máximo de complexidade, de acordo com o nível escolar.	de Física Quântica. Confecção de um pequeno jornal da turma, no grande grupo. São utilizados diferentes recursos, como pequenos artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. Os recursos são de escolha da turma.
7	Avaliação somativa. Avaliação formativa. O desempenho dos estudantes é avaliado pelo professor e está baseado, de forma igualitária, nas duas avaliações.	Avaliação somativa individual, realizada em sala de aula, através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. Avaliação formativa, de acordo com as atividades desenvolvidas pelos estudantes e as anotações da professora ao longo da UEPS.
8	Avaliação da própria UEPS. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado.	Análise oral da proposta como um todo, incluindo o desempenho dos estudantes nas avaliações e atividades realizadas, as estratégias de ensino utilizadas e seu próprio aprendizado.

Para este trabalho, foram selecionadas as atividades dos passos 2 e 4, sendo discutidas as modificações ocorridas ao longo do processo, bem como a evolução na compreensão dos conceitos e nas relações entre eles, presentes nos mapas mentais e conceituais. Todas essas características podem servir como indício da ocorrência de aprendizagem significativa.

#### 4. Resultados parciais

São apresentados alguns indicadores de aprendizagem significativa presentes nos mapas elaborados pelos estudantes: observou-se a presença/ausência/modificação de algumas ideias ao comparar os mapas mentais, realizados no início da intervenção, e os mapas conceituais, construídos após apresentação do conteúdo de Física Quântica. Essas relações foram analisadas qualitativamente. Também são apresentados alguns comentários feitos pelos alunos a respeito de sua evolução ao comparar as duas atividades.

São discutidos a seguir os mapas de três duplas de estudantes. As duas primeiras Figuras correspondem à dupla A, as Figuras 03 e 04 pertencem à dupla B, e os últimos dois mapas (figuras 5 e 6) são referentes à dupla C.

Na Figura 01 tem-se o mapa mental elaborado pela dupla A, onde se observa a presença de termos relacionados a conteúdos de Física estudados anteriormente, como eletromagnetismo (aparelhos, voltímetro, amperímetro, ohmímetro e CEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul) e mecânica (ônibus em movimento, reação). A associação com a apresentação dos conteúdos de Física nas aulas em geral (números e quantidades, cálculos, fórmulas, quantidade, valores, medida e experiência) também é marcante. A expressão “quântico dos quânticos” corresponde ao nome de uma música, do cantor brasileiro Gilberto Gil.

Já na Figura 02 tem-se o mapa conceitual realizado pela mesma dupla, onde o contato em aula com a Física Quântica aparece claramente no uso de conceitos específicos (marcados na própria figura) além de aplicações da teoria (computadores, DVDs e CDs).

A mudança no conhecimento dos alunos, de acordo com a análise dos mapas pela professora, é bastante nítida, mesmo assim, solicitou-se aos alunos que avaliassem seu próprio trabalho. Assim, a dupla escreveu: “No primeiro mapa colocamos objetivos

da física quântica que não ligavam a própria física quântica. No segundo mapa já colocamos tudo que aprendemos na sala de aula e o que realmente liga a física quântica como equilíbrio de energia, a modernidade que está ligada a física quântica como os computadores e Tvs. A diferença das físicas dos outros anos da física quântica: nos outros anos a física tem uma fórmula exata e já a física quântica não tem nada exata”. De acordo com o relato obtido, verifica-se que a dupla associa a Física Clássica à utilização de fórmulas e resultados únicos, o que, segundo eles, é a principal diferença em relação à Física Quântica, indicando que o mapa mental estava basicamente relacionado ao conteúdo clássico escolar e, portanto, os estudantes não apresentavam subsunçores disponíveis específicos sobre a teoria quântica.

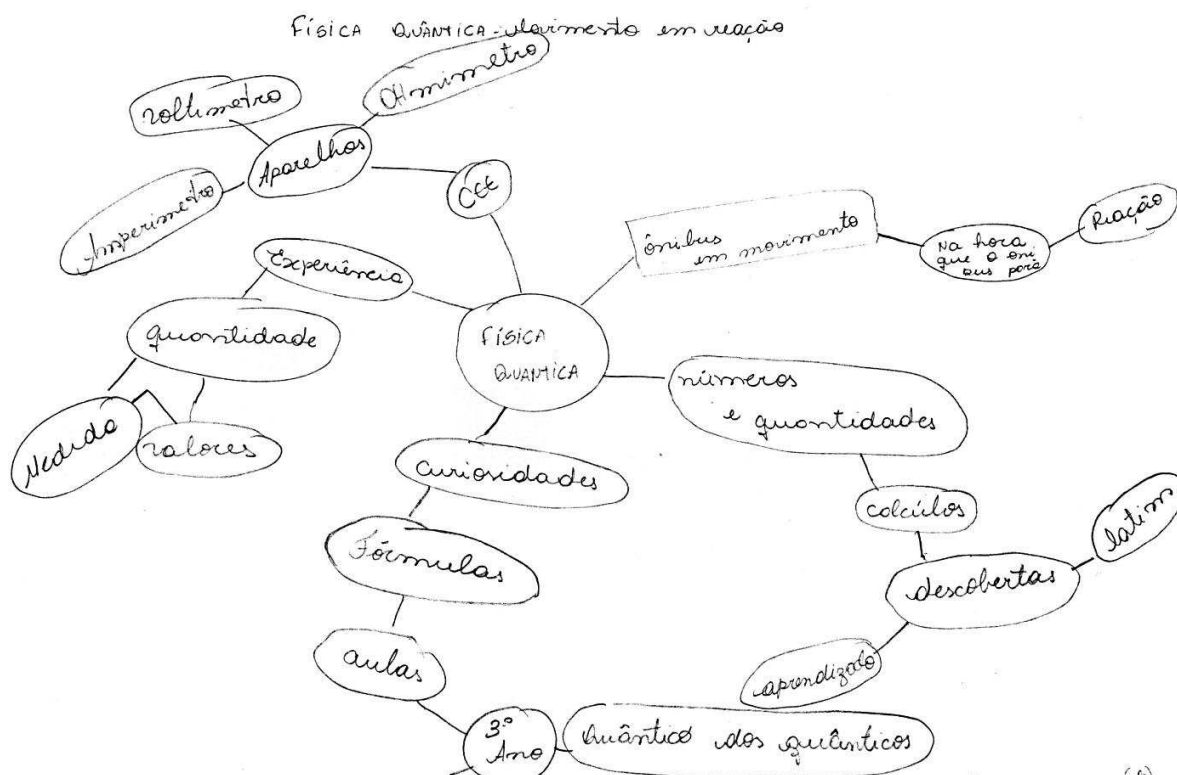


Figura 01: Mapa mental da dupla A

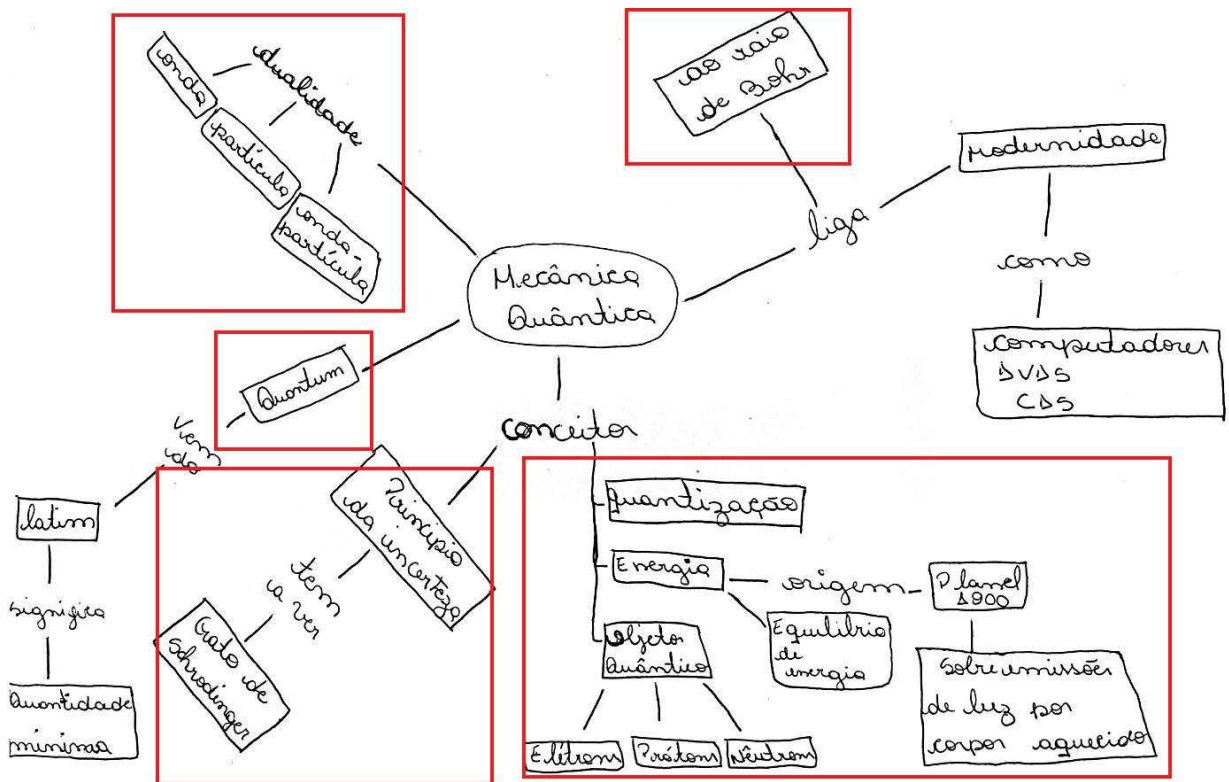


Figura 02: Mapa conceitual da dupla A

Na Figura 03 é apresentado o mapa mental elaborado pela dupla B, cujas associações estão relacionadas basicamente à Física de Partículas (partículas elementares, 3 quarks, divisíveis, energização – positiva e negativa – e quanta) que tradicionalmente é abordada no Ensino Médio na disciplina de Química. No mapa conceitual realizado pela mesma dupla, apresentado na Figura 04, se observa a presença de um conjunto de aplicações da Física Quântica e outro conjunto relacionado ao conteúdo abordado na UEPS. Os dois conjuntos aparecem marcados na própria figura, sendo localizado ao lado esquerdo o conjunto relacionado às aplicações e do lado direito o conjunto relacionado aos conceitos especificamente relacionados à teoria quântica.

A mudança das relações feitas pelos estudantes é bastante evidente na comparação entre os mapas, uma vez que inicialmente estes não apresentavam um conhecimento vagamente relacionado à Teoria Quântica e após a apresentação do conteúdo, alguns conceitos foram assimilados. Infelizmente, estes alunos não entregaram ao professor uma análise escrita sobre as modificações observadas em seus mapas.

