

## A QUÂNTICA PELO OLHAR DE LICENCIANDOS EM FÍSICA: UMA CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

*QUANTUM THROUGH THE LOOK OF PHYSICS GRADUATES: A CONTRIBUTION  
FROM THE THEORY OF SOCIAL REPRESENTATIONS*

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.vi.1675>

**Fabiene Barbosa da Silva**

Universidade Estadual de Maringá – UEM;  
fabienegdr33@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0000-5509-7776>

**Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior**

Universidade Estadual de Maringá – UEM  
caomjunior@uem.br  
<https://orcid.org/0000-0002-1116-0777>

**Adriano José Ortiz**

Instituto Federal do Paraná – IFPR  
adriano.ortiz@ifpr.edu.br  
<https://orcid.org/0000-0002-2222-2603>

**Resumo:** A Física Quântica tem sido frequentemente atrelada à venda de produtos que se utilizam de uma roupagem científica com o intuito de obter lucros. Para evitar que as pessoas se deixem enganar por pseudociências, faz-se necessária uma discussão em torno dos aspectos relacionados a esta área da Física com base em um olhar científico. Este trabalho teve como objetivo identificar as Representações Sociais de alunos de um curso de Licenciatura em Física a respeito do termo quântica e investigar se este processo de formação promoveu alterações nestas representações. A metodologia utilizada é de natureza mista, fundamentada na teoria do núcleo central, proposta pela abordagem estruturalista. A coleta dos dados foi feita a partir da aplicação de um questionário utilizando a Evocação Livre de Palavras. A Análise de Similitude foi empregada na análise dos dados a fim de identificar o possível núcleo das Representações Sociais e sua região periférica. Os resultados mostram que os alunos ingressantes associam o termo quântica à Física de uma maneira superficial e os alunos concluintes possuem representações mais influenciadas pelo conhecimento científico. A partir disso é possível concluir que houve uma pequena mudança nas representações dos sujeitos, relacionada com as influências do processo formativo.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências, Pseudociência, Análise de Similitude, Física Quântica.

**Abstract:** Quantum Physics has often been linked to the sale of products that use a scientific guise in order to obtain profits. To prevent people from being fooled by pseudosciences, it is necessary to discuss aspects related to this area of Physics based on a scientific perspective. This paper aimed to identify the Social Representations of students on a Physics degree course regarding the term quantum and investigate whether this training process promoted changes in these representations. The methodology used is of a mixed nature, based on the central core theory, proposed by the structuralist approach. Data collection was carried out through the application of a questionnaire using Free Word Evocation. Similarity Analysis was used to analyze the data in order to identify the possible core of Social Representations and its peripheral region. The results show that incoming students associate the term quantum with Physics in a superficial way and graduating students have representations that are more influenced by scientific knowledge. From this it is possible to conclude that there was a small change in the subjects' representations, related to the influences of the training process.  
**Keywords:** Science Teaching, Pseudoscience, Similarity Analysis, Quantum Physics.

## INTRODUÇÃO

As Representações Sociais (RS) orbitam os mais variados ambientes e grupos sociais e com a Educação não é diferente. Elas podem ser identificadas no ambiente escolar, tanto em alunos como nos próprios professores, que no decorrer de sua formação vão elaborando representações em torno do que é ser professor e até mesmo em torno dos conhecimentos escolares.

Partindo desse pressuposto, a presente pesquisa tem por objetivo identificar as possíveis RS apresentadas por alunos ingressantes e concluintes de um curso de Licenciatura em Física a respeito da quântica, de modo a responder a seguinte questão: Quais são as Representações Sociais sobre quântica que podemos identificar em alunos que iniciam e que concluem um curso de Licenciatura em Física e de que forma este processo de formação pode influenciar nestas RS?

Considerando que a Física Quântica (FQ) tem sido alvo de pseudociências que se utilizam de termos científicos para passar credibilidade com objetivo de vender produtos milagrosos e obter lucros, uma espécie de “milagres quânticos”, faz-se necessário compreender como os futuros professores, no caso alunos de Licenciatura em Física, compreendem o termo quântica, pois eles serão os responsáveis por ensinar FQ na Educação Básica e, conseqüentemente, influenciar as representações de outros sujeitos.

## APORTE TEÓRICO

### **As Representações Sociais e a abordagem estruturalista**

A Teoria das Representações Sociais (TRS) ganhou ênfase a partir de estudos envolvendo a psicanálise e o pensamento popular na França, desenvolvidos por Serge Moscovici na década de 1960 (Gouveia; Silva, 2022). Tais estudos partiram da necessidade em se compreender de que maneira os saberes do senso comum influenciavam os sujeitos na elaboração de representações a respeito de diversos objetos e experiências vivenciados por eles (Gaspi; Duarte; Magalhães Júnior, 2022). De um modo geral, Moscovici “buscava entender como ocorria a elaboração das representações advindas dos saberes de senso comum” (Ortiz *et al.*, 2019, p. 82).

As interações entre os sujeitos e o seu meio, além das interações entre os próprios sujeitos são importantes para a construção destas representações (Silva; Veronese; Miranda, 2023). De acordo com Moscovici (2007), à medida em que as representações são criadas, elas vão circulando, oportunizando a elaboração de novas representações, bem como a superação daquelas mais antigas, e isso ocorre a partir das interações, ou seja, elas não partem de um sujeito isolado.

Ao serem elaboradas, as RS passam por dois processos: a ancoragem e a objetivação. A ancoragem está relacionada à tentativa de fixar conceitos peculiares, simplificando-os em categorias e imagens convencionais e ajustando-os a um contexto conhecido (Ortiz; Magalhães Júnior, 2018). Assim, “no momento em que determinado objeto ou ideia é comparado ao paradigma de uma categoria, adquire características dessa categoria e é reajustado para que se enquadre nela” (Moscovici, 2007, p. 60).

