

Representações sociais de acadêmicos de licenciatura em Física a respeito do tema radioatividade

RESUMO

Marilha Aparecida Cruz Cunha
marilhacruz@gmail.com
orcid.org/0009-0002-2053-1418
Instituto Federal do Paraná (IFPR),
Ivaiporã, Paraná, Brasil.

Adriano José Ortiz
adriano.ortiz@ifpr.edu.br
orcid.org/0000-0001-8327-9147
Instituto Federal do Paraná (IFPR),
Ivaiporã, Paraná, Brasil.

Este trabalho visa investigar as Representações Sociais (RS) de ingressantes e concluintes de Licenciatura em Física em uma Instituição Federal, localizada na região centro-norte do Paraná, a respeito da radioatividade, em 2023. Isso porque o tema radioatividade faz parte do currículo escolar da Educação Básica Nacional, está presente no ambiente em que vivemos e interfere na qualidade de vida das pessoas. Além disso, o estudo pretende provocar reflexões sobre a formação de professores de Física, à medida que proporciona um contexto de análise das relações entre o universo individual e as condições sociais nas quais ocorrem as interações, que podem influenciar o ensino e a aprendizagem. A metodologia utilizada é do tipo qualitativa, fundamentada na Teoria do Núcleo Central. Aplica-se como técnica de coleta de dados a Evocação Livre de Palavras e a produção de textos. A análise dos dados coletados ocorreu por meio do diagrama de quatro casas. Ao compara-se o grupo dos ingressantes com os concluintes nota-se que, no primeiro, os alunos têm a centralidade das RS direcionada a parte física da matéria, relativos aos processos radioativos, enquanto, no caso dos alunos concluintes a visão está na aplicabilidade da radioatividade e suas implicações cotidianas. A pesquisa indica que houve mudanças na estrutura das RS. Essas mudanças aproximaram as RS do universo reificado. Sendo assim, novas pesquisas poderão nortear a formação de futuros professores, pois são úteis à compreensão da interação educativa, da concepção dos objetos do conhecimento e do agir no processo educacional.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Formação de Professores. Evocação de Palavras.

INTRODUÇÃO

A descoberta da radioatividade dos compostos de urânio por Becquerel, somada aos estudos do Casal Curie, que observaram os tipos de radiações emitidas por diferentes elementos radioativos, acrescida à demonstração de Rutherford da existência do núcleo atômico, característica por tais especificidades, indica o início da Física Nuclear (PERUZZO, 2012).

À vista disso, as utilizações técnicas e sociais aumentaram significativamente, dentre as quais podemos citar o desenvolvimento de novas formas de geração de energia, o uso em instrumentos medicinais, em análises arqueológicas e na produção de armas nucleares (PERUZZO, 2012).

Vale ressaltar que a radioatividade pode oferecer riscos quando não se possui o conhecimento necessário. Esses riscos podem variar desde acidentes locais, contaminação ambiental ou mesmo em acidentes de grande escala, com repercussão mundial, como os de Fukushima, no Japão; Chernobyl, na Ucrânia; e o do Césio-137, em Goiânia (PERUZZO, 2012).

Assim sendo, a radioatividade é um conteúdo importante, pois, desde sua compreensão inicial, vêm interferindo na qualidade de vida da população (PERUZZO, 2012). Consequentemente, faz parte do processo de interação social, estando sujeita à construção de Representações Sociais.

Dada a sua relevância, o tema radioatividade deve ser discutido na Educação Básica, inclusive está proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1997) e na Base Nacional Comum Curricular BNCC (BRASIL, 2018). Ambos fornecem uma ideia de direção para o currículo do sistema educacional. O objetivo comum desses documentos é que os alunos possam prever os efeitos biológicos e ambientais das radiações ionizantes e não ionizantes, bem como os fatores de proteção contra elas.

Apesar das observações dos documentos normativos da educação e da presença da radioatividade no dia a dia, esse assunto é pouco trabalhado em sala de aula, e quando o é, muitas vezes isso ocorre de maneira superficial ou equivocada (PINTO; MARQUES, 2010). Entretanto, precisamos prezar por uma educação científica efetiva. Para isso é necessário haver professores preparados conceitual e pedagogicamente para lidar com diferentes temas (BROIETTI *et al.*, 2009).

Isso nos remete à necessidade de entender como os futuros professores entendem o conceito de radioatividade, e para tanto, um caminho é tecer reflexões sobre as Representações Sociais (RS) na educação, tendo em mente que as RS são constituídas também por meio da comunicação entre professor e o aluno, que juntos tem por objetivo a aprendizagem.

A troca de saberes entre os autores envolvidos têm potencial de levar ao conflito ou consenso, em decorrência do assunto estudado. Essa relação socio cognitiva propõe a interação e a criação entre o que é novo e o que é admissível para todos os envolvidos. Assim, essas representações são importantes a medida que definem a conduta e os comportamentos dos indivíduos, pois são formas alternativas de explicar os processos de aquisição de conhecimento, ensino e aprendizagem (LOUREIRO, 2015).

Por esse motivo, o estudo das Representações Sociais (RS) apresenta-se com potencial de colaborar com a compreensão de saberes prévios, investigando os processos de construção social. Segundo Jodelet (2001, p.22), a representação social, "[...] é uma forma de conhecimento, socialmente elaborada e partilhada, com um objetivo prático, que contribui para a construção de uma realidade comum a um conjunto social". Logo, essas Representações Sociais podem fazer parte dos conhecimentos prévios dos estudantes e estar associadas à interpretação do conhecimento escolar, seja de forma concreta ou abstrata (CASTORINA, 2017).

