

As Representações Sociais como instrumento de estudo da aprendizagem sobre os conceitos associados às interações intermoleculares

Social Representations as a tool for teaching-learning process about concepts associated with intermolecular interactions

Maria Helena Zambelli

USP – Universidade de São Paulo
zambelli@usp.br

Flavio Antonio Maximiano

USP – Universidade de São Paulo
famaxim@iq.usp.br

Resumo

A Teoria das Representações Sociais (RS) e a Teoria do Núcleo Central (TNC) proporcionam um instrumento capaz de estudar o pensamento pertencente a uma determinada parcela da sociedade. Neste trabalho a teoria será utilizada para compreender como um determinado conteúdo é construído e difundido em uma instituição de ensino. Utilizando a TNC, objetivamos identificar quais são os conceitos mais importantes para os alunos de graduação em Química sobre interações intermoleculares e quais mudanças ocorrem entre os alunos ingressantes e os alunos ao final do curso. Assim, 102 alunos ingressantes num curso de graduação em Química e 145 alunos com ao menos três anos de estudo, enumeraram cinco palavras a partir do termo indutor **interações intermoleculares**. Computadas a frequência, a ordem média em que cada palavra foi evocada e as relações de coocorrência entre as mesmas, foi possível determinar os termos centrais apresentados por cada grupo. Os resultados apontam que: o núcleo muda, mas o termo ligação de Hidrogênio é central e constante na RS; o ensino promove uma homogeneização das representações, uma vez que o número de diferentes conceitos citados diminui com o ensino e os alunos deixaram de citar termos mais gerais com pouca relação direta com o tema.

Palavras-chave: Interações Intermoleculares, Representações Sociais, Teoria do Núcleo Central, Ensino-aprendizagem.

Abstract

The Theory of Social Representations (SR) and the Theory of the Central Nucleus (TCN) provide an instrument capable of studying the thought belonging to a certain part of society. In this work the theory will be used to understand how a given content is constructed and disseminated in an educational institution. Using the TNC, we aim to identify which are the most important concepts for undergraduate students in Chemistry about intermolecular interactions and what changes occur between freshman students and students at the end of the course. Thus, 102 freshman students of an undergraduate course in Chemistry and 145

students with at least three years of study, listed five words from the term intermolecular interactions. Computed the frequency, the average order in which each word was evoked and the co-occurrence relationships between them, it was possible to determine the central terms presented by each group. The results show that: the nucleus changes, but the term Hydrogen bond is central and constant in RS; teaching promotes a homogenization of representations, since the number of different concepts mentioned decreases with teaching and students stopped citing more general terms with little direct relation to the theme.

Key words: Intermolecular Interactions, Social Representations, Central Core Theory, Teaching-learning.

Introdução

As representações sociais são entidades quase tangíveis; circulam, se cruzam e se cristalizam continuamente através da fala, do gesto, do encontro no universo cotidiano. A maioria das relações sociais efetuadas, objetos produzidos e consumidos, comunicações trocadas estão impregnadas delas. (MOSCOVICI, 2012 p.39)

A Teoria das Representações Sociais (TRS) foi introduzida por Serge Moscovici na sua obra, “La psychanalyse - Son image et son public” em 1961 e revisada em 1976, onde propõe redefinir os problemas e os conceitos da psicologia social (SÁ, 1996). Esse conceito pode ser compreendido como o entendimento sobre como um determinado assunto é compartilhado por indivíduos de um mesmo grupo social. (SÁ, 2002).

Moscovici investigou como os processos circulam entre o conhecimento gerado pela ciência até se transformarem em senso comum e serem projetados na sociedade (SÁ, 2002). O conhecimento é produzido pela interação e comunicação e sua propagação sempre está ligada às motivações humanas (MOSCOVICI, 2007), à vista disto, as representações sociais são estabelecidas a partir das interações e através da sua comunicação.