A objetivação, por sua vez, diz respeito à conversão de algo abstrato em tangível, é o ato de transportar o que está em nossas mentes para algo que exista no mundo real (Ortiz; Magalhães Júnior, 2018). Ela “[...] une a ideia de não-familiaridade com a de realidade, torna-se a verdadeira essência da realidade” (Moscovici, 2007, p. 71).

A relação entre conceitos peculiares e conhecimentos do senso comum, além da necessidade de tornar algo complexo mais familiar e acessível, gera uma demanda em torno de como classificar os tipos de conhecimentos, a fim de identificar qual deles faz parte das Representações Sociais. Para Moscovici (2007), existem dois tipos de conhecimentos, que recebem sua denominação de acordo com o domínio no qual ele é gerado. O conhecimento científico é aquele integrante do universo reificado, e o

conhecimento do senso comum faz parte do universo consensual, sendo que é dele que derivam as Representações Sociais (Moscovici, 2007; Ortiz *et al.*, 2019; Diniz *et al.*, 2022).

Embora tenham surgido diferentes abordagens das RS, como por exemplo a abordagem processual, a estrutural, a societal e a dialógica (Ortiz; Triani; Magalhães Júnior, 2023), este trabalho está pautado na abordagem estruturalista. Tal escolha se deu considerando que a RS de um mesmo objeto pode contemplar componentes distintos, sendo que sujeitos dentro de um mesmo contexto social nem sempre terão representações iguais (Ortiz; Triani; Magalhães Júnior, 2023).

Abric (2000) defende que as Representações Sociais possuem quatro funções específicas, que podem ser visualizadas no Quadro 1:

Quadro 1: Funções das Representações Sociais

<b>Função</b>	<b>Descrição</b>
<b>Saber</b>	As representações possibilitam uma compreensão e explicação da realidade. Também facilitam e promovem a comunicação entre os sujeitos.
<b>Identitária</b>	Por serem socialmente construídas e transmitidas, as RS proporcionam aos grupos sociais uma identidade própria, bem como protegem as especificidades desses grupos
<b>Orientação</b>	As representações guiam os comportamentos e práticas dos indivíduos.
<b>Justificadora</b>	Além de orientar as condutas e ações dos sujeitos, as RS também permitem uma análise e elaboração de justificativas, que precedem essas ações.

Fonte: os autores, de acordo com Abric (2000).

A abordagem estruturalista se fundamenta na teoria do núcleo central, proposta por Abric (2000). De acordo com o autor, uma RS é formada por uma região nuclear e uma região periférica. No núcleo estão as ideias que caracterizam e definem o perfil dos grupos analisados, a partir da junção entre a natureza do objeto representado e a forma com que o grupo se relaciona com este objeto. O núcleo possui duas funções: i) a função geradora que “[...] é o elemento através do qual se cria, ou se transforma, o significado dos outros elementos constitutivos da representação” (Abric, 2000, p. 31), ou seja, está relacionada à capacidade do núcleo de dar sentido e valor aos outros elementos e, conseqüentemente, à representação. ii) A função organizadora, uma vez que o núcleo promove os elos que serão responsáveis pela unificação dos elementos da representação, ou seja, ele é “o elemento unificador e estabilizador da representação” (Abric, 2000, p. 31).

A região periférica está relacionada à essência da representação, pois os seus constituintes são mais acessíveis, mais concretos e flexíveis (Abric, 2000). Essa região possui 3 funcionalidades: i) função de concretização, sendo responsável pela ancoragem da representação na realidade, ou seja, os elementos periféricos “[...] constituem a interface entre o núcleo central e a situação concreta na qual a representação é elaborada ou colocada em funcionamento” (Abric, 2000, p. 32). ii) função reguladora, que está associada à capacidade de adaptação da representação a depender das evoluções do contexto, de modo que “os elementos periféricos constituem o aspecto móvel e evolutivo da representação” (Abric, 2000, p. 32). iii) função de defesa, que consiste na defesa da representação e, conseqüentemente, das ideias presentes no núcleo (Abric, 2000).

Embora o núcleo seja caracterizado por sua rigidez e aversão à mudança, as representações podem vir a sofrer transformações, como demonstrado no Quadro 2:

Quadro 2: Tipos de transformações em uma Representação Social

<b>Transformação Resistente</b>	<b>Transformação Progressiva</b>	<b>Transformação Brutal</b>
As práticas novas, ainda que contraditórias, são reguladas pela periferia e pelos mecanismos de defesa. Tais práticas são incorporadas à região periférica.	Ocorre quando as práticas novas não são totalmente contrárias às ideias do núcleo. Há uma mudança, mas ela não rompe integralmente com as ideias do núcleo.	Ocorre uma mudança completa no núcleo e, conseqüentemente, no sentido da representação. Não há qualquer chance de defesa.

Fonte: os autores, de acordo com Abric (2000).

A compreensão em torno de como estas mudanças ocorrem em uma representação é importante, pois possibilitam a criação de estratégias educativas com o intuito de alterar uma representação, quando pensamos na relação entre RS e ensino de Ciências, por exemplo.

### **Algumas considerações sobre o ensino de Física Quântica**

Uma pesquisa realizada por Sanches e Silva (2023) apontou que houve um pequeno aumento no interesse pelo ensino da Física Quântica, no período que compreende entre 2012 e 2022. Contudo, esta é uma área ampla, que demanda a escolha de tópicos específicos a serem ensinados. Dentre estes tópicos, podemos destacar: efeito

fotoelétrico, átomo de Bohr, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, partículas elementares, estrutura molecular, fibras ópticas, entre outros (Ostermann; Moreira, 2000; Rodrigues; Sauerwein, 2011).