Portanto, a investigação das RS entre alunos do primeiro e último ano da graduação de Física a respeito da radioatividade, contribui para a reflexão sobre a formação de professores, uma vez que as mesmas tendem a ocupar o lugar do objeto social e influenciar a prática pedagógica e a aprendizagem.

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

A teoria das Representações Sociais (RS) tem ganhado espaço desde 1961, evidenciados pelo psicólogo francês Serge Moscovici. De acordo com Ortiz e Magalhães Junior (2018), Moscovici buscava entender como ocorria a elaboração das representações advindas dos saberes de senso comum. Desse modo, Moscovici tinha por objetivo explicar como os saberes do senso comum contribuem para a elaboração de representações (uma espécie de teorias) sobre diversos objetos e de que maneira esse processo ocorre. Assim, elas podem ser compreendidas como o conhecimento e experiência, e também podem ser compartilhadas, formando uma realidade comum para determinado grupo social (ORTIZ; MAGALHÃES JUNIOR, 2019).

Consequentemente, a possibilidade de compreensão do processo de adaptação social cognitiva dos indivíduos à realidade cotidiana, seu ambiente social e ideológico leva ao desejo desse tipo de abordagem neste trabalho. De forma singular, as RS busca compreender e caracterizar as influências recíprocas entre o homem e o grupo social ao qual fazem parte, ou, em um sentido mais amplo, a sociedade no geral (WACHELKE; BOUSFIELD; CAMARGO, 2011).

As representações tornam-se significativas à medida que interferem nas decisões do cotidiano do ser humano (WACHELKE; BOUSFIELD; CAMARGO, 2011). De acordo com Coche (2010), para compreender sua vocação, o indivíduo criado, intelectualmente, importantes réplicas do que pode ser identificado como conhecimento da realidade. Conforme essa identificação é representada e a maneira como é obtida, o conhecimento é dividido em diferentes tipos: filosófico, teológico, artístico e científico (KÖCHE, 2010; CERVO; BERVIAN, 1996).

O conceito de estrutura do RS baseia-se na Abordagem Estruturalista de Abric (2000). Ela é formada por um núcleo central e regiões periféricas. Embora os elementos centrais sejam provenientes e possam ser compartilhados, os elementos presentes na periferia são instáveis e sujeitos a mudanças, sendo responsáveis por proteger as ideias do núcleo.

O núcleo é uma ideia que caracteriza e define a análise de cada grupo. Dessa forma, são os elementos centrais que dão significado ao objeto; no caso dos elementos da periferia, estes são menos comuns entre os indivíduos, justificados

por experiências particulares que facilitam a mudança de representação (ABRIC, 2000).

Sobre possíveis mudanças na RS, Abric (2000) sugere três tipos: a transformação resistente, na qual as práticas são gerenciadas pela periferia, impedindo mudanças no núcleo; a transformação progressiva, em que novas práticas não são totalmente diferentes do núcleo e eventualmente se fundem com as ideias já apresentadas; e uma transformação radical, que resulta em uma mudança brusca.

Por isso, a teoria das Representações Sociais (RS) tem o potencial de cooperar na compreensão do conhecimento prévio e na investigação dos processos de construção social. Como formas de conhecimento articuladas e compartilhadas socialmente, as RS possuem objetivos práticos e específicos para a construção de uma realidade comum aos grupos sociais, interferindo no processo de ensino e aprendizagem.

RADIOATIVIDADE

Os estudos de Henri Becquerel no ano de 1896, possibilitaram a descoberta de que sais de urânio emitiam raios semelhantes aos raios-x, devido à sua capacidade de penetrar objetos. Essa descoberta despertou em Marie e Pierre Curie a curiosidade de saber mais sobre o urânio. Graças aos seus estudos, foram os primeiros a mencionar a palavra radioatividade (HEWITT, 2011).

Segundo Hewitt (2011, p. 726), “A radioatividade é o processo em que núcleos atômicos emitem partículas energéticas”. Conforme ocorre o processo de desestabilização do núcleo acontece, um átomo com núcleo instável emite espontaneamente partículas para tornar-se o núcleo de outro elemento, denominado de átomo radioativo (HEWITT, 2011).

Dessa maneira, átomos que apresentam elementos instáveis, em alguns casos, “rompem-se”, formando núcleos menores, este processo é chamado de fissão. No caso oposto, núcleos menores podem se unir, formando um maior, o que chamamos de fusão (HEWITT, 2011). No momento que ocorrem essas características, são emitidas radiações penetrantes, do tipo alfa, beta e gama, que apresentam energia, transformando-se em núcleos diferentes (MARTINS, 2003).

As emissões de partículas energéticas foram encontradas também nos elementos de polônio e de rádio pelo casal Curie. A descoberta possibilitou ao casal Curie, com Becquerel, o Prêmio Nobel de Física, e mais tarde, a Marie Curie o prêmio Nobel de Química. Eles notaram evidências de alterações significativas no núcleo do átomo dos materiais, que muitas vezes, são chamadas de decaimento radioativo (HEWITT, 2011).

Apesar do termo “radioativo” nos causar espanto, segundo Hewitt (2011), ele está tão presente em nosso ambiente quanto o sol ou a chuva. A radioatividade se mostra o tempo todo no chão que pisamos e no ar que respiramos, aquecendo e suavizando o interior do planeta. Na verdade, o decaimento radioativo dentro da Terra aquece a água que jorra de gêiseres ou fontes termais naturais.