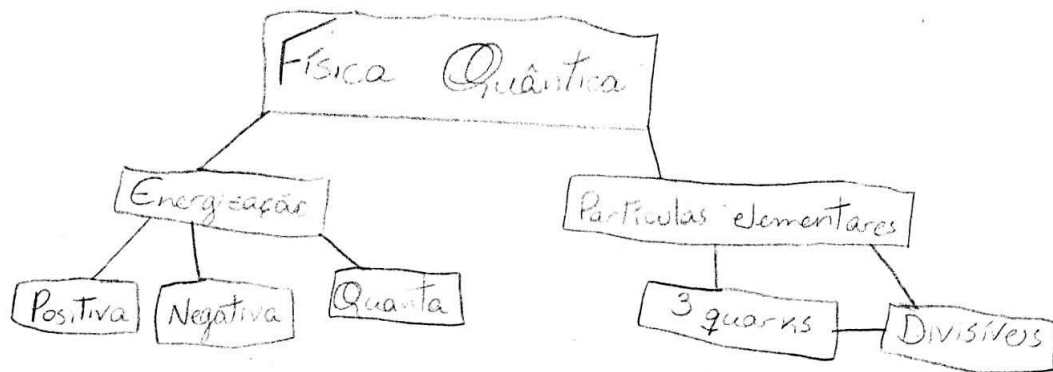


Figura 03: Mapa mental da dupla B

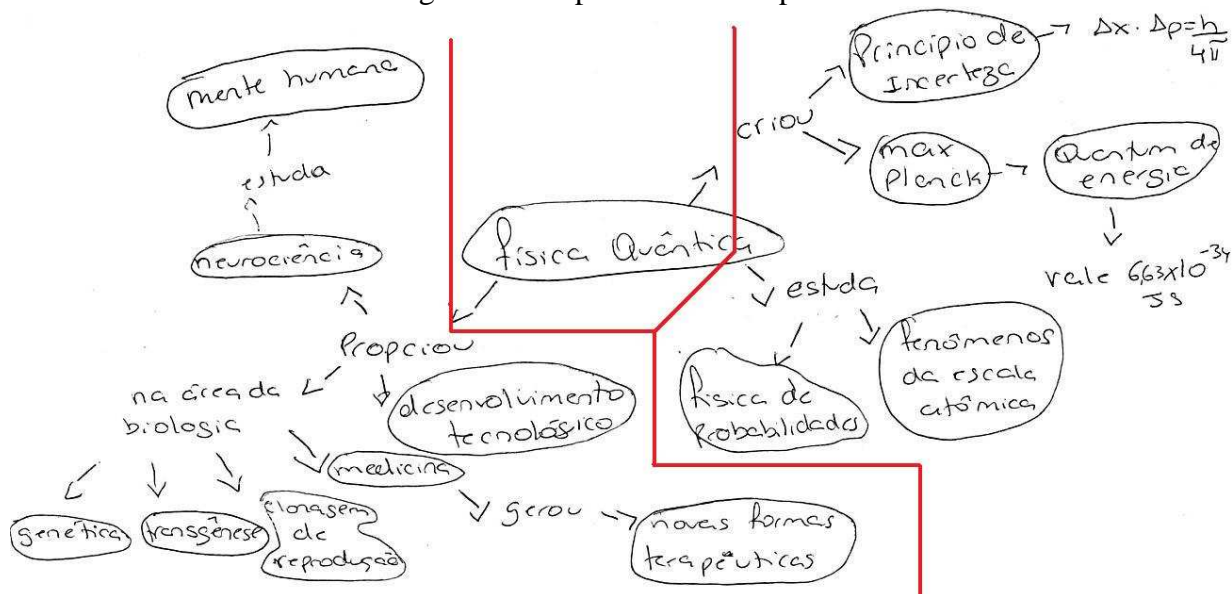


Figura 04: Mapa conceitual da dupla B

Na Figura 05 tem-se o mapa mental elaborado pela dupla C, no qual ocorre a associação com o Eletromagnetismo (corrente elétrica e resistência, envolve energia) e novamente relações com a disciplina de Química (moléculas, átomos e partículas, instável e estável). Chama a atenção a presença da frase “estudo do máximo e mínimo de quantons de um elemento ou substância”, que talvez seja um indício de conhecimento prévio. As ideias relacionadas à Física Atômica (estudadas na disciplina de Química) mantiveram-se presentes no mapa conceitual da dupla, apresentado na Figura 06. Adicionaram-se a este segundo mapa aplicações da Teoria Quântica, representados por Supercondutividade e Física Moderna, e conjuntos dissociados com relação ao conteúdo estudado em classe (marcados na figura). Observa-se aqui que a dupla ainda apresenta dúvidas quanto ao princípio da incerteza, que aparece duas vezes e com enfoques diferentes: ora relacionado à medida e ora com referência ao misticismo. Os estudantes não foram capazes de observar esta questão, escrevendo sobre a relação observada entre seus mapas apenas o seguinte: “*percebemos uma grande diferença em entrar a fundo e conhecer a Física Quântica mesmo sendo algo inexplicável. No primeiro colocamos os tópicos por cima do pouco que sabíamos, já no segundo a mudança veio em várias partes com princípios, partículas e termos do conhecimento científico*”.

Apesar da diferença evidenciada nos conceitos utilizados, a dupla apresenta algumas dúvidas, que devem ser novamente abordadas pela professora. De acordo com o planejamento da UEPS, novas abordagens do conteúdo serão feitas após a elaboração dos mapas conceituais, contribuindo nesse sentido.



Figura 05: Mapa mental da dupla C

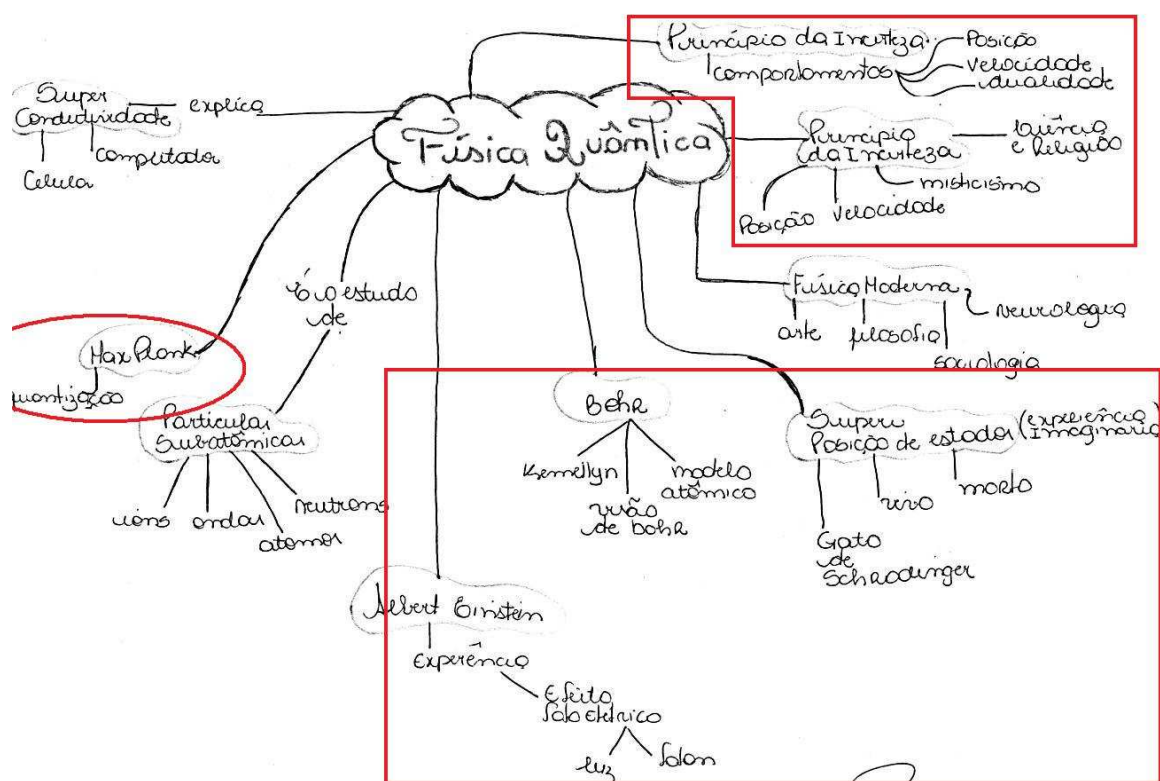


Figura 06: Mapa conceitual da dupla C

Em todas as duplas do estudo observaram-se mudanças semelhantes às apresentadas aqui, sendo, portanto, os mapas aqui mostrados representativos das turmas. Conforme as observações acima, alguns indícios de aprendizagem significativa foram encontrados, uma vez que os estudantes expuseram conceitos e relações cientificamente aceitas no domínio da Física Quântica, de acordo com a compreensão esperada para o



Ensino Médio. Provavelmente mais indícios podem ser encontrados nas demais atividades realizadas pelos estudantes, pois o estudo ainda encontra-se em fase de análise de dados.

## 5. Conclusão

Apesar de a análise dos dados ainda não ter sido concluída, já é possível antecipar algumas evidências de aprendizagem significativa ao comparar mapas mentais – realizados no início da intervenção, como forma de detectar subsunçores – com mapas conceituais – indicadores da evolução dos conhecimentos sobre Física Quântica – explorando as relações entre conceitos cientificamente aceitos. A utilização dos mapas mostrou-se um bom recurso para obtenção de evidências da construção do conhecimento pelos alunos, auxiliando tanto a professora quanto os próprios estudantes, na identificação de relações que foram assimiladas e suas falhas de compreensão, facilitando a retomada de conceitos, que ainda não foram totalmente esclarecidos, nas fases seguintes da proposta de UEPS.

Para completar a análise, ainda é preciso verificar os dados referentes às demais atividades realizadas pelos estudantes, nas quais se espera obter indícios mais consistentes de aprendizagem significativa. A abordagem da Física Quântica no Ensino Médio mostrou-se viável e trouxe bons resultados e a utilização da UEPS como proposta metodológica apresentou caráter inovador, uma vez que é uma abordagem muito recente.

Mais que um instrumento para promover a aprendizagem significativa, o uso de UEPS, bem como de recursos como mapas mentais e conceituais, pode ser uma opção interessante para a atualização curricular e inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

## 6. Referências

Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.

Brasil. (1999). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza e Matemática*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnologia.

\_\_\_\_\_. (2002). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnologia.

\_\_\_\_\_. (2006). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnologia.

Buzan, T. & Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Dutton Books. 320p.

Carvalho Neto, R. A.; Freire Júnior, O.; Silva, J. L. P. B. (2009). Improving students' meaningful learning on the predictive nature of quantum mechanics. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(1).

- Cohen-Tannoudji, C.; Diu, B.; Laloe, F. (1977). *Quantum mechanics*. Paris: Hermann.
- Discovery. (2007). Documentário. *Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica – Partes 1 a 6*. Parte 1 disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=O1dHym14W5Q&NR=1>>. Acesso em: 08 mar. 2012.
- Moreira, M. A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora. 80 p.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf)>. Acesso: 08 mar. 2012.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.
- Novak, J.D. (1980). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira. Tradução de M. A. Moreira do original A theory of education.
- Nunes, A. L. (2007). *Física Quântica para Todos*. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVII, 2007, São Luis. Anais eletrônicos. São Paulo: SBF. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0071-1.pdf>>. Acesso: 08 mar. 2012.
- Ontoria, A., De Luque, A. & Gómez, J.P.R. (2004). *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras. 168p.
- Paulo, I. J. C.; Moreira, M. A. (2004). Abordando Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no Nível Médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(2), 63-73.
- Pereira, A. P.; Ostermann, F. (2009). Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(3), 393-420.
- Silva, A. C.; Almeida, M. J. P. M.(2011) Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(3), 624-652.

## APÊNDICE J

*Trabalho publicado nos Anais do 2º Simpósio de Ensino de Física e de Matemática: relação entre saberes e fazeres, realizado em Santa Maria, em 2012, contando com auxílio CAPES e CNPq.*

### UMA PROPOSTA DE UEPS UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS

**Griebeler, A. – UFRGS – [agriebeler@gmail.com](mailto:agriebeler@gmail.com)**  
conta com financiamento parcial CAPES

**Hilger, T. R. – UFRGS – [thais.hilger@ufrgs.br](mailto:thais.hilger@ufrgs.br)**  
conta com financiamento CAPES

**Moreira, M. A. – UFRGS – [moreira@if.ufrgs.br](mailto:moreira@if.ufrgs.br)**  
conta com financiamento CNPQ

### RESUMO

Neste trabalho são apresentados resultados preliminares obtidos a partir da implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo – UEPS – em quatro turmas de terceira série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Bagé – RS. O conteúdo proposto trata de conceitos relacionados à Física Quântica (quantização, incerteza, estado e superposição de estados), apresentado de acordo com a sequência de oito passos da UEPS, visando a aprendizagem significativa desses conceitos. São analisados neste trabalho mapas livres e mapas conceituais elaborados em duplas, bem como a comparação entre eles. Ainda são apresentados alguns comentários de estudantes sobre seu desenvolvimento na compreensão dos conceitos abordados na proposta. Apesar de os resultados ainda não estarem completos, já fornecem indícios de aprendizagem significativa, que é o objetivo de uma UEPS. Ainda são apresentados comentários que indicam a boa receptividade da proposta, que encorajam novas aplicações.

Palavras-chave: UEPS; Aprendizagem Significativa; Mapas Livres; Mapas Conceituais.

### 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento é produzido no meio científico erudito e apresenta regras metodológicas e teóricas objetivas e muito rigorosas. Trata-se de um universo restrito, composto por atividades intelectuais e pelas ciências, que produzem o conhecimento em unidades especializadas e hierarquizadas. Este é o chamado universo reificado.

Por outro lado, as relações provenientes do cotidiano e do senso comum formam os chamados universos consensuais. O conhecimento produzido neste universo não apresenta regras pré-estabelecidas ou alguma objetividade, ao contrário, utiliza-se de uma lógica própria. A sociedade em geral participa deste universo de forma igualitária e os indivíduos podem expressar-se segundo seus próprios valores: todas as teorias elaboradas para explicar o cotidiano têm igual valor e, quando compartilhadas, regem certos comportamentos habituais.

Entre estes dois universos encontram-se os meios de divulgação, como, por exemplo, internet, cinema, televisão, rádio, etc., que tentam traduzir o conhecimento,

proveniente do universo reificado, para a população que integra o universo consensual. Além desses meios há também pessoas que fazem essa transformação da informação, atuando em suas profissões, como é o caso de professores, jornalistas, apresentadores e palestrantes, cientistas amadores, etc.

Devido à enorme quantidade de informações recebidas, os conteúdos científicos recebem cada vez mais atenção e, muitas vezes, dominá-los é sinal de status. Além disso, com certa frequência os assuntos veiculados fazem referência ao universo reificado, e a população naturalmente sente necessidade de posicionar-se a respeito desses temas. Assim, surge na sociedade atual uma nova espécie de senso comum, “permeado pela razão e submetido à autoridade legítima da ciência. Este é um conhecimento de segunda mão que se estende e estabelece constantemente em um novo consenso sobre cada descobrimento e cada teoria” (MOSCOVICI & HEWSTONE, 1984, p. 685).

Muitas teorias de aprendizagem se preocupam com a situação cognitiva do aluno, seja esta situação algo que se desenvolve naturalmente ou que necessita de um parceiro, professor ou meio sócio-cultural. No ensino de Física esta preocupação também está presente, principalmente em identificar qual o conhecimento prévio dos estudantes que pode ser relevante para a aprendizagem dos conteúdos escolares. Assim, esse novo conhecimento pode atuar como subsunçor para a aprendizagem significativa.

Alguns temas curiosos envolvendo a Física vêm sendo repetidamente expostos na mídia, como é o caso das tecnologias e mesmo de conjecturas a respeito do desenvolvimento da humanidade e seu futuro. Assim, alguns termos científicos têm apresentado grande destaque nos meios de comunicação para explicar fenômenos dos mais diferentes tipos, como é o caso da Física Quântica.