Embora o domínio de conteúdos seja um fator importante a ser considerado no momento do ensino, existem outros tipos de conhecimentos igualmente importantes e dos quais o professor precisa dominar, como por exemplo, conhecimentos pedagógicos, conhecimentos do currículo, conhecimento do aluno e das suas características específicas, etc (Shulman, 1986; 1987). Isto possibilita a superação de uma visão pautada na Racionalidade Técnica, onde acredita-se que dominar o conhecimento científico é o pré-requisito básico para ser professor (Oliveira, 2012).

Dentre os aspectos relacionados à importância de se ensinar FQ, destaca-se a necessidade de despertar nas novas gerações a capacidade de apreciar a Ciência como um grande empreendimento feito pelo ser humano, além da compreensão a respeito da importância das construções científicas no desenvolvimento de ferramentas que contribuirão para o enfrentamento dos desafios do futuro (Nicolau Junior; Brockington; Sasseron, 2011).

Por se tratar de uma área tão abrangente e promissora, a FQ desperta nos cientistas algumas incertezas com relação à interpretação dos seus próprios fundamentos, ou seja, “ela desafia as nossas intuições não só de senso comum, mas mesmo aquelas enraizadas no desenvolvimento da Física nos últimos séculos” (Freire Junior; Pessoa Junior; Bromberg, 2011, p. 11). Por isso, é importante se atentar à forma como a FQ tem sido divulgada e até mesmo ensinada, de modo a evitar recair em pseudociências e misticismos.

Atualmente, tem se tornado cada vez mais comum nos depararmos com o misticismo quântico, seja através de ideias relacionadas com curas provenientes de terapias quânticas, ou até mesmo de propostas de melhoria de vida (Schappo, 2021; Pasternak; Orsi, 2023). Isso se torna perigoso à medida que vemos pessoas agindo de má fé, utilizando falsos “milagres quânticos” para obterem lucros.

O aumento das pseudociências desperta um alerta para a necessidade um olhar crítico em torno da formação docente, além das discussões em nível de currículo, visto que “Os professores precisam ser os atores principais no processo de mudança curricular, pois serão eles que as implementarão na sua prática pedagógica” (Oliveira;

Vianna; Gerbassi, 2007, p. 448). É importante que estes profissionais também sejam capazes de questionar sua própria atuação dentro de sala de aula, refletindo desde os conteúdos conceituais específicos de sua área de conhecimento, até os saberes docentes e estratégias que utilizarão (Nicolau Junior; Brockington; Sasseron, 2011).

O ensino de Ciências possui um papel relevante no combate a charlatanismo e pseudociências, conforme exposto por Ramos *et al.*, (2020) afinal, os docentes podem vir a contribuir para a popularização e desmistificação do conhecimento científico, de modo a colaborar com a formação dos indivíduos. Além disso, as mídias e as escolas podem se configurar importantes auxiliadoras para um melhor entendimento público da Ciência.

Contudo, muitas vezes os próprios professores podem possuir concepções a respeito da FQ que se aproximam mais de conhecimentos do senso comum, ou de noções pseudocientíficas. Neste sentido, compreende-se a relevância da identificação das RS expressadas por alunos da licenciatura em Física, levando em consideração que eles estão passando por um processo formativo e estarão frente às salas de aula no futuro, sendo que tais representações podem vir a se tornar frequentes no ambiente escolar, de modo a influenciar a percepção de conceitos científicos que se distancie do universo reificado, entrando em conflito com os princípios da educação formal e contribuindo para a disseminação de pseudociências.

## **PERCURSO METODOLÓGICO**

A metodologia empregada neste trabalho é de natureza mista, pautada na Teoria das Representações Sociais e fundamentada na teoria do núcleo central, proposta por Abric (2000) através da abordagem estruturalista. A metodologia mista é muito utilizada em pesquisas que apresentam resultados tanto de caráter subjetivo (qualitativa) quanto de caráter estatístico (quantitativa) a respeito de um fenômeno (Leite; Carmo, 2023).

Esta pesquisa foi devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR), sob o Número de Parecer: 36789320.1.0000.8156, de modo que os dados foram coletados em uma instituição pública de Ensino Superior, localizada no noroeste do Paraná. Os sujeitos pesquisados foram alunos de um curso de Licenciatura em Física, sendo 10 alunos que

estavam no início do curso, ou seja, eram ingressantes e 8 alunos no final do curso, ou seja, concluintes.

O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi um questionário, a partir da técnica da Evocação Livre de Palavras, muito utilizada em pesquisas que envolvem as RS, por permitir que o indivíduo expresse de maneira espontânea os termos que vêm à sua mente e que são mais acessíveis à sua consciência (Ortiz; Magalhães Júnior, 2019; Wachelke; Wolter, 2011).

Inicialmente os participantes tiveram que escrever as 5 primeiras palavras que viram à sua mente quando pensaram no termo indutor Quântica. Logo após, foi solicitado que eles reorganizassem as palavras, atribuindo a elas grau de importância, de modo que 1 seria a mais importante e 5 a menos importante. Este processo contribuiu para que o sujeito repense a respeito da importância das palavras evocadas e contribuiu para uma compreensão ampla em torno do estudo das RS (Gaspi, 2023). Em um último momento, os participantes foram convidados a escrever pequenas redações que justificassem a escolha das palavras, de modo a contribuir, posteriormente, com a organização das palavras em grupos semânticos (Galvão; Magalhães Júnior, 2016; Gaspi, 2023).

O objeto de pesquisa foi escolhido levando em consideração que possuía relação com os sujeitos participantes, visto que se tratava de alunos de um curso de Física, onde possuem discussões a respeito de Física Quântica (Sá, 1998; Jodelet, 2001). Além disso, optou-se apenas pelo termo Quântica, devido ao fato de Física Quântica ser sugestivo, podendo influenciar nos resultados e causando uma poluição por representações de objetos próximos a ele (Sá, 1998).