Devido à relevância da radioatividade no cotidiano, o assunto está presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e no Currículo da Rede Estadual Paranaense (CREP) (PARANÁ, 2021), que padroniza o conteúdo para cada

componente curricular em cada ano do Ensino Fundamental. O tema é discutido a partir do 9º ano, durante as aulas de Ciências. No conteúdo de Matéria e Energia, pretende-se que os alunos classifiquem, compreendam e discutam o papel do avanço tecnológico nas diversas vertentes das aplicações da radiação (PARANÁ, 2021).

No Ensino Médio, o conteúdo é abordado da disciplina de Química, no primeiro ano, especificamente conteúdo de bioquímica, estruturado conforme o Currículo Priorizado Ensino Médio (PARANÁ, 2019). Visa-se o reconhecimento, pelos alunos, das reações nucleares, entre outras reações químicas que ocorrem na natureza, bem como dos tipos de radiação, com base na história da radioatividade. Além disso, os alunos devem compreender como ocorrem grandes descargas radioativas, distinguir entre fissão e fusão nuclear e entender como essas se relacionam com a sociedade (PARANÁ, 2019).

O tema está presente também no 3º ano do Ensino Médio, na disciplina de Física, no conteúdo de eletromagnetismo, embora de maneira discreta (PARANÁ, 2019). Esse conhecimento deveria ser tratado com mais clareza no ensino de Física, devido à sua interferência no cotidiano, mas tende a passar despercebido se o professor não tiver domínio do assunto (PINTO; MARQUES, 2010).

De acordo com Ortiz e Magalhães Júnior (2017), a prática em sala de aula pode estar relacionada à formação do professor, pois suas experiências são construídas a partir de percepções e Representações Sociais anteriores. A aprendizagem e formação docente estão diretamente relacionadas e, juntas, contribuem para a formação das RS, uma vez que a experiência do professor faz parte da construção de saberes prévios e das Representações Sociais. Diante disso, a preparação para a profissão docente é especialmente importante, pois, à medida que os currículos mudam e os métodos avançam, novos materiais instrucionais serão inúteis se os responsáveis por aplicá-los em sala de aula não estiverem preparados.

Oliveira, Vianna e Gebrassi (2007, p. 447) explicam que nem sempre a prática pedagógica está ligada à realidade do aluno e que existe uma lacuna provocada pelos currículos de Física desatualizados que divergem da prática pedagógica e descontextualizam a realidade do aluno. Isso resulta no desinteresse do aluno pelo assunto, de modo que, na maioria das vezes o conteúdo é mecânico e não envolve o aluno a compreensão do papel histórico, cultural e social que a Física pode proporcionar.

Magalhães Júnior, Lorencini Júnior e Corazza (2013) identificam que a análise das Representações Sociais pode ser um fator importante em termos de análise do processo de ensino e aprendizagem, em razão deste se configurar em um fenômeno social. Essas representações podem ser estudadas e interpretadas de acordo com diversos fenômenos e eventos sociais, inclusive na área da educação. Diante disso, a análise das RS pode trazer contribuições significativas, sobre a formação de professores no Ensino de Física, à medida que fornece um contexto de reflexões sobre as relações do universo individual e as condições sociais nas quais ocorrem as interações. Assim, permite-se compreender as interferências na adaptação sociocognitiva dos indivíduos às realidades cotidianas e ao convívio social e ideológico.

METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa do tipo qualitativa, que se enquadra na perspectiva Estruturalista da Teoria das Representações Sociais de Abric (2000), fundamentada na Teoria do Núcleo Central. Esse tipo de pesquisa possui certos aspectos que são essenciais e que a difere da pesquisa quantitativa. Na perspectiva de Flack (2008, p. 23) esses aspectos

[...] consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos.

No total, 16 alunos participaram da pesquisa, sendo 7 alunos da turma de ingressantes e 9 alunos da turma concluinte de graduação em Física do IFPR-Campus Ivaiporã-PR, no mês de março de 2023. Em respeito à privacidade dos participantes, bem como para garantir o anonimato, foram utilizados códigos definidos pelas letras do Alfabeto (A, B, C, D, E, F e G). Como instrumento de coleta de dados, foram utilizados questionários impressos, contendo orientações e o tema indutor.

Utilizamos a Técnica de Evocação Livre de Palavras a respeito do termo radioatividade e a construção de um pequeno texto, permitindo que os participantes explicassem o significado das palavras evocadas. A Evocação Livre de Palavras foi escolhida por ser uma técnica que possibilita uma expressão espontânea dos termos que vêm à mente dos alunos, ou seja, dos elementos mais acessíveis à sua consciência (WACHELKE; WOLTER, 2011; ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019). Também é importante destacar que esta técnica

[...] permite aos participantes passarem por três etapas cognitivas: evocações de forma espontânea; hierarquização das evocações conforme o grau de importância que atribuem a cada uma e justificação da escolha da palavra com maior grau de importância para eles. (DONATO *et al.*, 2017, p.378).

Assim, por meio da Evocação Livre de Palavras, segundo a Abordagem Estruturalista de Abric (2000), é possível identificar o possível núcleo central e a região periférica das RS a respeito do tema Radioatividade.

Posto isso, o termo indutor foi apresentado aos participantes; em seguida, solicitou-se que eles anotassem as cinco primeiras palavras e/ou termos pensados de forma instantânea em relação ao assunto. Dos efeitos às causas, essas palavras foram elencadas de acordo com seu grau de importância, na concepção dos participantes da pesquisa. Por fim, a escrita de pequenos textos foi solicitada aos licenciandos para explicarem o significado das palavras evocadas (MAGALHÃES JÚNIOR; TOMANIK, 2012).