Essa exposição na mídia faz com que surja o interesse dos estudantes, levando-os a se informar sobre o tema. Mas em diversas ocasiões os conceitos são apresentados erroneamente, ou de modo muito simplificado, adotando significados que não são aceitos pela comunidade de Físicos.

Neste panorama, as informações propagadas pelos meios de divulgação (boas ou não tão boas) podem exercer grande influência na formação do conhecimento prévio. Caso informações inadequadas sejam incorporadas pelo sujeito em sua estrutura cognitiva, pode criar um subsunçor que atue como barreira para a aprendizagem significativa de um conceito como pretendido na comunidade científica.

Acredita-se que aproveitar os temas de interesse dos estudantes talvez seja uma boa forma de conquistá-los à Física ou, pelo menos, desfazer possíveis enganos conceituais incorporados no contato com meios de divulgação. Neste sentido, foi desenvolvida uma estratégia didática de sala de aula, para a terceira série do Ensino Médio, que aborda conceitos de Física Quântica com o intuito de buscar a aprendizagem significativa. Esta estratégia é uma UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativo – baseada nos princípios de diferentes teorias de aprendizagem que se complementam.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativo, ou apenas UEPS, tomam por base um conjunto de teorias de aprendizagem que, juntas, promovem o ensino em aprendizagem significativa. Moreira (2011) aponta os princípios norteadores na construção das UEPS e são destacados no Quadro 01 alguns que foram relevantes para a estratégia apresentada neste artigo, porém os que não guiaram a proposta não serão relacionados aqui, como o caso do uso do computador como mediador de situações-problema.

O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Quadro 01 - princípios norteadores da proposta, com base em Moreira (2011).

As UEPS são compostas por etapas que, na sequência em que são propostas, buscam promover a aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2011), são oito os passos que servem como guia para elaboração das UEPS e que cabe ao professor buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los a sua realidade escolar.

Em primeiro lugar, é preciso definir o tópico a ser trabalhado e identificar quais os aspectos, declarativos e procedimentais, que serão necessários para abordar o tema escolhido e como serão relacionados;

Em seguida, deve-se pensar nas situações que podem levar o aluno a externalizar seu conhecimento prévio supostamente relevante, seja ele aceito ou não no contexto do conteúdo de ensino. Podem ser utilizados questionários, mapas mentais, discussões, etc.

Num terceiro momento ocorre a preparação para o conteúdo, por meio de situações-problema e sempre considerando o conhecimento prévio exposto no passo anterior. Deve-se preparar os estudantes para o conhecimento (declarativo ou procedimental) que virá a seguir, portanto as situações-problema apresentadas, ainda que introdutórias, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado. Estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo. É necessário que seja desta forma, pois são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos e para isso o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente. É através da percepção e da identificação dos

conhecimentos prévios que serão elaborados os primeiros modelos mentais sobre o conteúdo.

Uma vez trabalhadas as situações iniciais, o conhecimento a ser ensinado/aprendido será apresentado levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando e abordando aspectos específicos. Neste momento a estratégia adotada pode ser, por exemplo, uma breve exposição seguida por atividade colaborativa em pequenos grupos e, em seguida, uma atividade de apresentação ou discussão em grande grupo.

Dando continuidade ao processo de ensino, é preciso retomar os aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade e pode-se utilizar uma breve exposição oral, de um recurso computacional, etc., neste momento. Ainda podem-se dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, e assim, promover a reconciliação integradora. Ao final desta segunda apresentação, propor outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, necessariamente negociando significados com a mediação do professor. Esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc.

Para concluir o conteúdo, dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes, porém de uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa. Isto deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser uma breve exposição oral, leitura de um texto, recurso computacional, audiovisual, etc.. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em nível mais alto de complexidade em relação às situações anteriores, essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do professor.

Durante toda a implementação da UEPS deverá ocorrer a avaliação tanto da proposta quanto do desempenho dos estudantes, através de anotações de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo. Também é preciso realizar uma somativa, antes da terceira apresentação do conteúdo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (registros do professor) como na avaliação somativa. É muito importante que as questões/situações propostas na avaliação somativa sejam validadas por professores experientes na área.

A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. Como a aprendizagem significativa e o domínio de um campo de conhecimentos são progressivos, o foco do trabalho é no progresso do estudante ao longo do processo e não em seus resultados finais.

A proposta aqui apresentada segue os passos acima descritos, onde, num primeiro momento foi feito o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, em seguida foi apresentado o conteúdo de uma forma generalizada e, a partir daí, cada assunto foi abordado de forma específica e detalhada, visando à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora. Os conceitos abordados para esta UEPS

foram quantização, incerteza, estado e superposição de estados, que são considerados cruciais para o entendimento da Física Quântica.

### 3. METODOLOGIA

Após a elaboração da UEPS, a implementação das atividades em sala de aula ocorreu em quatro turmas de 3ª série do Ensino Médio da E. E. E. M. Carlos Antonio Kluwe, em Bagé – RS, durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2011.

As quatro turmas foram divididas em dois grupos de duas turmas cada, com o objetivo de melhor avaliar a eficácia da proposta, além de possibilitar modificações na proposta original quando fosse preciso. Assim, o primeiro grupo iniciou as atividades em 10 de outubro de 2011, contando com 18 aulas, e o segundo grupo, em 31 de outubro, totalizando 15 aulas. Para facilitar a análise dos resultados, estes grupos serão denominados fase 1 e fase 2, respectivamente.

Os conceitos – quantização, incerteza, estado e superposição de estados – foram abordados de forma conceitual e de acordo com a interpretação de Copenhagen. Assim, a intenção foi valorizar a interpretação dos fenômenos e as equações mais simples, deixando de abordar as complexidades matemáticas mais avançadas, uma vez que a implementação se deu em turmas de Ensino Médio.

Parte da avaliação dos estudantes deu-se ao longo do processo, ponderando sobre as anotações da contribuição dos alunos, com ênfase ao que pode ser considerado evidência de aprendizagem significativa dos conteúdos propostos. Além disso, foram propostas questões e situações que buscassem verificar a compreensão e a assimilação de significados pelos alunos.

Para melhor organizar os conhecimentos, foi solicitado que os alunos produzissem algum material em cada um dos passos da UEPS como produto da aprendizagem para que eles se sentissem mais uma vez desafiados a participar do processo de ensino-aprendizagem. Ao todo foram seis as tarefas realizadas pelos alunos: o mapa livre, os questionamentos iniciais, o trabalho de livre escola após o primeiro texto, o mapa conceitual, a avaliação individual e o jornal da turma.

As tarefas realizadas pelos alunos são esclarecidas na Tabela 01 e estão relacionadas aos passos propostos na UEPS.

Tabela 01 - atividades realizadas pelos alunos de acordo com os passos da proposta.

Passo	Objetivo de cada passo	Atividade realizada pelos alunos
1	Definição do tema.	-
2	Exteriorizar os subsunçores.	Elaboração de mapas livres em duplas. Discussão de algumas questões norteadoras propostas pelo professor, pelo grande grupo (toda a classe).
3	Aguçar a curiosidade dos alunos e relacionar os conhecimentos com auxílio de organizadores prévios em nível introdutório.	Leitura do artigo <i>Física Quântica para Todos</i> (parcialmente adaptado de Nunes, 2007). Discussão sobre o texto em pequenos grupos. Confecção de um trabalho, de livre escolha, em grupos.
4	Apresentação dos conceitos, relacionando-os aos exemplos e discussões anteriores.	Assistir o documentário <i>Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica</i> (DISCOVERY, 2007). Construção de mapas conceituais, pelas mesmas duplas do passo 2.
5	Retomar o conteúdo, utilizando a comparação dos mapas realizados	Comparação qualitativa entre os mapas livres e os mapas conceituais, em duplas, segundo a

	no passo 2 com os obtidos no passo 4 para abordar ideias (principalmente as relacionadas à quântica alternativa) que foram abandonadas e observar o que foi acrescentado.	participação nos passos anteriores. Relato oral e escrito deste momento.
6	Encerramento do conteúdo, com a apresentação dos conceitos em nível máximo de complexidade, de acordo com o nível escolar.	Discussão no grande grupo sobre a abordagem utilizada em desenhos e charges sobre os conceitos de Física Quântica. Confecção de um pequeno jornal da turma, no grande grupo. São utilizados diferentes recursos, como pequenos artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. Os recursos são de escolha da turma.
7	Avaliação somativa. Avaliação formativa. O desempenho dos estudantes é avaliado pelo professor e está baseado, de forma igualitária, nas duas avaliações.	Avaliação somativa individual, realizada em sala de aula, através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. Avaliação formativa, de acordo com as atividades desenvolvidas pelos estudantes e as anotações do professor ao longo da UEPS.
8	Avaliação da própria UEPS. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado.	Análise oral da proposta como um todo, incluindo o desempenho dos estudantes nas avaliações e atividades realizadas, as estratégias de ensino utilizadas e seu próprio aprendizado.

A UEPS proposta faz parte de um trabalho de mestrado que está em fase de análise dos dados. Portanto, serão apresentados a seguir alguns resultados parciais, focando nas modificações observadas entre os mapas livres, realizados no passo 2, e os mapas conceituais, elaborados no passo 4. São relacionados também aspectos levantados na comparação dos estudantes sobre seu desenvolvimento nessas atividades, realizada no passo 5.

#### 4. RESULTADOS PARCIAIS

A partir das anotações do professor durante a implementação da UEPS em sala de aula, são apresentados resultados iniciais sobre indicadores de aprendizagem significativa presentes nos mapas elaborados pelos estudantes. Também foram observados os comentários feitos por estes a respeito da atividade, bem como a presença/ausência/modificação de algumas ideias ao comparar os mapas livres, realizados no início da intervenção, e os mapas conceituais, realizados após apresentação do conteúdo de Física Quântica. Essas relações foram analisadas qualitativamente e seu estudo ainda não está completo.

São discutidos a seguir os mapas de três duplas de estudantes. As duas primeiras Figuras correspondem à dupla A, as Figuras 03 e 04 pertencem à dupla B, e os últimos dois mapas são referentes à dupla C.

Na Figura 01 tem-se o mapa livre elaborado pela dupla A, da fase 1 de implementação. Na Figura 02 tem-se o mapa conceitual realizado pela mesma dupla. Observa-se no primeiro mapa uma criação livre, onde a Física Quântica aparece ligada essencialmente às partículas atômicas e a conceitos vistos em momentos anteriores nas disciplinas de Física e Química. Não são observadas ligações entre os conceitos. Por outro lado, o mapa conceitual contempla praticamente todos os conceitos abordados no



decorrer da UEPS. O conhecimento aparentemente se encontra de maneira mais organizada, o que é evidenciado pelas ligações entre conceitos e pelos elementos de ligação, apontando para uma boa compreensão dos conteúdos abordados.

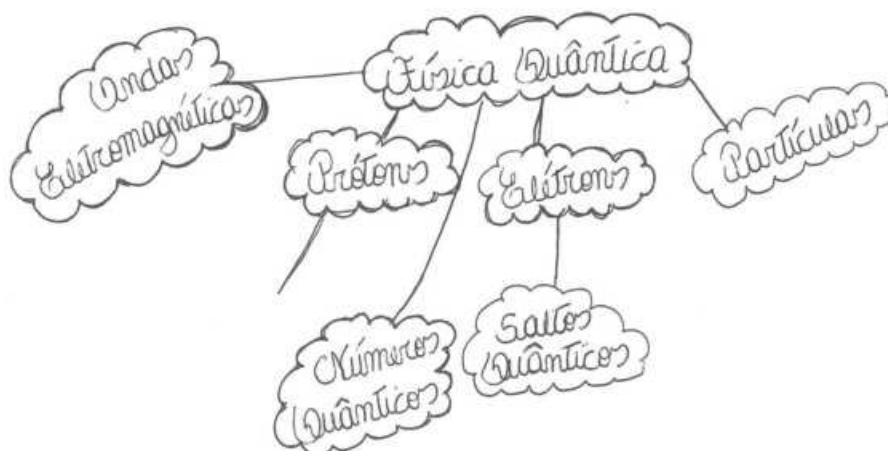


Figura 01 - Mapa livre elaborado pela dupla A.

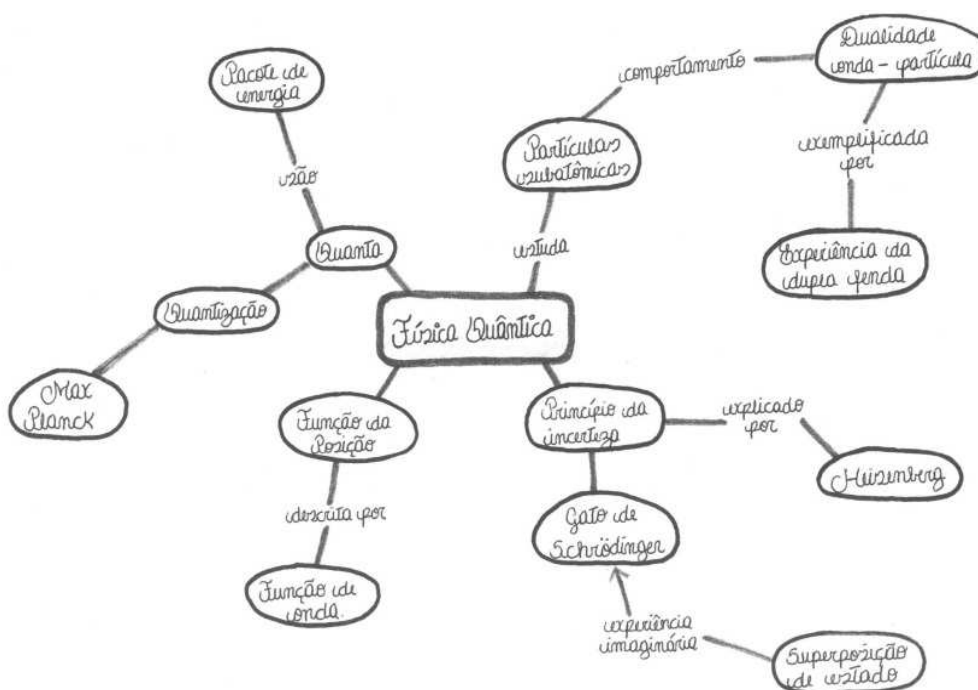


Figura 02 - Mapa conceitual elaborado pela dupla A.