Em um primeiro momento, as palavras evocadas foram distribuídas em grupos semânticos homogêneos, seguindo os critérios da análise categorial temática (Bardin, 2016; Gaspi, 2023; Gaspi; Maron; Magalhães Júnior, 2023; Gaspi; Magalhães Júnior, 2024), tendo como índice de referência o tema e o indicador escolhido foi a presença ou ausência do tema. A análise das redações escritas é importante neste processo, uma vez que contribuiu para evitar possíveis divergências e ambiguidades no momento de distribuição e categorização das palavras (Wachelke; Wolter, 2011), visto que, ainda que uma palavra seja semelhante à outra, na redação a sua escolha pode ter sido justificada com base em um contexto diferente.

Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise de Similitude, que pode ser utilizada de forma isolada ou complementar à Análise Prototípica. Para esta pesquisa, focamos na Análise de Similitude de maneira individual, sendo que ela permite observar a conexão existente entre os elementos de uma RS (Gaspi, 2023). Neste sentido, quanto maior for a quantidade de laços que um elemento possua com outros, maior será a sua probabilidade de estar presente no núcleo central da RS, considerando que os elementos do núcleo tendem a se conectar, naturalmente, com um número maior de outras cognições (Gaspi, 2023; Carmo; Leite; Gaspi, 2024).

A partir da combinação entre os grupos semânticos e o índice de similitude, é plotada a árvore máxima de similitude, onde os vértices são formados pelos elementos de representação. O diâmetro do círculo presente na árvore indica a frequência de evocação de cada conceito (saliência), ou seja, quanto maior o número de vezes que uma ideia foi evocada, maior será o seu círculo na árvore. Já as arestas, apontam o índice de similitude, onde sua espessura é proporcional a essa similitude, portanto, quanto mais vezes dois conceitos forem evocados simultaneamente, mais espessa será a aresta (Ortiz; Triani; Magalhães Júnior, 2023).

Para a criação da árvore de similitude, foi utilizada uma interface para ambientes estatísticos, denominada IRaMuTeQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), que permite a análise de textos e questionários, além de tornar possível a construção de metarrepresentações linguísticas extraídas das informações textuais (Rodrigues, 2023).

Para o uso do IRaMuTeQ, inicialmente foi necessário reconsiderar as análises dos grupos semânticos organizados a partir das evocações dos participantes, presentes no questionário. Em seguida, dispomos estes dados em planilhas do tipo Excel, para que pudessem ser remetidos ao software, a fim de serem realizados os procedimentos de tratamento dos dados. A organização das planilhas levou em consideração o grau de importância que foi atribuído para cada palavra evocada (Gaspi, 2023).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

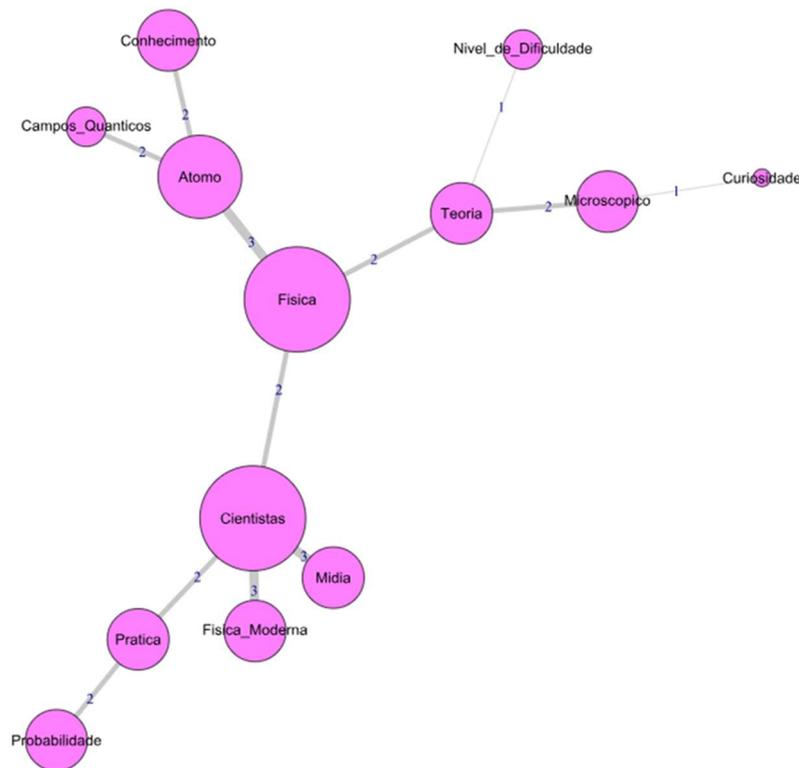
Nesta seção apresentamos os resultados obtidos com a pesquisa, além das discussões e reflexões levantadas. Os resultados foram separados por turmas, de modo que inicialmente encontram-se os resultados referentes à turma ingressante e,

posteriormente, à turma concluinte. A última parte desta seção resgata uma reflexão geral a partir da análise das RS apresentadas.

### **Análise das Representações Sociais apresentadas pelos alunos que se encontram no início do curso de Licenciatura em Física**

Foram evocadas 49 palavras para a turma ingressante, que continha 10 alunos participantes. Após organizados os grupos semânticos, os dados foram dispostos em planilhas e submetidos ao software IRaMuTeQ, que tratou os dados e plotou a árvore de similitude apresentada na Figura 1.

Figura 1: Árvore de similitude formada pelos alunos ingressantes a respeito do termo indutor Quântica



Fonte: autoria própria (2024).