A análise dos dados coletados teve como base a utilização do diagrama de quatro casas, a ordem média natural das evocações e a frequência das palavras evocadas. Isso possibilitou a investigação de palavras que provavelmente fazem parte do núcleo central das RS (DONATO *et al.*, 2017).

As palavras foram organizadas em grupos semânticos homogêneos, seguindo o objetivo da Análise de Conteúdos (BARDIN, 2002). A finalidade dessa Técnica era organizar as palavras evocadas em grupos representados por conceitos-chave, mediante fundamentos semânticos (ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

Na sequência, foi identificado a ordem média de evocações (*OME*), em paralelo com a realização do cálculo de frequência, visando construir o quadro de quatro casas e, como efeito, determinar o núcleo central e a periferia da RS. A frequência (*f*) foi dada a partir da soma do número de vezes em que houver repetições das palavras inerentes a um grupo. Já a *OME* foi calculada consoante a seguinte equação na Figura 1.

Figura 1: Ordem Média de Evocações *OME*.

$$OME = \sum_{1}^n P.G/F$$

Fonte: Galvão e Magalhães Júnior (2016).

Onde P é o número de vezes que uma palavra foi evocada com determinado grau de importância; G o grau de importância e f a frequência. No caso da média das frequências. (*f*), é a média das *OME* foram obtidas por meio da divisão dessas grandezas pelo número de grupos semânticos estruturados (ORTIZ, 2019).

Os textos escritos pelos alunos foram analisados a partir do modelo de codificação do material, proposto por BARDIN (2002). Isso inclui transformar os dados brutos do texto para permitir a representação do conteúdo. Essa transformação passou por etapas de recorte, agregação e enumeração, permitindo que os pesquisadores identificassem os recursos que poderiam ser usados como métricas.

De acordo com Bardin (2002), para a realização da codificação do material, é preciso produzir um sistema de categorias, sendo que essa categorização tem por objetivo fornecer uma representação simplificada dos dados brutos.

Assim, a análise de texto constituiu em construir grupos semânticos, levando em conta os critérios propostos pela autora para a criação de categorias, como exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade e fidelidade (BARDIN, 2002). Dessa maneira, mesmo que essas palavras eliciadoras fossem diferentes, elas foram agrupadas desde que relacionadas semanticamente nas redações escritas pelos acadêmicos. O uso das redações no momento foi importante, pois isso evitou divergências e ambiguidades no tipo de entroncamento (WACHELKE; WOLTER, 2011).

Com a organização dos agrupamentos semânticos dessas palavras, foi possível calcular a *OME* e a frequência com que essas palavras foram evocadas, informações importantes para o levantamento dos dados do quadro de Quatro Casas. Com isso, buscou-se, investigar quais as Representações Sociais de ingressantes e concluintes de Licenciatura em Física de uma Instituição Federal, na região norte do Paraná, em 2023, pois em um raio de aproximadamente 120km, é a única faculdade a ter este curso de forma presencial.

ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dos resultados obtidos foi feita a organização das palavras evocadas pelos participantes em grupos semânticos, com base nos princípios da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2002). Assim, a organização se encontra no Quadro 1.

Quadro 1 - Grupos semânticos formados após a análise das palavras evocadas pelos licenciandos em Física

Radioatividade	Descrição do grupo
Energia	Esse grupo engloba a produção de energia por meio das reações de fusão ou fissão nuclear. Exemplos: usina, energia limpa. Energia Nuclear, rentável, econômico.
Elementos químicos	Nessa parte estão agrupados todos os átomos dos elementos químicos. Exemplos: Césio (CS), Urânio (U), Iodo (I)
Técnicas medicinais	As palavras organizadas têm relação com as técnicas utilizadas na medicina para o diagnóstico ou tratamento de doenças. Exemplos: Raio-x, radioterapia contraste, medicina
Poluição ambiental	O grupo é caracterizado pelos impactos ambientais provenientes das radiações. Exemplos: Descarte irregular, resíduos, lixo, tóxicos
Guerra	Neste grupo estão situadas as palavras que remetem a guerras. Exemplos: bombas, projéteis Hiroshima e Nagasaki
Cientistas	Os nomes atribuídos a este grupo é referente aos cientistas que protagonizaram a história da descoberta da radioatividade. Exemplos: Marie Curie
Desastres ambientais	As palavras associadas a esse grupo são integrantes dos termos que lembram acidentes ambientais. Exemplos: acidente de Chernobyl e acidente de Césio 137 em Goiânia.
Estrutura da matéria	Exemplos: Átomo, próton
Processos radioativos	Este grupo está coeso com as emissões de radiações espontâneas. Exemplos: Gama, decaimento, radioativo, instável, espontâneo, natural.
Insegurança	As palavras neste grupo estão relacionadas as inseguranças dos participantes quanto a radioatividade. Exemplos: medo, perigo, mortal, preconceito, desinformação
Tecnologia Inovação	Nesse contexto as palavras estão atribuídas a evolução da tecnologia com a radioatividade. Exemplos: tecnologia, futuro, processo
Consequências	Este grupo se refere às consequências biológicas decorrentes das radiações. Exemplo: mutações.

Fonte: Autoria própria (2023).