Na Figura 03 tem-se o mapa livre realizado pela dupla B, da fase 2, e na Figura 04, o mapa conceitual elaborado pela mesma dupla. Observa-se no primeiro mapa uma grande quantidade de conceitos ligados a Física, que podem ser devido ao contato anterior em disciplinas de Física e Química, como ocorre para a dupla A. Percebe-se também que há ligações secundárias, que pode ser indício de uma hierarquia de conceitos. Já o mapa conceitual apresenta os conceitos abordados em aula e ainda conceitos que fazem parte de estudos adicionais realizados em função do grande interesse demonstrado pelo assunto. Interesse este que levou uma das alunas a fazer pesquisas na internet e até fazer sugestões de vídeos que também poderiam ser

utilizados em sala de aula. Também se podem perceber elementos de ligação que unem os conceitos entre si e estipulam uma hierarquia para esses conceitos.

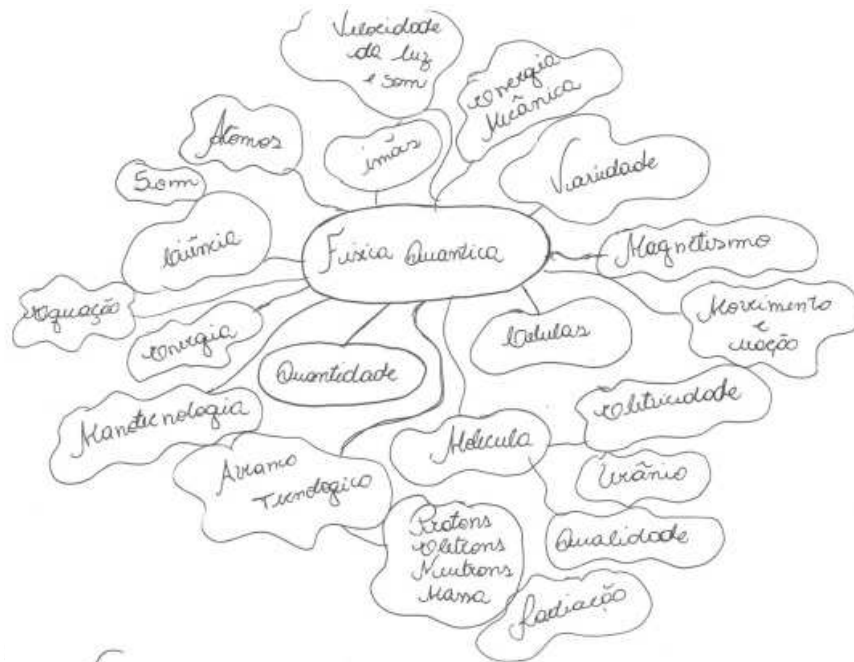


Figura 03 - Mapa livre elaborado pela dupla B.

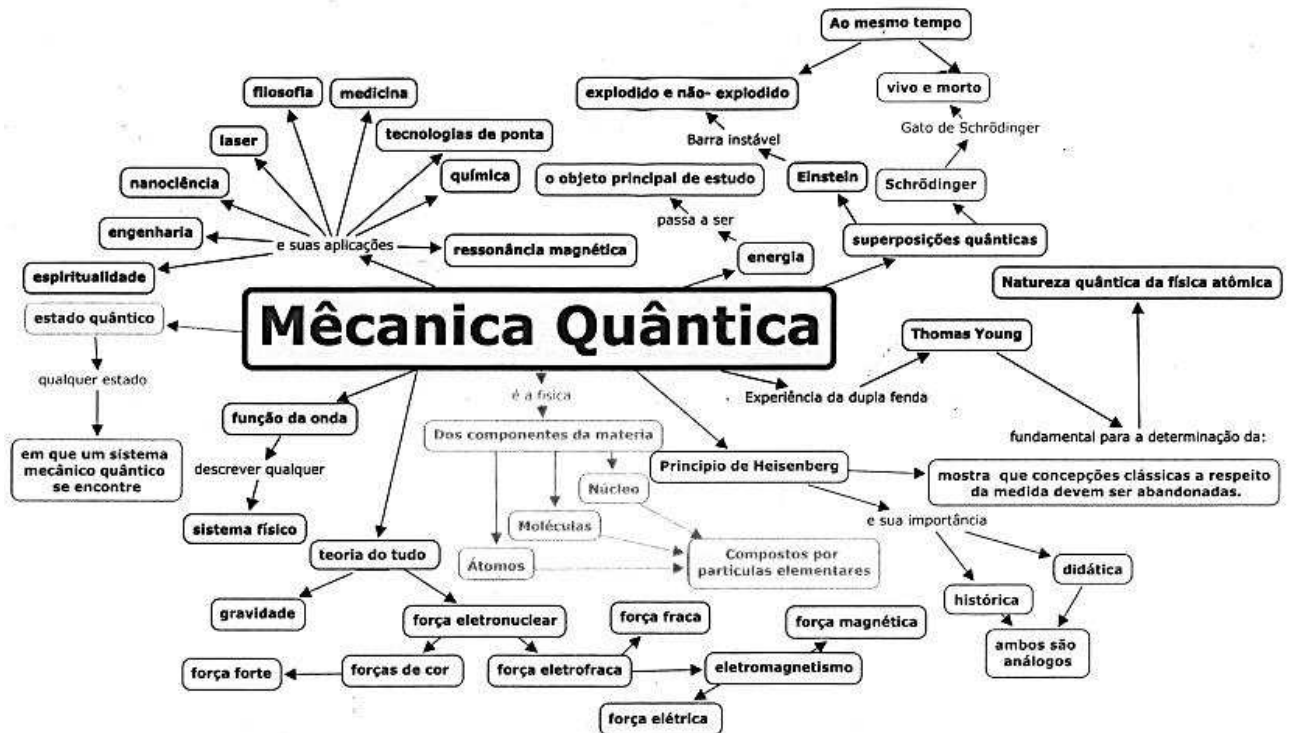


Figura 04 - Mapa conceitual elaborado pela dupla B.

A Figura 05 apresenta o mapa livre da dupla C, da fase 1, e na Figura 06 tem-se o mapa conceitual preparado pela mesma dupla. No primeiro mapa os alunos realizaram associações livres, sem elementos de ligação e possivelmente sem saber de que forma cada termo se ligava a Física Quântica. Há presença termos soltos como “variedade” e “universo”. Já o mapa conceitual se apresenta como uma superação frente ao primeiro.

Nele estão os conceitos abordados em aula e elementos que unem esses conceitos a outros de segunda hierarquia e também de terceira.

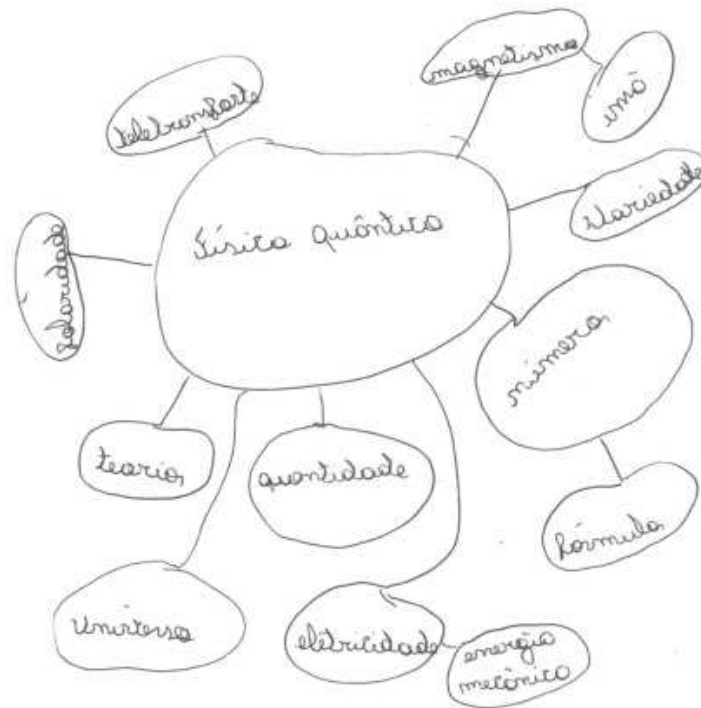


Figura 05 - Mapa livre elaborado pela dupla C.

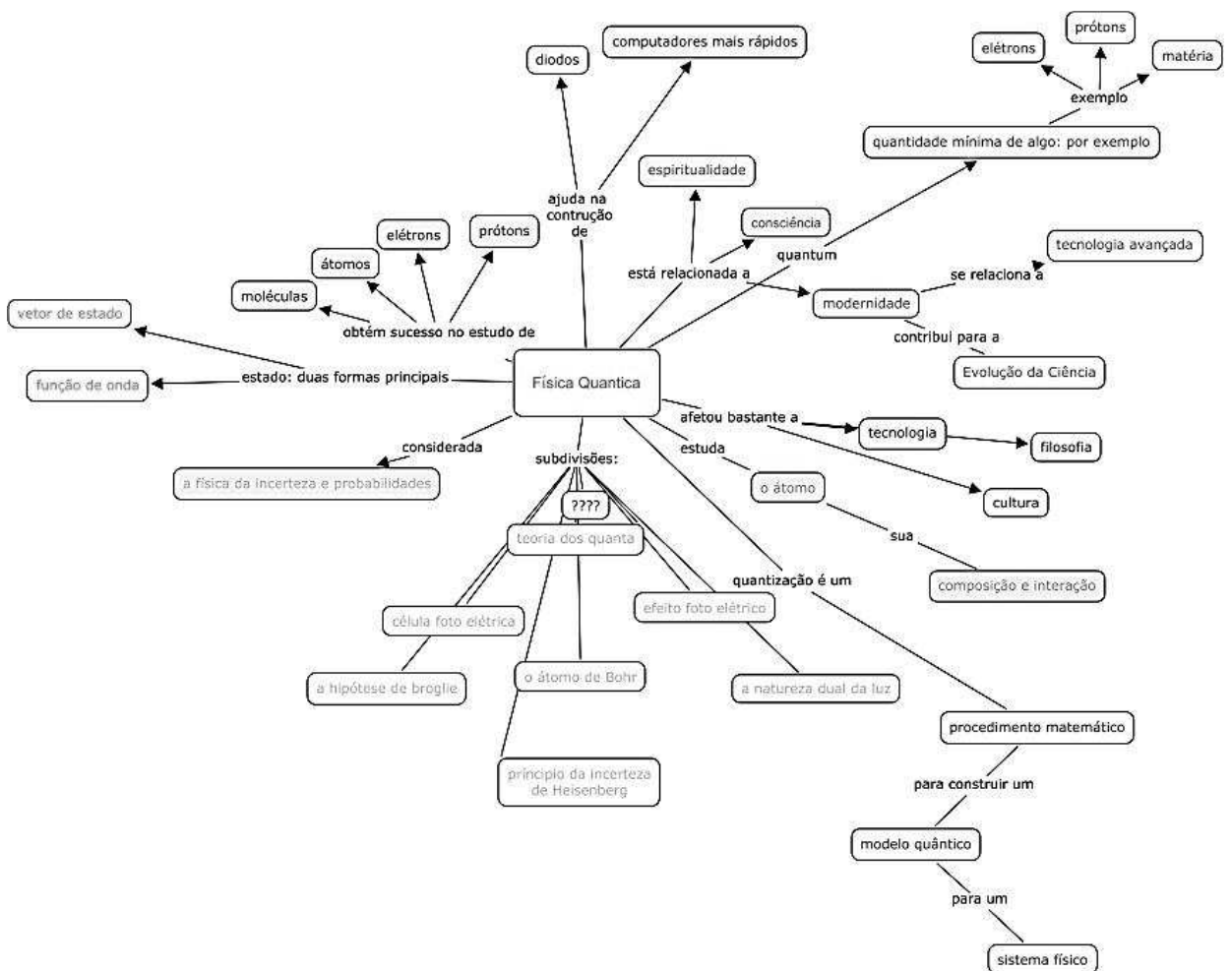


Figura 06 - Mapa conceitual elaborado pela dupla C.

Complementando os aspectos apresentados, os depoimentos das duplas sobre sua própria atividade também evidenciam a falta de compreensão inicial sobre o conteúdo e a maior facilidade em compreender os conceitos após a apresentação dos conteúdos em sala de aula. Estes são transcritos no Quadro 02.