A partir da análise da árvore, é possível destacar como grupos centralizadores, dos quais partem novas ramificações, pelo menos três agrupamentos: Física, Cientistas e Átomo. Sendo que destes, Cientistas e Física são os que possuem mais conexões com outros elementos. Com relação ao elemento Física, destacamos a justificativa do participante P05 que escreveu: “são relacionados, tem a ver com fenômenos físicos” e

P03: “lembrei do tema no geral”. Embora seja possível observar uma relação feita pelos estudantes a respeito do termo quântica e a Física, isso não significa que eles tenham um conhecimento amplo da FQ, uma vez que as próprias justificativas são bem superficiais e não se aprofundam no tema. Ou seja, é comum as pessoas dizerem conhecer a FQ, mas quando são questionadas a respeito, não conseguem desenvolver uma discussão aprofundada sobre seus princípios e características (Schappo, 2021).

Para o elemento Cientistas, destacamos os textos escritos por P07 e P10, que evocaram a palavra Albert Einstein e justificaram respectivamente com: “porque ele faz parte do meio da Física e ajudou” e “pela sua contribuição”. Estes trechos podem demonstrar uma RS ancorada em uma visão elitista da Ciência, onde acredita-se que ela é construída por gênios isolados e, como tal, é reservada exclusivamente a eles (Pérez *et al.*, 2001). É inegável a importância da contribuição de Albert Einstein para a FQ, porém cabe lembrar que os cientistas não trabalham sozinhos, eles fazem parte de uma rede ampla de pesquisadores que procuram novas descobertas científicas e estas, por sua vez, são compartilhadas e fazem parte da história humana, de modo que todos podem conhecê-la e se apropriarem dela.

Levando em consideração as justificativas dos participantes, bem como o exposto pela árvore de similitude, onde o elemento Cientistas conta com quatro laços, é possível perceber que os alunos que evocaram o termo Cientistas também evocaram os termos Física Moderna e Mídia concomitantemente mais vezes. Isto leva a inferir que eles associam o termo Quântica a cientistas conhecidos e à Física Moderna, e que tal associação pode estar relacionada com a influência da mídia, visto que o objeto investigado de uma RS pode ser orbitado por outras representações de temas correlatos, ou seja, podem existir interações entre RS que não são investigadas diretamente (Félix *et al.*, 2016). Tal afirmação pode ser ilustrada a partir da justificativa de P08: “As palavras foram baseadas nos vídeos do canal Ciência todo Dia”, que é um canal importante de divulgação científica e está disponível gratuitamente na plataforma de vídeos online denominada YouTube.

A análise destes componentes vai ao encontro do proposto por Sá (1996, p. 114): “[...] da mesma forma que o valor simbólico de uma cognição central leva a que as palavras que a designam sejam frequentemente evocadas, também seu forte poder associativo se manifesta quantitativamente, no caso por uma elevada conexidade”. Ou

seja, quanto maior é a quantidade de laços que um elemento possui com os outros (como no caso do termo Cientistas que possui quatro laços e Física que possui três), maior é a sua probabilidade de estar presente no núcleo central, considerando que os elementos do núcleo tendem a se conectar, naturalmente, com um número maior de outras cognições.

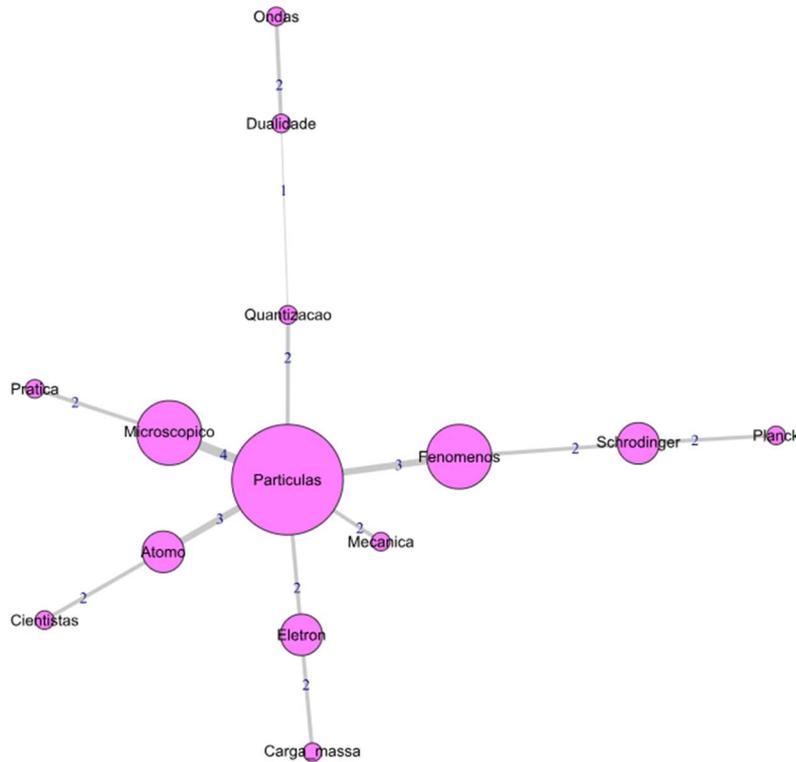
Os elementos que se encontram nas arestas da árvore e que podem ser indicados como periféricos, por apresentarem baixas saliências e baixa conexidade são Nível de Dificuldade e Curiosidade. Para o primeiro, evidenciamos a escrita de P05 “pois eu acho que esta matéria será difícil, no futuro” e para o segundo elemento, a justificativa de P04: “[...] por adentrarmos ao território onde cada vez que vamos mais longe, menos respostas encontramos e novas dúvidas criamos [...]”.

A análise dos elementos Nível de Dificuldade e Curiosidade pode ser interpretada a partir de uma relação intrínseca com a fase em que os alunos se encontram dentro do curso, uma vez que eles ainda não tiveram contato com a FQ em nível de Ensino Superior e isso pode gerar certa curiosidade e, ao mesmo tempo, uma sensação de insegurança em relação à aprendizagem desta disciplina no futuro. Cabe ressaltar também, que estes elementos são mais frágeis e passíveis de mudanças ao longo do processo, indicando que há a possibilidade de ocorrer uma transformação na periferia das RS dos participantes no decorrer das suas vivências no curso de Licenciatura em Física, conforme proposto pela função reguladora da região periférica (Abric, 2000).