Foi possível estruturar 12 grupos semânticos para os alunos ingressantes, enquanto, para os concluintes foram estruturados 09 grupos (não houve evocações para o grupo Poluição ambiental, Guerra e Estrutura da Matéria).

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS ALUNOS INGRESSANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Em relação aos ingressantes no curso, foram evocadas 35 palavras, não houve descarte de nenhuma delas. A OME média encontrada foi 3,21, e a Frequência média, 2,91.

Com esses dados, foi construído o Quadro de Quatro Casas, delimitando os elementos centrais, os intermediários e os periféricos das Representações Sociais para este primeiro grupo, como pode ser visto no Quadro 2. A construção desse quadro se deu da seguinte maneira: no primeiro quadrante, estão os grupos semânticos que apresentam alta frequência e baixa *OME*, sendo esses elementos considerados o possível núcleo central das representações (ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

No segundo quadrante, encontramos os grupos semânticos com alta frequência e alta *OME*, sendo esses elementos considerados a primeira periferia, ou seja, os elementos cuja função é proteger e contextualizar as representações do núcleo central. (ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

No terceiro quadrante, estão os grupos semânticos com baixa frequência e baixa *OME*. Esses elementos são classificados como o núcleo de representação de alguns elementos do grupo, porém não podem ser generalizados, como o núcleo central (ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

Por último, o quarto quadrante abarca os grupos semânticos de baixa frequência e alta *OME*. São os elementos mais externos das Representações Sociais, sendo identificados como a segunda periferia. Estes elementos atuam mais diretamente nas experiências cotidiana e heterogênea das representações (ORTIZ; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

Quadro 2 – Quadro de Quatro Casas, delimitando os elementos centrais, os intermediários e os periféricos das RS dos alunos ingressantes

Elementos centrais 1º quadrante			Elementos centrais 2º quadrante		
Alta <i>f</i> e baixa Ordem Média de Evocações $f > 2,91$ e $OME < 3,21$			Alta <i>f</i> e alta Ordem Média de Evocações $f > 2,91$ e $OME \geq 3,21$		
Palavra	Frequência	<i>OME</i>	Palavra	Frequência	<i>OME</i>
Processos radioativos	8	2,6	Técnicas medicinais	4	3,6
Energia	5	2,2	Desastres ambientais	3	4,66
Elementos químicos	4	2,5			
Estrutura da matéria	3	1,67			
Elementos intermediários 3º quadrante			Elementos periféricos 4º quadrante		
Baixa <i>f</i> e baixa Ordem Média de Evocações $f < 2,91$ e $OME < 3,21$			Baixa <i>f</i> e alta Ordem Média de Evocações $f < 2,91$ e $OME \geq 3,21$		
Palavra	Frequência	<i>OME</i>	Palavra	Frequência	<i>OME</i>
Cientistas	1	3	Insegurança	2	4,5
Consequências	1	3	Inovação e Tecnologia	1	5
Poluição ambiental	2	2	Guerra	1	4

Fonte: Autoria própria (2023).

No primeiro quadrante, estão situados os possíveis elementos centrais: “Processos Radioativos”, “Energia” e “Estrutura da matéria”. Os periféricos, encontram-se distribuídos nos outros três quadrantes.

O primeiro termo do núcleo, cuja frequência foi maior entre os grupos, caracteriza-se por “Processos Radioativos” como representação da radioatividade. Na concepção dos estudantes, tal pensamento ocorre pelo fato de a radioatividade ser proveniente de processos naturais. Essa concepção pode ser identificada quando os alunos dizem: “Algo que acontece de forma espontânea, sem necessariamente sofrer influência do homem” (A); “É algo espontâneo” (B); “Por conta do decaimento de materiais radioativos” (C). Segundo Pinto (2010), os processos radioativos são inquestionavelmente muito presentes em nosso cotidiano. Essa característica está conforme a visão da Abordagem Estrutural das Representações Sociais de Abrieux (2000). Nesse caso, o quadrante correspondente ao núcleo central é o mais forte em termos de representação e considerado o mais resistente à mudança.

O segundo elemento é caracterizado por “Energia”. Em algumas falas, a RS é definida como “A energia nuclear é o resultado da radioatividade” (A e D).

O terceiro elemento e o quarto elemento são identificados como “Estrutura da matéria” e “Elementos químicos”. Esses conceitos fecham o núcleo central, pois “A radioatividade é o processo em que núcleos atômicos emitem partículas energéticas” (HEWITT, 2011). Segundo Pinto e Marques (2010), isso se deve ao fato de que esses assuntos são envolvidos com mais profundidade no Ensino Médio do que outros relacionados à radioatividade. De modo que não se pode pensar em energia ou em processos radioativos sem considerar o “átomo” e o “próton”. Sendo assim, mesmo que os ingressantes apresentem três grupos semânticos distintos, ao analisar as ligações entre eles, identifica-se que os três grupos estão correlacionados.

Essa amplitude de grupos semânticos no primeiro quadrante reforça a ideia de Ortiz e Magalhães Júnior (2017). Quando se observam as origens dos ingressantes, percebe-se que eles vêm de regiões e escolas diferentes, e estudamos contextos diferentes. Assim, suas experiências são baseadas em percepções prévias e RS que variam conforme o grupo ao qual pertencem.

Ao analisar a primeira periferia, cuja função é proteger o núcleo central, encontram-se os elementos “Técnicas médicas” e “Desastres ambientais”. O primeiro reflete a aplicabilidade da radioatividade no dia a dia, enquanto o segundo se refere ao grave acidente de Chernobyl, na Ucrânia (1986), conhecido mundialmente. Essa constatação corrobora as perspectivas de Moscovici, que afirma que o RS são teorias construídas a partir da realidade e das experiências dos próprios assuntos, baseadas em valores e conceitos (ALVES-MAZZOTTI, 2008).