Dupla	Depoimento
Dupla A fase 1	<i>“No primeiro mapa nós nem tínhamos noção do que estávamos escrevendo, colocamos termos irrelevantes. No segundo mapa nós sabíamos os conceitos e que ligações fazer, pois o nosso conhecimento estava muito mais ampliado.”</i>
Dupla B fase 2	<i>“Ao decorrer do bimestre que foi utilizado para aprendermos um pouco mais sobre a física quântica, passamos por várias fases. Primeiramente sofremos um grande impacto até porque essa nova física era algo totalmente novo para nós, visto que, nunca tínhamos tido algum contato com o conteúdo em si. Logo após vieram as dúvidas seguidas de mais dúvidas, então resolvemos pesquisar e encontramos “um mundo” de infinitas possibilidades.”</i>
Dupla C fase 1	<i>“Comparando os mapas, percebemos uma grande evolução do primeiro para o segundo. Além do programa indicado para fazer o trabalho, ver exemplos de mapas foi muito importante. As aulas na multimídia também foi outra constante importante. Mas há muito o que melhorar ainda, mas a evolução foi visível. Antes não possuíamos uma opinião concreta sobre o assunto que era desconhecido e escrevemos palavras que poderiam possuir qualquer ligação e não tinha o conhecimento da maneira de criar um mapa conceitual.”</i>

Quadro 02 - depoimento das duplas na comparação entre seus mapas livre e conceitual.

Em geral os mapas livres foram marcados pela presença de termos relacionados a disciplinas já cursadas, como Física e Química. Esses termos apontam a falta de conhecimento específico sobre a Física Quântica e a tentativa de relacioná-la aos conteúdos escolares. Talvez por este motivo, os estudantes se surpreenderam com a melhora dos conceitos relacionados no mapa conceitual. A frase mais ouvida na atividade de comparação de mapas foi que no primeiro as palavras foram colocadas sem real conexão com a Física Quântica, já no mapa conceitual a relação entre os conceitos utilizados estava clara.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de UEPS foi bem recebida pelos estudantes e as atividades foram realizadas por todos. Apesar da utilização de atividades diferentes do habitual, o mais importante talvez seja ressaltar a forma como a avaliação foi conduzida.

A comparação entre o que se sabe antes e depois sobre os conteúdos vistos tradicionalmente dificilmente é feita. Normalmente ocorre apenas a avaliação final, deixando o aluno com um sentimento de frustração por não ter alcançado o desempenho desejado ou necessário para a aprovação. Com a UEPS o desempenho dos estudantes não fica restrito a uma prova final e os alunos podem avaliar sua própria aprendizagem ao longo do período, aumentando sua confiança e possibilitando a eles que procurem outras fontes sobre o assunto, troquem informações e questionem o professor.

Outra etapa relevante foi a construção de trabalhos livres a partir do texto inicial, no passo 3. Os alunos surpreenderam o professor e a turma, com poemas, charges,

estórias em quadrinhos, cartazes, linha do tempo, músicas e até mesmo jogo de tabuleiro. Todos estes trabalhos estavam de acordo com o conteúdo abordado, apontando a capacidade dos estudantes de exercer sua criatividade quando estimulados.

Este estudo ainda está em fase de análise, mas já fornece alguns indícios de aprendizagem significativa. Porém, desde o início da implementação foi possível observar a receptividade dos alunos. Alguns comentários nos fazem acreditar na possibilidade de se tratar de temas não triviais da Física, esta ciência tratada com parcimônia devido a sua dificuldade inerente, de modo criativo e em parceria com os estudantes.

Ao final do conteúdo, ao propor que fossem rediscutidos os questionamentos iniciais, foram obtidas algumas respostas como “*se a senhora perguntar se aprendemos algo sobre Física Quântica nós podemos saber algo ou não. Enquanto a gente não responder coexistem as duas possibilidades e a senhora só vai saber a resposta quando alguém responder*” ou ainda “*ih, nossa, agora eu tenho muita coisa para responder*”. Ainda nesta fase final da UEPS, ouviu-se em uma das turmas o seguinte comentário “*bem que podia ter duas aulas de Física Quântica e não ter Geografia*”, indicando que, de acordo com o que foi analisado até o momento, tem-se fortes indícios de boa receptividade dos estudantes ao estudo da Física Quântica da forma como foi proposta.

Os resultados são encorajadores e reforçam a hipótese de novas implementações e também da elaboração de UEPS sobre diferentes conteúdos e para diferentes níveis escolares.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DISCOVERY. Documentário Tudo sobre Incerteza – Mecânica Quântica – Partes 1 a 6. 2007. Parte 1 disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=O1dHym14W5Q&NR=1>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63. 2011. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf)>. Acesso: 08 mar. 2012.

MOSCOVICI, S.; HEWSTONE, M. **De la ciencia al sentido común**. In: Moscovici, S. (ed). *Psicología Social*, II. Barcelona: Paidós, p. 679-710. 1986.

NUNES, A. L. Física Quântica para Todos. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVII, 2007, São Luis. **Anais eletrônicos**. São Paulo: SBF, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0071-1.pdf>>. Acesso: 08 mar. 2012.

## APÊNDICE K

Artigo publicado em “Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências”, v. 8, p. 50-58, 2013. Scielo. *A pesquisa contou com auxílio CAPES e CNPq.*

### **A STUDY OF SOCIAL REPRESENTATIONS OF QUANTUM PHYSICS HELD BY HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH NUMERICAL AND WRITTEN WORD ASSOCIATION TESTS**

Thaís Rafaela Hilger  
Marco Antonio Moreira

Institute of Physics, Federal University of Rio Grande do Sul – UFRGS, P.O.Box 15051, Porto Alegre, RS, Brazil, Postal Code 91501-970

#### **Abstract**

This paper presents findings of a preliminary research on possible social representations of quantum theory that might be shared by high school students. Its purpose was to identify and to characterize these social representations through numerical and written word association tests (NWAT and WWAT) and multidimensional scaling (MDS) techniques of analysis. The understanding of such representations might provide hints of the influence of the media on the students' ideas regarding scientific concepts. In school learning, these ideas are part of the students' prior knowledge, which, when these ideas act as subsumers, can play a key role, not necessarily in the sense of helping, in the occurrence of meaningful learning of quantum mechanics.

**Keywords:** quantum physics; social representations; meaningful learning.

#### **Introduction**

The increasing scope of the media has allowed for the observation of a growing number of “scientific terms” in use nowadays, which account for the most different types of phenomena. Quite often, as these concepts are introduced in a highly simplified way, they do not conform to what the scientific community has already accepted as their accepted meanings, or even worse, with what scientists have repudiated as inadequate. Quantum physics, due to the appeal it has today in the media, can be a focus of public attention, so that a variety of meanings might emerge socially. That is, social groups can construct meanings that arise from the social interactions of their members, in such a way that these meanings become social-cognitive representations.

Within this context, information the media disseminates (which can be either beneficial or not) can bear a strong effect on prior knowledge formation, which, by the way, might not be scientifically acceptable; consequently, it can generate subsumers that do not favor new knowledge acquisition. These meanings, in turn, when the subjects

incorporate them in their cognitive structure, can become an obstacle to the meaningful learning of a concept, according to the way the scientific community has already acknowledged it.

Knowledge produced in the scholarly scientific milieu constitutes the alleged reified universe (Moscovici & Hewstone, 1986; Sousa & Moreira, 2005) that follows supposedly objective rules with theoretical pertinence and methodological stringency. This highly regulated universe is responsible for knowledge production in highly specialized and hierarchical units.

On the other hand, relations originated by everyday life and common sense, where social representations are constructed, materialize the so-called consensual universes (ibid.). Knowledge constructed in such a universe does not have predefined rules or any objectivity whatsoever. On the contrary, it uses its own logic. Society generally participates of this universe in an egalitarian way: individuals express themselves according to their own values; theories are valued in relation to their potential to explain common phenomena and, when these theories are shared, they regulate ordinary behaviors, regardless of plausibility criteria.

Between these two universes, there are the media, such as the internet, movies, television, and radio, among many others that aim at translating knowledge stemmed from the reified universe to the population, which constitutes the consensual universe. In addition to these media, there are people who transpose, or transform the information, such as teachers, reporters, newsmen, anchorpersons, lecturers, amateur scientists, and many others. Social representations reflect the content of what circulates in this environment, since it is through this content that the population in general has access to knowledge that academic spheres produce.

As a result of the vast amount of information that circulates socially, scientific contents receive more and more attention, so that mastering these contents has often become a status indicator. Furthermore, disseminated contents, in general, refer to the reified universe, and people naturally think they have to take a stand for these contents, which become the raw material for the development of social representations. Thus, a new common sense emerges in the society, which “is permeated by reason and is submitted to the legitimate authority of science. It is a second-hand knowledge that spreads and constantly establishes a new consensus on each discovery and at each new theory” (Moscovici & Hewstone, 1986, p. 685). This new knowledge, be it a social representation or not, can act as a subsumer for meaningful learning.

## **Meaningful Learning**

Meaningful learning theory, as proposed by Ausubel (Ausubel, 2000; Ausubel et al., 1978), refers to the process in which the student, in a formal learning environment, entrust him/herself of an organized body of knowledge. When a person learns meaningfully, he/she attributes meaning to the new information and relates it interactively to some knowledge specifically relevant that already exists and that is clearly available in this person's cognitive structure. This relevant prior knowledge is called "subsumer", which, according to Ausubel, is the most relevant variable for the success of meaningful learning. If the learner does not have adequate subsumers, or if those have been obliterated, the necessary conditions for meaningful learning do not exist, thus, we need to construct them, or we have to try to bridge this gap with the use of advance organizers.

Meaningful learning comprises the cognitive interaction between the learner's subsumers and the new knowledge, which can lead to changes in both — subsumers and new knowledge — that, in turn, originates new knowledge for the learner, whose features derive from this interaction. This linkage between new and prior knowledge is called "cognitive anchorage", since new information anchors to the one that has already been in the learner's cognitive structure. The logical meaning of a content gains psychological meaning and is incorporated into the learner's cognitive structure (Moreira, 1997, p. 20). This anchoring process is denominated assimilation.

Ausubel complements his theory with two additional processes: progressive differentiation — the subsumer becomes more refined and detailed while getting more specificity — and integrative reconciliation — responsible for the relations among subsumers while exploring their similarities and differences and recombining them. This author states "all the past learning experiences influence by having positive or negative effects in the new learning ... because of the impact upon the relevant properties of the cognitive structure" (Ausubel, 2000, p. 8). This means that they act upon the learner's prior knowledge. The theory of meaningful learning focuses on the idea of an interactive anchorage of new knowledge upon the previous one.

Meaningful learning theory focuses on the idea of the interactive anchoring of new knowledge to what the learner already knows. The theory of social representations, therefore, is closely related to the meaningful learning theory, as these representations integrate the learner's prior knowledge and they can facilitate, or hinder, the learning process. Since it is known that a subsumer might not correspond to the meaning that the



scientific community has already accepted, we should verify what meanings a person holds in his/her cognitive structure, attempting at understanding how they are related and structured.

When we know about these subsumers, it is feasible, when needed, to modify them, and even to avoid them, so as to favor a meaningful anchoring process. Subsumers include various forms of knowledge and cognitive elements involved in this knowledge, such as concepts, images, assimilation schemes, misconceptions (alternative conceptions), mental models. The social representation of a concept is also embedded in this set of elements and it can participate in the cognitive process as a subsumer.

### **Social representations**

A social representation “comprises a set of pieces of information, beliefs, opinions, and attitudes related to a given object. In addition to this, this set of elements is organized and structured” (Abric, 2001, p. 18). The object referred here is knowledge yielded by the reified universe, which we have already mentioned in the introduction of this paper that gets through to the population that constitutes the consensual universe.

Social representations present their organization around a central nucleus and a periphery. The nucleus is always consensual as well as shared, including here central and more stable ideas of the object, and determines the nature of linkages between these ideas. It also characterizes the identity of each group, since if the nucleus of two representations are different, we have two distinct representations. This means that it is the nucleus that endows with meaning a social representation. However, more accessible and flexible elements of the representation, including individual contradictions and incorporations, are stored in the periphery, allowing for actualization and adaptations of the representation to the context, thus protecting and complementing the nucleus.

The nucleus determines the value, function, and the existence of the periphery. Whereas the nucleus is essentially normative, the periphery has a functional character, enabling the linkage between the subject’s reality and his/her representation. Therefore, a social representation is strongly rooted in the system of values shared by a group, though it also allows for individual contributions, according to each person’s life experiences, which, in turn, permit the evolution of social practices and relations.

The individual represents reality, seizes it, and reconstructs it in his/her cognitive system. In this process, this appropriation of reality becomes integrated to his/her belief system, and bestows meaning to present and future attitudes. “It is a system of pre-

decodification of reality since it determines a set of *anticipations* and *expectations*” (op. cit., p. 13).

Social representations are conceived in social groups, in which individuals communicate among themselves about an object, interacting with it and representing it. Nonetheless, not all groups share the same representation. This means that there is a plurality of social representations that are defined according to their linkages to the object and to emergency circumstances (Moliner, 1996).

The group must relate itself to the object to be represented, and this object must have value to the group, which stand as reasons to explain why its members seek to represent such an object. Because of its complexity and of the social and cultural barriers that exist in the population, disseminated information might undergo changes and distortions in its transmission process. Thus, features of the object, which the subject (or the group) considers as relevant, may inhibit its global recognition. Access to information standardizes these aspects based on professional or ideological interests, and they affect the pertinence of representation, as well as the representation itself.