### **Análise das Representações Sociais apresentadas pelos alunos que se encontram na reta final do curso de Licenciatura em Física**

Foram evocadas 40 palavras para a turma concluinte, que continha 8 alunos participantes. Após organizados os grupos semânticos, os dados foram dispostos em planilhas e submetidos ao software IRaMuTeQ, que tratou os dados e plotou a árvore de similitude apresentada na Figura 2.

Figura 2: Árvore de similitude formada pelos alunos concluintes a respeito do termo indutor Quântica



Fonte: autoria própria (2024).

A partir da análise da árvore de similitude, é possível destacar como grupo centralizador, do qual partem novas ramificações, o elemento Partículas, sendo este o elemento que possui mais conexões, ou seja, possui laços com outros seis elementos. Uma das razões para a presença de um único grupo polarizador pode estar associada ao número pequeno de participantes, o que faz pertinente um núcleo mais coeso entre eles.

Sinalizamos três justificativas a respeito do elemento Partículas, que são: “[...] queremos dizer sobre o estudo de partículas, como os elétrons” (P02); “[...] a palavra (...) veio por associação dos conteúdos” (P03) e “[...] trata do estudo da matéria em regiões muito pequenas onde a teoria do modelo padrão de partículas prevalece [...]” (P08). Tais justificativas demonstram um conhecimento mais aprofundado da FQ e que estão relacionados com os conteúdos que foram trabalhados no decorrer do curso de licenciatura.

Sendo assim, é plausível afirmar que o elemento Partículas possui características de possível componente do núcleo central das RS dos alunos concluintes, pois ele possui uma grande quantidade de laços, levando em consideração que os elementos do núcleo tendem a se conectar, naturalmente, com um número maior de outras cognições

(Sá, 1996). Este elemento também possui alta conexão com os grupos Microscópico, Fenômenos e Átomo, o que indica que ele foi mais evocado simultaneamente com estes termos (Ortiz; Triani; Magalhães Júnior, 2023).

Com relação aos elementos que se encontram nas arestas da árvore (Planck, Carga-massa, Prática, Cientistas, Ondas e Mecânica), eles podem ser considerados periféricos, pois apresentaram baixas saliências e baixa conexão. Estes elementos tiveram justificativas bem superficiais, o que pode ser observado nos trechos retirados das redações dos alunos, como por exemplo, Carga-massa que foi atrelado ao “[...] experimento da carga-massa” (P07); e Mecânica porque “[...] a mecânica [quântica] é diferente da clássica” (P08). Portanto, se apresentaram como elementos bem frágeis da representação, de modo que podem vir a sofrer mudanças ao longo do tempo conforme proposto pela função reguladora da região periférica (Abriç, 2000).

### **Reflexão em torno das Representações Sociais identificadas**

A partir das análises apresentadas, é possível afirmar que o possível núcleo das RS dos alunos ingressantes seja formado pelos elementos Física, Cientistas e Átomo, uma vez que eles aparecem na árvore de similitude como elementos que possuem grande quantidade de laços e forte conexão. Estes componentes dão sentido aos outros elementos, bem como à própria representação, reforçando a presença da função geradora do núcleo da RS. A função organizadora também está presente, uma vez que os componentes do núcleo são responsáveis por criar elos com os outros elementos, contribuindo para a unificação e estabilização da representação (Abriç, 2000).

Considerando que os participantes são alunos que estão ingressando no curso e que provavelmente não tiveram contato com a FQ em um contexto educacional, faz-se necessário que o seu processo de formação esteja permeado por uma abordagem pedagógica que vá além, instigando-os a questionarem e explorarem novas perspectivas, de modo que suas representações venham a se aproximar mais do conhecimento científico historicamente construído, superando representações ancoradas em visões distorcidas da própria Ciência (Pérez *et al.*, 2001).

O início de um novo curso é sempre entremeado por uma sensação de insegurança e medo perante aos desafios que vão surgir, além da curiosidade em torno daquilo que muitas vezes se configura como novidade, neste caso a Física Quântica

(Freire Junior; Pessoa Junior; Bromberg, 2011). Portanto, é importante que os docentes invistam em abordagens pedagógicas com vistas a superar representações distorcidas e negativas que os alunos venham a ter a respeito da Física, o que pode gerar um ambiente fértil para a proliferação de pseudociências e misticismos (Schappo, 2021; Pasternak; Orsi, 2023), de modo a possibilitar que eles tenham contato com os aspectos referentes ao desenvolvimento e importância desta área, por meio de discussões conceituais, filosóficas e históricas (Freire Junior; Pessoa Junior; Bromberg, 2011; Nicolau Junior; Brockington; Sasseron, 2011).

Com relação aos alunos concluintes, foi possível identificar que o possível núcleo de suas RS seja o elemento Partículas, o que indica, através das justificativas apresentadas, que os alunos já possuem uma representação mais estruturada a respeito do objeto de pesquisa. As funções do núcleo (Abriç, 2000) novamente estão bem definidas, sendo que o elemento Partículas não só deu sentido à representação, como possibilitou a criação de elos com outros componentes, de modo a unificar e estabilizar a representação. É importante destacar também que estes alunos tiveram contato com a FQ a partir da disciplina de Física Moderna e que tal contato pode ter sido responsável por gerar representações mais voltadas para esta área da Física

Das palavras evocadas pelos alunos concluintes, a maioria delas faz parte de tópicos de Física Quântica que são defendidos na literatura quanto à sua abordagem, como por exemplo, átomos, dualidade onda-partícula e partículas elementares, o que indica que o curso de licenciatura se preocupou com a escolha dos conteúdos a serem ensinados (Ostermann; Moreira, 2000; Rodrigues; Sauerwein, 2011).