No terceiro quadrante encontram-se os elementos do grupo “Poluição ambiental”, “Cientistas” e “Consequências”. Esses elementos fazem parte da segunda periferia do RS, sendo heterogêneos, pois cada grupo faz inferências distintas. O aluno E, por exemplo, disse: “[...] Os perigos que ela representa ao meio ambiente e à fauna” (G). Por fim, o quarto quadrante, que abrange os elementos periféricos, é o mais sujeito a mudanças, pois esses elementos estão mais distantes do núcleo central e mais próximos da realidade concreta. Nesse quadrante, os elementos relacionados são “Insegurança”, “Inovação e Tecnologia” e “Guerra”. O contexto evidencia que isso está relacionado ao cotidiano dos alunos, como expresso pelas falas: “[...] Nos remete a algo que nos traz medo” (E); “As micro-ondas liberam radiação, por isso aumentou o número de casos de

câncer” (A); “É difícil não se lembrar de Hiroshima e Nagasaki, em que, no golpe da bomba, a radiação se acomoda pela cidade” (F).

Contudo, da maneira como a radioatividade é vista nesse contexto, de forma negativa, pode ter relação com o modo como o conceito é trabalhado em sala de aula. Enquanto o assunto é ensinado com base em um currículo desatualizado, as práticas pedagógicas tendem a ser desvinculadas da realidade dos alunos, com aulas marcadas pelo uso mecânico de ouvir e copiar, de maneira descontextualizada. Isso amplia a dificuldade dos alunos em compreender a necessidade de estudar certos tópicos, além de não entenderem o papel da Física no mundo (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007).

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Em relação aos concluintes no curso, foram evocadas 45 palavras no total, sem descarte de nenhuma delas. A *OME* encontrada foi 2,84 e a Frequência média, de 4,5.

Com esses dados foi construído o Quadro de Quatro Casas, delimitando os elementos centrais, os intermediários e os periféricos das Representações Sociais para este grupo. Nesse caso não obtivemos citações para os elementos do grupo Guerra e o de Poluição ambiental, como podem ser visto no Quadro 3.

Quadro 2 – Quadro de Quatro Casas, delimitando os elementos centrais, os intermediários e os periféricos das RS dos alunos concluintes

Elementos centrais 1º quadrante			Elementos centrais 2º quadrante		
Alta <i>f</i> e baixa Ordem Média de Evocações <i>f</i> > 4,5e <i>OME</i> < 2,84			Alta <i>f</i> alta Ordem Média de Evocações <i>f</i> > 4,5e <i>OME</i> ≥ 2,84		
Palavra	Frequência	<i>OME</i>	Palavra	Frequência	<i>OME</i>
Energia	9	2,67	Técnicas medicinais	7	3,84
			Desastres ambientais	5	4,8
			Insegurança	5	3
			Tecnologia e Inovação	5	3
			Consequências	5	3,5
Elementos intermediários, 3º quadrante			Elementos periféricos 4º quadrante		
Baixa <i>f</i> e baixa Ordem Média de Evocações <i>f</i> < 4,5e <i>OME</i> < 2,84			Baixa <i>f</i> e alta Ordem Média de Evocações <i>f</i> < 4,5e <i>OME</i> ≥ 2,86		
Palavra	Frequência	<i>OME</i>	Palavra	Frequência	<i>OME</i>
Processos radioativos	4	2,5	Estrutura da matéria	2	3,5
			Elementos químicos	2	3,5
			Cientistas	1	3

Fonte: Autoria própria (2023).

No primeiro quadrante, encontra-se o elemento “Energia”. Ao comparar com o núcleo central para os ingressantes, observa-se que os elementos desse grupo são evocados com base na aplicabilidade da radioatividade no cotidiano. Assim, os elementos do primeiro quadrante demonstram que o núcleo das Representações Sociais desses graduandos é constituído por uma visão naturalista, associada aos elementos naturais do ambiente (CARVALHO, 2012; MAGALHÃES JÚNIOR; TOMANIK, 2013), uma vez que foram os mais expressivos, por apresentarem maior frequência e menor ordem média de evocação.

Observa-se também a centralidade em um único grupo semântico na mesma turma. Essa característica pode ocorrer pelo fato de a turma ter ideias compartilhadas por bastante tempo, o que reforça que as experiências cotidianas impactam a representatividade do objeto. Além disso, o elemento “Energia” pode ser proveniente do próprio curso, enquanto é comum a discussão a respeito das usinas nucleares na sala de aula, bem como o potencial energético.

Os segundo e terceiro quadrantes referem-se aos elementos evocados com menor frequência, que vêm depois dos elementos do primeiro quadrante. Consequentemente, são considerados menos proeminentes na estrutura da representação, mas ainda importantes e significativos em sua organização, configurando-se como a periferia próxima, de modo que pressupõem elementos constituintes do sistema periférico.

No segundo quadrante, observa-se a construção de cinco grupos semânticos. Em comparação com a pesquisa realizada com os alunos ingressantes, percebe-se que a segunda periferia foi ampliada. Embora agora haja uma centralidade de um grupo semântico no primeiro quadrante, a primeira periferia desse grupo se expande em diferentes pensamentos que podem ser subdivididos com base no emprego da radioatividade no cotidiano, bem como nas consequências que ela apresenta, sejam positivas ou negativas.