People construct a representation and seek information about an object only after they have taken a stand about it and in reason of this stand. This process takes time since there is a period in which the individual feels pressed to make up his/her mind though he/she does not know the object well enough. In case this objects presents a polymorphic interpretation, the individual adheres to the opinion of his/her group and shares it with the group members. The subject, thus, creates interactions and behaviors directed to the group, as well as from the group to the individuals. In addition to these, the group should also display an absence of orthodoxy, that is, it cannot be submitted to principles that control its thoughts and attitudes concerning the object, which in turn would prevent any search for alternative explanations.

After complying with these emergency conditions, two processes are involved in the development of a social representation. They help in understanding how social representations work.

One of the processes that acts upon the formation of a social representation is called *objectification*. It translates a concept or idea by means of images, allowing for the interpretation of the object. Some commons elements about the object are previously selected among data that are supplied along the communicative processes and, then, these elements are integrated in a coherent whole and retrieved by an individual.

Anchorage occurs simultaneously and it concerns the object insertion in a formerly constituted and familiar structure, providing the object with an intelligible context. That is how the object is translated into sense and meaning, instrumentalizing knowledge, which is then rooted in the cognitive structure.

Formalization of knowledge happens after the occurrence of those two processes and its goal is to acquaint the subject with the object, “the purpose of all representations is making familiar something that is non-familiar, or non-familiarity itself” (Moscovici, 2000, p. 54). The new object has to be grasped and explained with systems that are familiar to the subject, and this can guarantee the relation among basic cognitive functions, the social representation and its social function.

Summing it up, it is possible to state that knowledge is produced in the reified universes and, mainly through the media, it is extrapolated to the social context, which comprises the consensual universe, in a version that is supposedly accessible to this context. Subjects are always under pressure to take a stand in relation to the new information that keeps on turning up insistently in the media. Individuals, who want to manifest themselves about this new knowledge, have to process this information while inserted in a group that has a social dynamic, through the objectification and anchorage processes.

At the end of the process, there is a representation that has been socially constructed and shared and that many times is quite distant of the one that comes from the reified universe. Thus, a new and scientificized common sense arises, whose effects on comprehension and the explanation of reality can be used as subsumers, which can either favor or hinder meaningful learning of a certain content. Therefore, research on ideas about quantum physics that circulate in school and academic contexts can be justified, enabling the detection of possible social representations of this field of physics.

### **The media and quantum physics**

The increasing scope of the media is one of those held responsible for the spread of “scientific” terms as a form to justify and explain everyday phenomena. “Quantum physics” constitutes one of such terms. Knowledge of these appropriations that circulate in the consensual universe plays a crucial role in the study of social representations since they can partake in their development.

The texts that follow are excerpts<sup>35</sup> from contemporary books that display, in their title, the expression “quantum” as a kind of a lure to readers. It is not the aim here to make a lecture on the worth of linkages between quantum physics and the themes that these authors have approached, or whether they could even qualify as intellectual impostures (Sokal & Briemont, 1997). It is neither the aim of this article to question the academic qualification of the authors in this area. This paper intends to demonstrate that a dispersion of information on this topic is a reality, and that these different kinds of appropriations do not constitute unanimity among physicists.

*But if holism is to have any real meaning, any teeth, it must be grounded in the actual physics of consciousness, in a physics that can underpin the unity of consciousness and relate it both to brain structure and to the common features of our everyday awareness. I think that to achieve that, we must turn to quantum mechanics (Zohar, 1990, p. 75).*

*The idea of a ‘quantum society’ stems from a conviction that a whole new paradigm is emerging from our description of quantum reality and that this paradigm can be extended to change radically our perception of ourselves and the social world we want to live in. I believe that a wider appreciation of the revolutionary nature of quantum reality, and the possible links between quantum processes and our own brain processes, can give us the conceptual foundations we need to bring about a ‘positive revolution’ in society (Zohar & Marshall, 1994, p. 22).*

*I believe that human consciousness really is quantum mechanical in its origins, and that the mechanics of this quantum consciousness literally give our minds, our selves, and our social relations both a wave aspect and a particle aspect (op. cit., p. 111).*

*The human organism has a quantum field that is composed of atomic sub-particles called neutrinos. At first, this might seem quite a strange and far-fetched statement, but it can be proven to be true, and the in depth study of quantum physics can provide for the theoretical subsidies that are necessary for its understanding. The features of this quantum field can be summed up into three main ones: 1) It is monopolar; 2) The field is mostly neutrinal; 3) The neutrinal field does not interact with electromagnetic fields (Mattos, 2001, p. 60).*

*Actually, as we can infer from what has been previously described, only quantum physics can explain its active mechanisms [homeopathy]. Homeopaths will do their clients a favor if they explain scientifically to them how homeopathy works. This attitude, more in tune with our present time, would contribute to set more clearly the scope of action of this field of knowledge and, furthermore, it would contribute to increase the trust in its methods, which now appear as rather strange to the public in general (op. cit., p. 191).*

*The energy of our bodies, by the way, amounts much more to energy than to solid matter, as it can seem at first sight. Quantum physics has already proven this when it shows the relation between mass and energy:  $E=$*

---

<sup>35</sup> Underlining is ours.

*mc<sup>2</sup>. Based on all this, we can say that true intelligence is quantum because it goes beyond the emotional, material, and mental [...] the trend is that we will discover more and more about the relations that exist in the universe, which includes our quantum body that constitutes our personal universe (Menezes, 2006, p. 19).*

*And it is precisely for applying and demonstrating in practice, more than twenty years ago, the concepts of quantum physics in the change of behavioral patterns that lead to a remarkable personal improvement (op. cit., p. 22).*

*Quantum physics has brought the observer's awareness of his/her responsibilities for modifications in the behavior of particles to the science setting. This is what has been traditionally known as mind power, or power of thought, which, for a mechanistic scientist, appears to be plain mystic speculation (Lima, 2007, p. 13).*

*Quantum physics offers an opening to spirituality and it, definitely, brings consciousness to the stage of scientific investigations. However, due to trendiness factors, there are today many people with no academic baggage whatsoever — people without the necessary cultural knowledge and who are incapable of solving an ordinary high school-level equation — passing themselves off as teachers of quantum physics and, thus, imputing to this science a deplorable image (op. cit., p. 115).*

As we can notice in these quotes, some approaches to quantum theory do not necessarily agree with the prevailing view among physicists, and this might favor the development of social representations, which, consequently, also disagree with prevalent beliefs. Moreover, the increasing sale and need of new editions of books related to quantum are noticeable, and they can show that there is a public interest in this theme.

Social representations of quantum physics can be a reality among some social groups, once emergency conditions are satisfied. There is much dispersion of information on this subject, as it could be seen before, and there is much pressure to interference among some groups, mainly among those who consume this kind of material. Furthermore, this theory has been a target to focalization because, in this process, the subject is interested in some of its aspects while he/she does not show any interest for others, so that this individual does not have a global view of the object of representation.

Considering that there is an international consensus, in the area of research in physics teaching, about the inclusion of topics of modern and contemporary physics, at high school level, it seems to make sense to search for what sort of ideas are spread among the population, and to call people's attention to these "quantum alternatives", because they might generate social representations.

If we want to understand the functioning, the evolution and the transformations that can occur within a social representation, we must know the dynamics of relations between their nucleus and its periphery. This comprehension can provide the bases for pointing out to what extent a social representation can work as a subsumer to learning processes, and how, with the information henceforth provided, it might be possible to provide for a representational change based on classroom practices.

### **Methodology**

It must be taken into consideration that the social representations

*circulate around everyday social communication and they differentiate themselves according to the social sets that develop them and use them. Because of all this empirical research on social representations does not yield replicable or generalizable results that can be applied to other contexts (Sá, 1996, p. 22).*

Thus, research on social representations requires the use a methodology that fits the case we want to study, mainly because of the lack of patterns to be followed. There are, instead, recommendations for the formulation of the instrument the research will use. In this case, we aimed at statistical data analysis, and the best option seemed to be the use of a large scope research tool that would allow us to collect data about as many subjects as possible.

We used a questionnaire (Moreira et al., 2009; Hilger et al., 2009; Hilger, 2009) that comprises two word association tests and, in the end, an identification stage of its respondents' schooling. There was a prior research to determine the ten (10) words to be used as stimuli in the questionnaire. It consisted of a pre-association activity (via internet), in which the subjects were asked to spontaneously associate any words to the term *quantum physics*. Based on these associations, we developed a list with the most mentioned terms and, from them, we selected the ten words to appear in the questionnaire: five that were directly related to the theory — *quantum physics (QP)*, *uncertainty*, *particle*, *probability*, and *quantum* — and five others — *soul*, *spirituality*, *thought*, *supernatural*, and *success*.

The first test presented in the questionnaire — Written Test of Word Association (WWAT) — consists of freely associating words to a given term, which allows for determining the semantic proximity between or among a set of the given concepts. The second test — Test of Numerical Association of Words (NWAT) — the respondent has to attribute a numerical value to each pair of the given words.

The significant advantage of having chosen those tests resides on the fact that both of them allow for a large number of participants, and that they enable statistical analysis. The test's strategy is quite simple and it has already been used in other studies in the area of research in physics teaching, such as Moreira et al., 2009; Borg & Groenen, 2005; Hilger, 2009; Gobara et al., 2002; Greca & Moreira, 2001; Greca et al., 2001; Rosa et al., 1993; Santos & Moreira, 1991.

In the analysis of responses, this research used techniques of multidimensional scaling (Hair et al., 2007; Borg & Groenen, 2005; Cox & Cox, 2001; Santos & Moreira, 1991; Kruskal & Wish, 1978). Using multidimensional scaling, we can generate geometrical representations, such as maps, which reflect the respondent's cognitive structure. These maps are obtained from similarity matrices, in which each cell reflects how close two concepts are. This proximity degree is directly gotten in the case NWAT, where each pair of stimulus-word receives a number that went from 1 to 7 — the bigger the value, the more different the two words. Table 1 shows a sample that can clarify the presentation form of NWAT. In order to get the degree of proximity, in the case of the WWAT, it is necessary to relate the number of words the subject repeated and the position in which these terms are listed (Santos & Moreira, 1991).

Table 1- A sample of word associations in the NWAT

	1	2	3	4	5	6	7
Spirituality and success							
Soul and quantum							
Probability and uncertainty							
Spirituality and thought							
Probability and success							
Spirituality and probability							
Quantum physics and supernatural							
Uncertainty and quantum							
Quantum and thought							

With the answers of each of the subjects, matrices were obtained with the average of similarity of each word pair. These average matrices, for each separate group, constituted the input data for the program of statistical treatment used here, which was the SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Configurations obtained from these two word association tests were analyzed and correlated.

In order to complete this process, this research project aimed at establishing which the elements that integrated the nucleus were and the periphery of these representations

based on the responses to the WWAT. To make thing somewhat easier, an additional technique was used, according to the central nucleus theory (Sá, 1996), and it was simultaneously applied with the WWAT. It consisted in “asking the subject to act by him/herself, upon his/her own production, a cognitive work of analysis, comparison, hierachization”(Abric, apud Sá, 1998, p. 91). The subject was asked to hierarchically mark, with 1, 2, and 3, the three terms he/she considered as the most related to the term “quantum physics”, among those he/she had already associated with it. These marked words would supposedly compose the nucleus, once the subject had selected them as the most important, while the others would constitute the periphery.

### **Findings**

The questionnaire was answered by 238 high school students. Seventy seven of them were in their first year of high school, 72 in the second year, and 87 in the last year, and all of them lived in the area of Porto Alegre, RS, Brazil. Usually, in the first semester of these three years of high school there are not specific contents related to quantum physics, and this was exactly the period stipulated for the application of the questionnaires. Thus, students did not have any contact, in class, with the research topic before their participation in this study.

The three grades (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, and 3<sup>rd</sup>) had very similar configurations for the NWAT, as figures 1 and 2 show, and it is possible to notice the existence of two sets of words: terms associated to physics, in general — in the left — and terms associated to everyday life — in the right. Similar results were also obtained and discussed by Moreira et al. (2009) and Hilger (2009) for configurations found for other research groups, also discussed these findings. On the other hand, configurations from WWAT related to high school students, can be found in Hilger et al. (2009).