Embora o domínio do conteúdo a ser ensinado seja um dos aspectos necessários com relação às necessidades formativas do professor (Shulman, 1986; 1987), cumpre reforçar que existem outros igualmente importantes e que estão relacionados com sua prática pedagógica, afinal ser professor exige uma série de conhecimentos. É relevante estarmos atentos a isto, para não recairmos em uma representação de professor voltada para a racionalidade técnica, onde bastar dominar um conteúdo para ensiná-lo (Oliveira, 2012). Com isso, espera-se que o processo de formação esteja pautado em formar professores que sejam pesquisadores e reflexivos, que adotem abordagens que incluam o sujeito no processo de ensino e aprendizagem.

Propondo uma relação entre a TRS e as análises aqui desenvolvidas, foi possível observar que o objeto de pesquisa quântica se mostrou um objeto de Representação Social tanto para os alunos ingressantes como para os concluintes (Sá, 1998; Jodelet, 2001). Para os ingressantes, ainda que eles não tenham tido contato com a FQ, eles já possuíam algumas representações a respeito dela, um sentimento de curiosidade a até mesmo de medo, considerando que é uma disciplina com a qual terão contato ao longo do curso. Em contrapartida, os concluintes, que já tiveram contato com a FQ, apresentaram representações mais voltadas para os campos de domínio da FQ e relataram que tais representações estavam associadas com os conteúdos vistos em sala de aula.

A ausência de palavras evocadas associadas a pseudociências, visto que elas são constantemente divulgadas principalmente nas mídias, também é um fator a ser destacado. Esta ausência pode estar atrelada ao conceito de zona muda, defendido por Guimelli e Deschamps (2000) e que consiste em regiões das representações que são comuns ao grupo, mas que são compostas por elementos contra-normativos. Em outras palavras, os participantes da pesquisa talvez possuam representações voltadas para pseudociências, mas não as evocaram por considerarem que seria algo negativo, uma vez que eles fazem parte de um grupo social que tem em comum o curso de Licenciatura em Física e isso implica que eles não podem defender argumentos que não são científicos e que são repudiados pela comunidade científica.

Com relação às funções das RS defendidas por Abric (2000), foi possível identificar duas delas: a função identitária, considerando que os sujeitos da pesquisa são futuros professores e que as RS apresentadas por eles estão relacionadas com a formação da sua identidade docente e, conseqüentemente com a sua prática pedagógica. Além da função relacionada ao saber que, no caso dos alunos concluintes, demonstrou que estes conseguiram adquirir conhecimentos referentes ao objeto de pesquisa, bem como explicar/comunicar esses conhecimentos.

No que tange aos campos de conhecimentos defendidos por Moscovici (2007), infere-se que os alunos ingressantes ainda possuem representações voltadas para os conhecimentos do universo consensual, ou seja, eles interpretam a quântica como objeto de estudo da Física, mas essa interpretação ainda leva em conta uma representação permeada por inseguranças e por uma visão reducionista desta área do conhecimento e

que circula muito entre os indivíduos. Já os alunos concluintes, possuem representações sociais mais voltadas para conhecimentos do universo reificado, demonstrando certos domínios dos conteúdos que tiveram acesso.

É possível afirmar ainda que houve uma mudança nas RS dos participantes do tipo progressiva, uma vez que não houve uma transformação completa do núcleo e as ideias novas foram se integrando a ele (Abric, 2000; Ortiz; Triani; Magalhães Júnior, 2023) e que essa mudança pode estar relacionada com as influências que estes licenciandos tiveram no seu processo de formação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa indicam a importância do papel formativo no processo de re(construção) das Representações Sociais sobre a Física Quântica em futuros professores. Enquanto os alunos ingressantes apresentam RS mais influenciadas por conhecimentos gerais de senso comum e midiáticos, os concluintes demonstraram RS mais próximas do universo reificado e, conseqüentemente, do conhecimento científico.

Embora a transformação identificada seja do tipo progressiva, é possível observar uma relevância do currículo no reforço de conceitos fundamentais da FQ. Entretanto, a ausência de evocações relacionadas às pseudociências em ambos os grupos pode sugerir possíveis zonas mudas na formação docente que merecem atenção. Assim, propõe-se um aprofundamento das abordagens pedagógicas, promovendo o desenvolvimento de um pensamento científico crítico e, conseqüentemente, uma formação docente reflexiva e crítica.

## REFERÊNCIAS

ABRIC, Jean-Claude. A Abordagem estrutural das Representações Sociais. In: MOREIRA, Antonia Silva Paredes; OLIVEIRA, Denise Cristina de (Org.). **Estudos interdisciplinares de representação social**. Goiânia: AB, 2000. p. 27-38.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

CARMO, Tânia do. LEITE, Joici Carvalho. GASPI, Suelen de. Análise Prototípica e de Similitude em Representações Sociais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. (Org.). **Análise de dados em Educação para a Ciência e a Matemática**. 1. ed. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024, p. 202-214.

DINIZ, Telma Augusta. *et al.* Representações Sociais de professoras de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental e o ensino da Astronomia. **Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 2, p. 151-162, 2022.

FÉLIX, Livia Botelho. *et al.* O conceito de Sistemas de Representações Sociais na produção nacional e internacional: uma pesquisa bibliográfica. **Psicologia e Saber Social**, v. 5, nº 2, p. 198-217, 2016.

FREIRE JUNIOR, Olival; PESSOA JUNIOR, Osvaldo; BROMBERG, Joan Lisa (org.). **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. São Paulo Eduepb/Livraria da Física, 2011. 456 p.