O terceiro quadrante é composto por elementos do grupo de “Processos radioativos”. Verifica-se que este grupo foi apresentado no primeiro quadrante pelos alunos ingressantes. Nesse caso, identificaram-se mudanças em parte das Representações Sociais entre os ingressantes e concluintes.

No último quadrante, encontram-se os elementos menos frequentes, raramente evocados, correspondendo à distância ou à segunda periferia. São palavras evocadas por poucos alunos, aleatoriamente dentro do grupo. Além disso, observe-se que os elementos dos grupos “Estrutura da matéria” e “Elementos químicos” faziam parte do núcleo das Representações Sociais dos alunos iniciantes. Isso sugere que essas mudanças podem estar relacionadas ao impacto do curso no cotidiano dos alunos, sendo notória a expansão do conhecimento e a centralidade das ideias na pesquisa.

Ao comparar os grupos de ingressantes e concluintes, note-se que, para os ingressantes, o núcleo das Representações Sociais é voltado para as características físicas que originaram a radioatividade, enquanto, para os concluintes, está mais direcionado às suas utilizações técnicas e sociais. Isso pode indicar uma divergência em relação ao que é proposto nos documentos normativos, já que o assunto está presente na BNCC (BRASIL, 2018) e no Currículo da Rede Estadual Paranaense (PARANÁ, 2021). O conteúdo de Matéria e Energia visa que os alunos classifiquem,

compreendam e discutam o papel do avanço tecnológico nas diversas aplicações da radiação (PARANÁ, 2021).

Para os concluintes, a visão está mais voltada à aplicabilidade da radioatividade no cotidiano e às suas implicações na vida da população. A formação torna-se, assim, mais significativa, pautada na cidadania, na conscientização e, na prática, o que confere maior sentido ao estudo. Os dados da pesquisa sugerem que os objetivos previstos no PPC de Física estão sendo alcançados de forma satisfatória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise sobre como os futuros professores compreendem o conceito de radioatividade leva a reflexões sobre as Representações Sociais na educação, uma vez que se evidencia a mudança nessas RS ao longo da formação, considerando que as mesmas também são incluídas no meio da comunicação entre professor e aluno, que juntos buscam o aprendizado.

Diante da perspectiva das RS, pode-se concluir que os alunos ingressantes se aproximam mais do universo consensual, representado pelo pensamento comum, em que a radioatividade é tratada apenas sob a ótica dos conceitos de Química.

Assim, nesse universo consensual, o conhecimento é adquirido por meio do ambiente social em que esses indivíduos estão inseridos, pois o conteúdo é tratado de maneira centralizada, na qual não se percebem relações com a aplicabilidade cotidiana, principalmente no que se refere ao uso da radioatividade para desenvolver relações com a manutenção da vida, do mundo natural e tecnológico.

Para os alunos concluintes, observa-se que estão mais próximos do universo reificado, no qual o conhecimento é apresenta características de objetividade, rigor lógico e metodológico. Isso se torna evidente quando se amplia a primeira periferia em torno do núcleo das RS.

Logo, compreende-se que os saberes do senso comum são importantes para a elaboração de representações sobre diversos objetos, e o ambiente de aprendizagem pode possibilitar mudanças nessas representações. Assim, para os ingressantes, a representação está ligada aos elementos que causam a radioatividade; já para os concluintes, o foco está na aplicabilidade cotidiana.

A pesquisa mostra, portanto, indícios de que houve diferença na estrutura das RS. Essas mudanças se aproximaram das RS do universo reificado. Além disso, é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas, prezando pela ampliação dos conhecimentos, uma vez que existem diversas abordagens nos estudos de representações, úteis para a compreensão social do que se passa na sala de aula no momento da interação educativa, tanto em relação à concepção dos objetos do conhecimento a serem ensinados quanto à relação à atuação no processo educacional.

Social representations of Physics undergraduate students regarding the topic of radioactivity

ABSTRACT

This work aims to investigate the Social Representations of freshmen and graduates of a Physics Degree at a Federal Institution, located in the central-north region of Paraná, regarding radioactivity, in 2023. This is because the topic of radioactivity is part of the school curriculum of National Basic Education, is present in the environment in which we live and interferes with people's quality of life. Furthermore, the study aims to provoke reflections on the training of Physics teachers, as it provides a context for analyzing the relationships between the individual universe and the social conditions in which interactions occur, which can influence teaching and learning. The methodology used is qualitative, based on the Central Nucleus Theory. Free Word Evocation and text production are applied as a data collection technique. The analysis of the collected data occurred using the Four Houses Diagram. When comparing the group of freshmen with graduates, it is noted that, in the first, students have the centrality of RS directed to the physical part of the matter, related to radioactive processes, while, in the case of graduating students, the vision is in the applicability radioactivity and its everyday implications. The research indicates that there were changes in the structure of the RS. These changes brought RS closer to the Reified Universe. Therefore, new research may guide the training of future teachers, as they are useful for understanding educational interaction, the conception of objects of knowledge and action in the educational process.

KEYWORDS: Teaching. Teacher Training. Word Evocation.