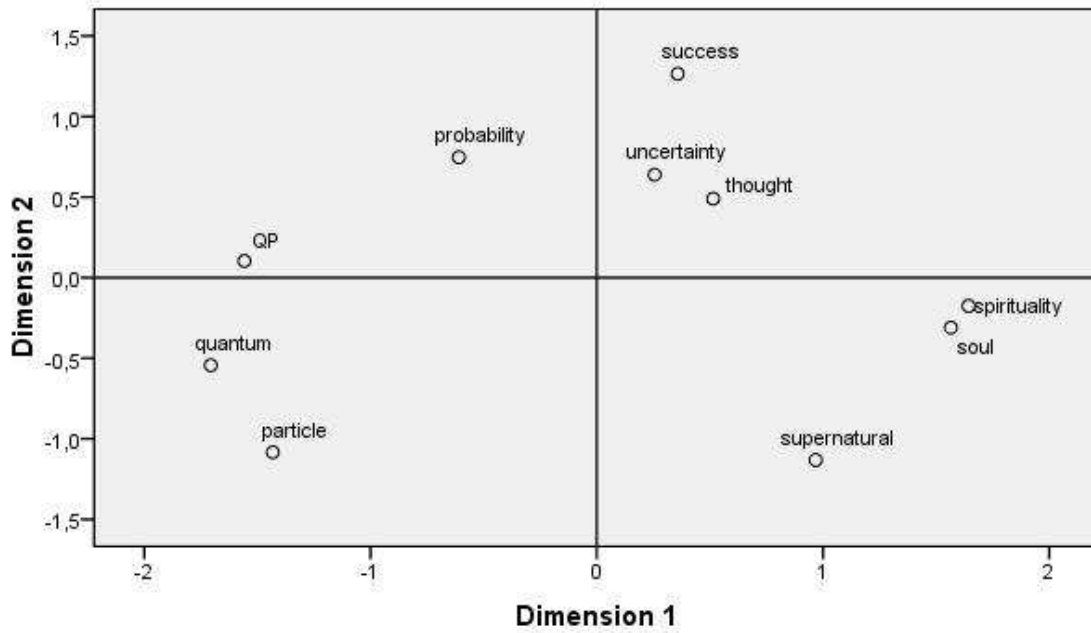


Figure1: Two-dimensional diagram obtained through NWAT with 1<sup>st</sup> year high school students. (stress 0,15070 e RSQ 0,91020)

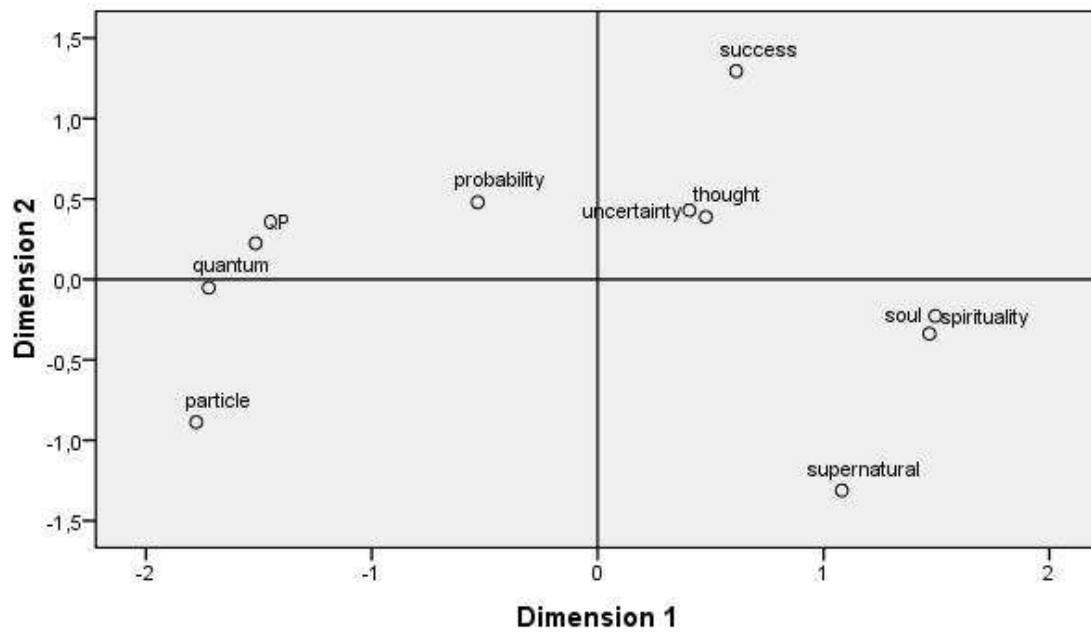


Figure 2: Two-dimensional diagram obtained through NWAT with 2<sup>nd</sup> year high school students. (stress 0,13579 e RSQ 0,93138)

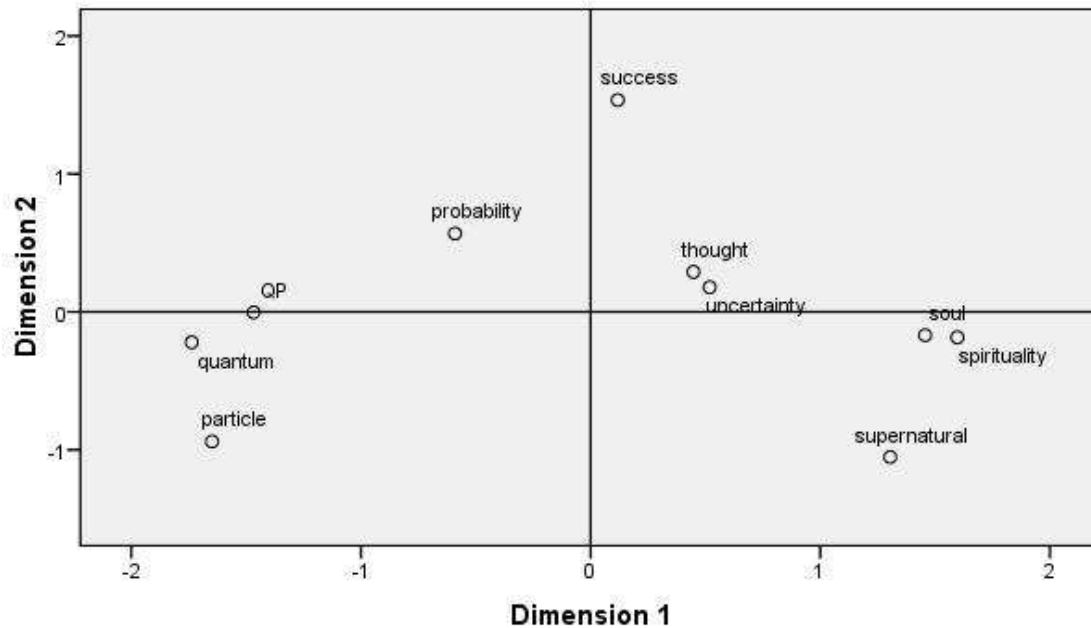


Figure 3: two-dimensional diagram obtained through NWAT with 3<sup>rd</sup> year high school students. (stress 0,12724 e RSQ 0,94006)

It was not possible to determine, through NWAT to what extent these two sets reflect associations that were related, or not, to quantum physics or to physics, in general, since the students numbered the word pairs according to their personal criteria. Nevertheless, it was verified that the term *uncertainty* was related to its everyday life meaning — of doubt — and not to the uncertainty principle, which “states that an experience cannot simultaneously determine the precise value of a specific moment component ..., as well as the precise value of the correspondent coordinate. Instead, precision ... is intrinsically limited by the measuring process itself” (Eisberg & Resnick, 1979, p. 98). This principle can be shown through different types of definitions, however, the form chosen here seemed adequate to facilitate the identification of the difference between the uncertainty principle and the common meaning students attributed to the term uncertainty.

In addition to the configurations presented so far, the students’ ideas about quantum physics can be understood through the observations of the associations they made, in the three years of high school, in the written association test (WWAT). The obtained terms were classified into five categories, which are summarized in chart 1, so as to facilitate its understanding.

Frame 1. Schemes for the found categories

Category:	Description:	Examples of term found
1	Discipline presentation	Calculus, formula
2	Relationship with classes	Boring, Difficult
3	Content of the discipline	Gravity, RUVM
4	Questionnaire terms	Particle, supernatural
5	Divulgestion	Vibration, water

The first one of them concerns the presentation of the discipline physics itself, which is generally too mathematicized. The terms of this category, such as formula, calculus, sum, number, mathematics, and physics, have shown prevalence over the other categories. In the second category, we classified terms that point out to the way students relate themselves with classes, with words such as boring, difficult, and complex.

There are also present here relationships with the studied contents, such as classical physics, which constitute a distinct category. There are words here such as gravity, movement, force, fall, RUVM, velocity, weight — that appeared in the associations established in all the classes comprised in this research, especially in the first year of high school. It was only with the 3<sup>rd</sup> year students that terms, such as electron, electricity, tension, generator, and receptor, happened since at this level of study the content of electromagnetism is studied. There were associations, as well, with terms that the questionnaire itself offered, and this constituted the 4<sup>th</sup> category. This association type was more frequent with the 3<sup>rd</sup> year students.

In frame 2, there are two representative examples of written associations with the term “Quantum Physics” for each of the three high school years.

Frame 2. Examples of associations related to the term “Quantum Physics”

Grade	Example 1	Example 2	Example 3	Example 4
1 <sup>st</sup>	Formula 1, Development 2, Count 3, <b>Thought,</b> <b>Water</b>	Quantity 1, <b>Water</b> 2, Force 3, <b>Light,</b> <b>Gen</b>	<b>Intelligence,</b> Difficulty, Energy, Mechanics2, Number, Physics, Formula3,	<b>Inexplicable,</b> Count, Sensor, <b>Trip,</b> Cosmos

			Calculus 1, Uncertainty	
2 <sup>nd</sup>	Matter 3, <b>Thought</b> 2, Number, Formula, <b>Mind</b> 1	Energy1, Change 3, Force, Capacity, All 2, <b>Dimension,</b> <b>Thought</b>	Quantity 1, Reaction 2, <b>Attraction</b> 3, Movement, Energy	Quantity 1, <b>Water</b> 2, Atlantic, Study, <b>Person</b> 3
3 <sup>rd</sup>	Strange, <b>Vibration,</b> <b>Mind</b> 2, <b>Brain,</b> Contemporariness, Supernatural 3, Computer science, <b>Human body,</b> <b>Emotion,</b> <b>Feeling,</b> Experience, Discovery, Probability 1	Particle 2, <b>Fiction,</b> <b>Believe</b> 1, Reality, Theory, Evolution, Velocity, Electricity 3, Muon, Astronomy, <b>Religion,</b> Probability, Chemistry	Quantum, Probability, <b>Curiosity</b> 1, <b>Challenge</b> 2, <b>Effort,</b> Time, Discovery, Science 3, <b>Thought</b> <b>Success,</b> Uncertainty, Supernatural, <b>Soul,</b> Real, <b>Pensive</b>	Quantity1, Proportion 2, Volume, Quantum, Particle 3, <b>Spirituality,</b> Supernatural, <b>Willingness,</b> Accelerator, Space.

The category we have considered the most relevant for this research on social representations is the one that deals with associations with words that appeared in texts, books, journals/magazines on quantum physics, such as thought, water, attraction, mind, brain, feelings, dimension, vibration, and so on. Oddly, the term “water” stands at the nucleus of representations of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year students (Hilger, 2009), and it is also related to quantum physics in the movie *What the bleep do we know?*<sup>36</sup> (Rocha, 2010).

From this broad association, we can infer that students need to take a stand about this topic, though, as they do not find answers to the situation in the classroom, they look for information in various means of communication, in which they get in touch with an alternative quantum, which is somewhat mystical and popular. We might also presume that this type of non-academic contact can affect their knowledge of quantum theory.

This kind of dissemination and transformation of scientific knowledge is unsettling, since it has already started to come into effect upon the students. In general, this approach is not accepted in the academic context of universities, but there has not been

<sup>36</sup> Directed by William Arntz, Betsy Chasse, and Mark Vicente; Produced by William Arntz and Betty Chasse. USA:Payarte, 2004, 109 min..

a formal preoccupation with the uncritical access of high school students to such contents.

Frame 3 presents the terms that compose the nucleus and the periphery (Hilger, 2009), which came from the WWAT for the representations in each of the three high school years. In this classification, we took into account, in addition to the number of repetitions of terms — usually used in social representation studies — the markings the students had made, according to their own preferences. As it was explained in the methodological description, we established that the marked terms would belong to the nucleus of the representation, together with terms that had been insistently repeated — with or without marking. It was also established that, in the periphery, would be the terms that had not been marked, though much mentioned (in a smaller quantity than the terms that were classified as nucleus).

Frame 3: Nucleus and periphery obtained for the representations of the three years of high school.

	Nucleus:			Periphery:	
Type of Marking or repetition	Words marked many times	Words not much marked	Words seldom marked and repeated words often unmarked	Words repeated many times but without marking:	Words seldom repeated and unmarked:
1 <sup>st</sup> year	Quantity, Formula, Calculus	Mathematics, Physics, Count	<b>Water</b> , Movement, Energy	Number, Study	Atom, Force, Quantum
2nd year	Quantity, Calculus	Force, Movement, Energy, Measurement	Study, <b>Water</b> , Number	Formula	Proton
3rd year	Quantum, Evolution	—	Particle, Probability, Quantity	Velocity, <b>Thought</b>	Electron, Uncertainty, Force

This type of organization reflects the already discussed categories, and points out to the existence of possible social representations among high school students that seem to turn them into a quantum physics not scientifically accepted, which is composed basically of pieces of information derived from the media. In this social representation, elements that have been associated are mixed up with the representations these students present for the discipline, the studied contents, and their relationship to the classes that have had.

It seems relevant to emphasize that

*If our access to the research object occurs only through the participants' discourse, it might be really impossible to know whether their speeches are truly evidences of representations, or whether they have been produced just as a result of stimuli or momentaneous psychological states (Sá, 1998, pp. 48-49).*

Thus what we have in this research are just evidences that there are social representations for quantum physics. It seems farfetched to state that the components of the nucleus and of the periphery are exactly like the ones found here, or that the representation mirrors precisely the one that has been described: a quantum physics that blends in elements from classical physics, physics classes, as well as components that have been obtained though contacts with alternative theories. Although they might be mere evidences, it is possible to anticipate the relevance of social representations for the development of interventions, indifferently of being didactical, or not, with individuals.