GALVÃO, Camila Brito; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. A relação entre as Representações Sociais de professores sobre Educação Ambiental e os projetos relacionados à Conferência Nacional infanto-juvenil pelo Meio Ambiente. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande, v.33, n.2, p.124-141. 2016.

GASPI, Suelen de; DUARTE, Rômulo Mateus; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. O olhar docente acerca das metodologias ativas de aprendizagem: uma análise a partir da teoria das representações sociais. **Vitruvian Cogitationes**, v. 1, n. 1, p. 135-149, 2022.

GASPI, Suelen de. **Representações Sociais de crianças brasileiras e portuguesas sobre vacinação: subsídios para educação em saúde**. 2023. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2023.

GASPI, Suelen de; MARON, Luís Henrique Pupo; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Técnicas para Análises de Dados: Análise de Conteúdo numa perspectiva de Bardin. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Ponta Grossa: Atena, 2023. Cap. 4. p. 236-245.

GASPI, Suelen de; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Direcionamentos para a Análise de Conteúdo. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. (Org.). **Análise de dados em Educação para a Ciência e a Matemática**. 1. ed. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024, p. 48-58.

GOUVEIA, Daniele da Silva Maia; SILVA, Alcina Maria Testa Braz da. As representações sociais dos alunos da EJA acerca da presença da tecnologia em seu cotidiano. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 57, p. 161-180, 2022

GUIMELLI, Christian. DESCHAMPS, Jean-Claude. Effet des contextes sur la production d'associations verbales. Le cas des représentations sociales des Gitanes. **Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale**, n. 47, p. 44-54, 2000.

JODELET, Denise. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2001, p. 17-44.

LEITE, Joici de Carvalho; CARMO, Tânia do. Natureza da Pesquisa: Metodologia Mista. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Ponta Grossa: Atena, 2023. Cap. 1. p. 31-41.

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 395 p. Editado em inglês por Gerard Duveen: traduzido do inglês por Pedrinho A. Guareschi.

NICOLAU JUNIOR, Jorge Luiz; BROCKINGTON, Guilherme; SASSERON, Lúcia Helena. Formação contínua de professores para abordagem de tópicos de relatividade no ensino médio: saberes docentes dos implementadores. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 96-106, 2011.

OLIVEIRA, Rosalba Lopes de. FORMAÇÃO DOCENTE: traçando modelos que subjazem à prática. **Revista QUIPUS**, v. 1, n. 1, p. 13-24, 13 dez. 2012.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l], v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

ORTIZ, Adriano José; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Representações Sociais e Formação de professores: Reflexões. In: **Representações Sociais, formação de professores e educação**. MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. (Org.). Rio de Janeiro, Bonecker, 2018. p. 27-45.

ORTIZ, Adriano José; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Ser professor de Física: Representações Sociais na licenciatura. **Revista Ensaio, Belo Horizonte**, v. 21, abr, 2019.

ORTIZ, Adriano José. *et al.* Representações Sociais de alunos do final do Ensino Médio sobre Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 27, p. 79-91, 2019.

ORTIZ, Adriano José; TRIANI, Felipe; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Abordagens da Pesquisa: Representações Sociais: uma teoria, muitos caminhos. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Ponta Grossa: Atena, 2023. Cap. 2. p. 103-119.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Área de Pesquisa "Física Moderna E Contemporânea No Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l], v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PASTERNAK, Natalia; ORSI, Carlos. **Que bobagem! Pseudociências e outros absurdos que não merecem ser levados a sério**. São Paulo: Contexto, 2023. 336 p.

PÉREZ, Daniel. Gil. *et al.* Para Uma Imagem Não Deformada Do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, [s.l], v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

RAMOS, Fernanda Peres; et al. Alfabetização Científica E As Visões Deformadas No Ensino De Ciências: Algumas Reflexões Sobre Os Discursos Dos Professores De Física. **Rencima**, [s. l], v. 11, n. 3, p. 1-15, 2020.

RODRIGUES, Carla Moraes; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Ensino de Ciências: Desafios para o Ensino Médio. **Latin-American Journal Of Physics Education**, [s. l], v. 5, n. 4, p. 746-752, dez. 2011.

RODRIGUES, Ernani Vassoler. A utilização de softwares para análise de dados: Ferramentas computacionais para análise de dados na pesquisa em Educação em Ciências. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Ponta Grossa: Atena, 2023. Cap. 5. p. 288-312.

SÁ, Celso Pereira. **Núcleo das Representações Sociais**. 2ª ed. revista. Petrópolis, RJ. Vozes. 1996.

SÁ, Celso Pereira. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1998.

SANCHES, Vinicius; SILVA, Fabiene Barbosa da. Tendências em pesquisas sobre ensino de Física entre os anos de 2012 e 2022. **Anais da II Escola de Inverno de Ensino de Física: "Ensino de Física: desafios no contexto pós-pandêmico"**, Rio Grande do Sul, v. 2.1, p. 46-51, 2023.

SILVA, Laiane Alves; VERONESE, Monaise Cristina Borges Silva; MIRANDA, Camila Lima. Ingresso e permanência em uma licenciatura em educação do campo: uma análise a partir da teoria das representações sociais. **Vitruvian Cogitationes**, v. 4, n. 2, p. 92-106, 2023.

SCHAPPO, Marcelo Girardi. Eu odeio física, mas adoro Física Quântica In: SCHAPPO, Marcelo Girardi (org.). **Armadilhas Camufladas de Ciência: mitos e pseudociências em nossas vidas**. Rio de Janeiro: Autografia, 2021. Cap. 7. p. 157-193.

SHULMAN, Lee Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, [s. l], v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, Lee. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, [s. l], v. 57, n. 1, p. 1-21, 1987.

WACHELKE, João; WOLTER, Rafael. Critérios de construção e relato da análise

prototípica para Representações Sociais. **Revista psicologia: teoria e pesquisa**, v.27, n.4, p.521-526. 2011.