REFERÊNCIAS

- ABRIC, J. C. **A Abordagem Estrutural das Representações Sociais**. In: MOREIRA, A. S. P.; OLIVEIRA, D. C. de (Org.). Estudos interdisciplinares de representação social. Goiânia, GO: AB, 2000. p. 27-38.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Representações Sociais: aspectos teóricos e Aplicações à Educação. **Revista Múltiplas Leituras**, v.1, n. 1, p. 18-43, jan. / jun. 2008. Disponível em: <https://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2251>. Acesso em: 17 out. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.
- BROIETTI, F. C. D.; CELA, K. D.; SOUZA, W. Uma Proposta Alternativa Contextualizada Para o Ensino de Radioatividade. In: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA – CPEQUI, 1., Londrina, 2009. **Anais eletrônico [...]**. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/38053/1/PropostaParaEnsino.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- CAMARGO, B. V.; BOUSFIELD, A. B. S.; WACHELKE, J. Representações sociais e ciências aplicadas: o caso da prevenção do HIV. **Temas em psicologia**, Ribeirão Preto, v.1, p. 27-41, jan. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5137/513751437004.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2011.
- CASTORINA, J. A. Las representaciones sociales y los procesos de enseñanza-aprendizaje de conocimientos sociales. **Psicologia da Educação**, n.44, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/psicoeduca/index>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo, SP: Makron Books, 1996. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1235435>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- CHAIB, M.; LOUREIRO, L. Representações sociais, subjetividade e aprendizagem. **Cadernos de Pesquisa**, v.45, n.156, p. 358-372, 2015. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S0100-15742015000200358&script=sci_abstract. Acesso em: 04 nov. 2024.
- DONATO, S. P. *et al.* Abordagem estrutural das representações sociais: da análise de similitude ao grupo focal, uma proposta metodológica. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v.14, n.37, p. 367-394, 2017. Disponível em: <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/3786>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. [S. l.]: Artmed editora, 2008.
- GALVÃO, C. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. M. A relação entre as Representações Sociais de professores sobre Educação Ambiental e os projetos relacionados à Conferência Nacional Infantojuvenil pelo Meio Ambiente. **REMEA-Revista Eletrônica do**

Mestrado em Educação Ambiental, v.33, n.2, p. 124-141, 2016. Disponível em: <https://furg.emnuvens.com.br/remea/article/view/5641/0>. Acesso em: 04 nov. 2024.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 11. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2011.

JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. **As representações sociais**, v.17, n.44, p. 1-21, 2001. Disponível em: <https://l1nq.com/3kwlW>. Acesso em: 04 nov. 2024.

KOCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. [S. l.]: Vozes, 2010. Disponível em: <https://encr.pw/nUwwl>. Acesso em: 18 out. 2024.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; LORENCINI JÚNIOR, Á.; CORAZZA, M. J. Representações sociais de pós-graduandos sobre «ser professor de ciências». **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2070-2074, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307730>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. J. A.; 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, p. 227-248, 2012. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/214>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MARTINS, R. A. As primeiras investigações da Marie Curie sobre elementos radiotivos. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.1, n.1, p. 29-41, 2003. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/rsbhc/article/view/534>. Acesso em: 17 out. 2024.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, n.3, p. 447-454, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rh5x6dG35fJrV87r99L5PmK/?lang=pt>. Acesso em: 04 nov. 2024.

ORTIZ, A. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Representações Sociais e Formação De Professores: Reflexões. **Representações Sociais, formação de professores e educação**. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. (Org.). Rio de Janeiro, RJ: Bonecker, 2018. p. 25-26. Disponível em: http://www.pcm.uem.br/uploads/livro-completo_1644515445.pdf. Acesso em: 17 out. de 2024.

ORTIZ, A. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Indícios de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo em ingressantes da licenciatura em Física. **Ensino e Pesquisa**, v. 15, n. 3, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/1204>. Acesso em: 04 nov. 2024.

ORTIZ, A. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Ser professor de Física: Representações Sociais na licenciatura. **Revista Ensaio**, v.21, p. e10462. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v21/1983-2117-epec-21-e10462.pdf>. Acesso em: 18 out. 2024.

ORTIZ, A. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Ser professor de Física: Representações Sociais na licenciatura. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.21, p. e10462, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/epec/v21/1983-2117-epec-21-e10462.pdf>. Acesso em: 18 out. 2024.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Priorizado da Rede Estadual de Ensino. Física-Ensino Médio**. Curitiba, PR: SEED, 2019. Disponível em: <https://acervodigital.educacao.pr.gov.br/pages/download.php?direct=1&noattach=true&ref=19486&ext=pdf&k=>. Acesso em: 25 fev. 2023.

PARANÁ. Secretaria do Estado de Educação. **Referencial Curricular Paraná em Foco Ciências Ensino fundamental Anos finais**. Curitiba, PR: SEED, 2021. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/referencial_curricular_parana_foco/referencial_emfoco_anos_finais_ciencias.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

PERUZZO, J. **Física e Energia Nuclear**. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2012.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: radioatividade no cotidiano. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v.1, p.27-57, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/3024/3037>. Acesso em: 04 nov. 2024.

WACHELKE, J.; WOLTER, R. Critérios de construção e relato da análise prototípica para representações sociais. **Psicologia: Teoria e pesquisa**, v.27, p.521-526, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/bdqVHwLbSD8gyWcZwrJHqGr/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 18 out. 2024.

Recebido: 29 abril 2023.

Aprovado: 14 fevereiro 2025.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v9n2.16871>.

Como citar:

CUNHA, Marilha Aparecida Cruz; ORTIZ, Adriano José. Representações sociais de acadêmicos de licenciatura em Física a respeito do tema radioatividade. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 293-309, maio/ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/16871>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Marilha Aparecida Cruz Cunha

Instituto Federal do Paraná. Rua Max Arthur Greipel, n. 505, Parque Industrial, Ivaiporã, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