### **Final remarks**

According to the meaningful learning theory, knowledge is the most influential variable in learning, and getting to know the student's ideas on the teaching subject facilitates learning. Nowadays, many terms related to science, as quantum physics, for instance, are approached in society so that they can possibly trigger the student's interest on the subject. It seems natural that the teaching of physics devotes increasingly more time to modern and contemporary physics. However, in this case, the student does not individually construct his/her conceptions of a world to which he/she does not have direct access, as it happens with misconceptions or alternative conceptions (Driver, 1973; Viennot, 1979; Duit, 2009). Then, social representations emerge — and they are socially constructed — as a response of some particular groups to the flood of information and interpretations that attempt at transforming knowledge, which has been produced in a reified universe, in this case, the universe of Physics, into something familiar.

Because of the increasing amount of dissemination of texts, movies, and materials, which present alternative interpretations of quantum theory, diverse interpretations of this theory can arise. The focus of social representations allows for the study of these ideas, their structure, as well as how they develop and are shared.

According to the obtained data in this research, we can infer the power of influence of the media, as for example, the books whose excerpts were transcribed here, in these representations. There are several “alternative quantum physics” that are publicized in books, seminars, movies, and other means. As a result of this, social representations of quantum concepts are being constructed that might work as strong epistemological obstacles to the grasping of scientifically accepted meanings in this area. When we know that these are the current ideas and their influence upon the students’ cognitive system, we can look for new paths to a potential change of this knowledge into its corresponding scientific equivalent.

Nevertheless, what we have presented here is an initial investigation, and there are also other studies being carried out that also point out to the existence of representations of quantum physics, which gives grounds for the need of more research on this area. Thus, it is relevant to understand the students’ universe as a means to get hints to improve the pedagogical practice.

### **Bibliographical References**

- Abric, J. C. (2001). Las representaciones sociales: aspectos teóricos. In: J. C. Abric, *Prácticas sociales y representaciones*. (pp. 11-32). México: Ediciones Coyacán. Translation of the original: *Pratiques sociales et représentations*. Paris: Presses Universitaires de France, 1994.
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Borg, I.; Groenen, P. (2005). *Modern multidimensional scaling: theory and applications*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Springer Press.
- Cox, T. F.; Cox, M. A. A. (2001). *Multidimensional scaling*. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
- Driver, R. (1973). The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students. Universidad de Illinois, Urbana, Illinois. Doctoral thesis.
- Duit, R. (2009). Bibliography: students’ and teachers’ conceptions and science education. Kiel, Germany: Institute for Science Education. Available at [www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse](http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse).
- Eisberg, R.; Resnick, R. (1979). *Física Quântica*. 24<sup>a</sup> reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier. Translate of the original: *Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles*.
- Gobara, S. T.; Rosa, P. R. S.; Piubéli, U. G.; Bonfim, A. K. (2002). Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24 (2), 134-145.
- Greca, I. M., Moreira, M. A. (2001). O uso da análise multidimensional na pesquisa em ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1 (3), 99-110.

- Greca, I. M.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E. (2001). Uma proposta para o ensino de Mecânica Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23 (4), 444-457.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. I.; Black, W. C. (2007). *Análise multivariada de dados*. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman.
- Hilger, T. R. (2009). *Representações Sociais da Física Quântica*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – IF – UFRGS. (M. SC. dissertation).
- Hilger, T. R.; Moreira, M. A.; Silveira, F. L.; (2009). Estudo de representações sociais sobre Física Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 2 (2), 1-16.
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. In: S. Moscovici, *Psicología Social II* (pp. 469-494). Barcelona: Paidós.
- Kruskal, J. B., Wish, M. (1978). *Multidimensional scaling*. Beverly Hills: SAGE Publications.
- Lima, M. C. A. (2007). *Quântica, espiritualidade e sucesso*. Porto Alegre: Editora Age Ltda.
- Mattos, V. (2001). *Medicina quântica*. Curitiba: Editora Corpo e Mente.
- Menezes, J. (2006). *Inteligência quântica: aplicações da teoria quântica na transformação humana*. Porto Alegre: Edições Besouro Box.
- Moliner, P. (1996). Les conditions d'émergence d'une représentation sociale. In: P. Moliner, *Images et représentations sociales* (pp. 33-48). Grenoble: PUG.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. In: M. A. Moreira, M. C. Caballero, & M. L. Rodríguez, *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo* (pp. 19-44). Burgos.
- Moreira, M. A.; Hilger, T. R.; Prass, A. R. (2009). Representaciones sociales de la Física y de la Mecánica Cuántica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (1), 15-30.
- Moscovici, S. (2000). *Social Representations: Explorations in Social Psychology*. Cambridge: Polity Press.
- Moscovici, S.; Hewstone, M. (1986). De la ciencia al sentido común. In: S. Moscovici, *Psicología Social II* (pp. 679-710). Barcelona: Paidós.
- Rocha, G. R. (2010). Quem Somos Nós? O fenômeno cultural do “misticismo quântico” no século XX. In: B. G. Figueiredo & A. J. T. Silveira. *História da Ciência no Cinema 3*. (pp. 81-108). Belo Horizonte: Argvmentvm Editora.
- Rosa, P. R. S.; Moreira, M. A.; Buchweitz, B. (1993). Alunos bons solucionadores de problemas de Física: caracterização a partir da análise de testes de associação de conceitos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 15 (1-4), 52-60.
- Sá, C. P. (1998). *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: Eduerj.
- Sá, C. P. (1996). *Núcleo central das representações sociais*. Rio de Janeiro: Vozes.
- Santos, C. A.; Moreira, M. A. (1991). *Escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- Sokal, A.; Bricmont, J. (1997). *Impostures intellectuelles*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Sousa, C. M. S. G. de; Moreira, M. A. (2005). Representações sociais. In: M. A. Moreira, *Representações mentais, modelos mentais e representações sociais*. (pp. 91-128). Porto Alegre: UFRGS.
- Viennot, L. (1979). *Le raisonnement spontané em dynamique élémentaire*. Paris, Hermann.
- Zohar, D. (1990). *The quantum self: human nature and consciousness defined by the new physics*. New York: William Morrow Paperbacks.
- Zohar, D.; Marshall, I. (1994). *Quantum society: mind, physics and a new social vision*. New York: Harper Perennial.



## ANEXO A

*UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativo) para o ensino de Mecânica Quântica utilizada na primeira frente de trabalho.*

*O material foi desenvolvido em classe por Adriane Griebeler, prof<sup>a</sup> das turmas onde as implementações foram realizadas, fazendo parte de sua Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresentada em 2012.*

### PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINO DE TÓPICOS DE FÍSICA QUÂNTICA

**Objetivo:** Facilitar a aquisição de significados de conceitos básicos de Física Quântica no Ensino Médio: *quantização, objeto quântico, estado, princípio da incerteza, superposição de estados.*

#### Sequência:

1. **Situação inicial:** Os alunos serão incentivados a elaborar um **mapa mental** sobre a Física Quântica (FQ). No mapa mental o sujeito tem total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições (Buzan & Buzan, 1994). Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da FQ com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano. Os mapas mentais serão entregues à professora. A seguir, para refletir sobre o assunto, os alunos receberão a letra e ouvirão a música *Quanta*, de Gilberto Gil. A atividade ocupará uma aula.
2. **Situações-problema iniciais:** Todas as questões/situações deverão ser discutidas em grande grupo, sob a mediação da professora, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.  
A seguir será distribuída uma cópia individual do artigo Física Quântica para Todos (Texto parcialmente adaptado de Nunes, 2007) que está disponível no material de apoio organizado pela professora. Será dado um tempo para que os alunos leiam o texto e depois se reúnam em pequenos grupos para discussão do texto e dele façam um resumo ou um diagrama, ou um desenho, em atividade colaborativa. O produto

dessa atividade deverá ser entregue à professora. O desenvolvimento desta etapa esta ocupará três aulas.

3. ***Aprofundando conhecimentos:*** Serão trabalhados os conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado e superposição de estados, de acordo com as orientações do material de apoio. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em *slides*, sendo estimuladas discussões no grande grupo. Ao final da introdução dos novos conteúdos, serão retomados os anúncios, questionando os alunos sobre a validade das proposições anunciadas e sua visão sobre até que ponto estas apropriações são legitimadas pela Física. A etapa será desenvolvida em três aulas.
  
4. ***Nova situação:*** Os conceitos serão novamente apresentados na forma de vídeos, com duração de uma aula. Para tal o escolhido foi escolhido o documentário sobre Mecânica Quântica, produzido pela Discovery. O primeiro dos seis vídeos pode ser acessado em <http://www.youtube.com/watch?v=O1dHym14W5Q&NR=1>. Os outros cinco vídeos aparecem como uma sequência deste primeiro. Logo após, os alunos irão se reunir em pequenos grupos quando serão solicitados a construir um **mapa conceitual** para Mecânica Quântica. Para isso, será feita uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual e serão apresentados alguns exemplos. Após, os mapas serão trocados entre os grupos para que sejam feitas comparações e sugestões e alguns serão apresentados ao grande grupo. Todos os mapas deverão ser entregues à professora para avaliação. Esta atividade ocupará três aulas.
  
5. ***Comparando mapas:*** Na aula seguinte será desenvolvida uma atividade envolvendo os mapas mentais elaborados da primeira aula e os mapas conceituais da aula anterior. Será feita uma comparação qualitativa entre esses mapas, buscando aspectos que envolvam concepções alternativas ou representações sociais, sobre a Física Quântica, possivelmente apresentados nos mapas mentais construídos na primeira aula e sua provável ausência nos mapas conceituais. Tal aspecto será utilizado para abordar novamente o assunto e explicar aos alunos que a Física Quântica não pode ser usada para dar embasamento científico para assuntos apresentados nos anúncios. Esta etapa terá duração de duas aulas.

6. ***Diferenciando progressivamente:*** Serão apresentadas novas situações problema, relativas aos conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado, e superposição de estados, principalmente em forma de imagens. Também será iniciada a confecção de um pequeno jornal da turma, contendo pequenos artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. O jornal será exposto no colégio para a leitura de toda comunidade escolar. Atividade a ser desenvolvida em três aulas.
  
7. ***Avaliação individual:*** Será realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. A atividade ocupará uma aula.
  
8. ***Aula final e avaliação da UEPS em sala de aula:*** Análise das respostas às questões propostas na avaliação individual e das discussões realizadas nas etapas anteriores. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado. Avaliação oral por parte dos alunos sobre as estratégias de ensino utilizadas e sobre seu aprendizado. A atividade ocupará uma aula. As manifestações dos alunos serão gravadas em áudio, se houver anuência dos mesmos.
  
9. ***Avaliação da UEPS:*** Análise qualitativa, de parte da professora, sobre as evidências que percebeu, ou não, de aprendizagem significativa dos conceitos da unidade, na avaliação individual e na observação participante, bem como da avaliação da UEPS feita em sala de aula pelos alunos na última aula.

#### **Referências bibliográficas:**

Buzan, T. & Buzan, B. (1994). *The mind map book: How to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. New York: E. P. Dutton.


Nunes, A. L. (2007). *Física Quântica para Todos*. Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0071-1.pdf>>.

## ANEXO B

*Avaliação formal individual realizada ao final da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativo).*

*O teste foi desenvolvido e aplicado em classe por Adriane Griebeler, fazendo parte de sua Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresentada em 2012.*

	<b>ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO Dr. CARLOS ANTÔNIO KLUWE</b>				
	Componente Curricular: Física	Série: 3ª	Turma:	Número:	Data:
	Nível: Médio	Professora: Adriane Griebeler		Valor:	Bimestre:
	Nome:				Nota :
	<i>Atividade Avaliativa</i>				

Não é permitido o uso de corretivo, nem calculadora. Não serão aceitas rasuras.

**Para responder as questões sugere-se a utilização do verso da folha.**

- De acordo com a Física Quântica e seus conhecimentos, é correto afirmar que o fóton, assim como o elétron e outras partículas elementares, apresenta um caráter dual, comportando-se ora como onda, ora como partícula? Justifique a sua resposta.



Disponível em <[http://www.cbpf.br/~eduha/html/tirinhas/tirinhas\\_assunto/fisica/fisica.php](http://www.cbpf.br/~eduha/html/tirinhas/tirinhas_assunto/fisica/fisica.php)>. Acesso em 20/11/2011.

- (UFMT – questão adaptada) Toda matéria, quando aquecida a uma temperatura suficientemente elevada, emite energia na forma de radiação (luz). Um exemplo comum é a lâmpada incandescente, onde um filamento de tungstênio é aquecido até ficar branco, pela resistência que ele oferece à passagem de um fluxo de elétrons. Nesse dispositivo, a energia elétrica é convertida em energia térmica e energia radiante. Se essa radiação passar através de uma fenda, transformar-se-á numa “fita luminosa”. Se fizermos essa “fita” atingir uma tela, aparecerá uma imagem de fenda em forma de linha. Colocando um prisma no caminho da luz, a posição da linha na tela varia. Quando a luz é emitida por um corpo quente e examinada dessa maneira, produzirá, num primeiro caso, uma região contínua de cores variáveis, de modo que a linha se expande, dando uma faixa de cores, desde o vermelho até o violeta (como um arco-íris); num segundo, uma série de linhas separadas com áreas escuras entre elas. A partir do exposto, em qual dos casos tem-se um espectro contínuo e em qual dos casos tem-se um espectro descontínuo? Em que se baseia a sua afirmação?

- Discorra sobre quantização. O que é um quantum?
- Enuncie e discuta o Princípio da Incerteza de Heisenberg.
- Quais as aplicações da Física Quântica?
- Comente a figura ao lado e relacione com os conceitos da Física Quântica.

Figura disponível em <<http://fisicadiscutida.blogspot.com/2011/09/o-gato-de-schrodinger-um-experimente.html>>. Acesso em 28/11/2011.