As representações sociais estão presentes no universo cotidiano, porém, se a realidade é fácil de perceber o conceito não o é (MOSCOVICI, 2012). As crenças sobre um determinado assunto são compartilhadas por indivíduos do mesmo grupo assim, esse conhecimento em comum pode ser considerado uma Representação Social (RS). Moscovici buscava compreender o porquê os indivíduos partilham um determinado conhecimento e o tornam parte da sua realidade. Com o passar dos anos os conhecimentos são passados através das gerações e se interiorizam na sociedade. Este conhecimento vai se modificando, acrescentando ou retirando significados de modo que este processo é sempre dinâmico. A RS de um grupo hoje pode mudar com o passar dos anos devido a vários fatores. (MOSCOVICI, 2017).

A Teoria do Núcleo Central (TNC) sugere que as representações sociais são compostas por dois sistemas: o núcleo central que é formado por conceitos mais importantes que organizam os demais e elementos periféricos os quais são flexíveis e sustentam o núcleo. Para compreender os sistemas e os símbolos que pertencem a um determinado grupo de pessoas a TNC proporciona uma ferramenta capaz de estudar o pensamento dessa parcela escolhida da sociedade. A estratégia metodológica mais utilizada na determinação do núcleo e da periferia de uma RS é o teste de evocação livre de palavras (TELP) a partir de um termo indutor, com o qual é possível ranquear os termos evocados através da frequência dos mesmos; da ordem média de evocação (OME) – o que mostra se o termo é prontamente evocado ou não e da coocorrência entre os termos que aponta quais pares de conceitos são evocados juntamente.

A evocação livre de palavras deve traduzir em parte a estrutura conceitual de um indivíduo sobre um tema científico estabelecido. Assim pode ser utilizada para compreender como um determinado conteúdo é construído e difundido nas instituições de ensino.

O universo consensual seria aquele que se constitui principalmente na conversação informal, na vida cotidiana, enquanto o universo reificado se cristaliza no espaço científico, com seus cânones de linguagem e sua hierarquia interna. Ambas, portanto, apesar de terem propósitos diferentes, são eficazes e indispensáveis para a vida humana. As representações sociais constroem-se mais frequentemente na esfera consensual, embora as duas esferas não sejam totalmente estanques. (ARRUDA, 2002, p.130)

Este trabalho apresenta uma proposta de pesquisa sobre a investigação da estrutura conceitual de alunos de um curso de graduação em Química sobre o tema interações intermoleculares. Trata-se de um conceito fundamental para compreender diversos fenômenos da ciência como propriedade dos materiais, pontos de fusão e ebulição, compreensão corpuscular da matéria, solubilidade, entre outros. O tema foi escolhido por representar um conceito essencial na ciência já que majoritariamente todos os fenômenos da natureza envolvem interações. Entretanto é estudado de forma fragmentada e diluída em outros conteúdos ao longo da formação dos estudantes.

Segundo POZO e CRESPO (2009) a interação intermolecular é um conceito central para a compreensão da Química e o seu não entendimento acarreta dificuldades na aprendizagem desta disciplina. Neste estudo é esperado que as RS dos estudantes se modifiquem pela aprendizagem e consolidação dos conceitos que envolvem as interações intermoleculares.

Consideramos aqui, que o grupo de estudo deste trabalho está inserido no espaço científico o qual pertence a um universo reificado, onde circula a ciência com linguagem bem estabelecida. Assim, o nosso grupo é representado por uma parcela bem específica da sociedade, por esse motivo, foi admitido chamar de “RS de um grupo social” ou “conhecimento de um grupo especial”, neste caso um grupo estritamente acadêmico. Essa metodologia de estudo será válida ao partir do pressuposto que essa RS não representa um senso comum da sociedade como um todo e sim, dos alunos de graduação em Química, ou seja, membros de uma comunidade acadêmica que estão em processo formativo. A aplicação da TNC auxiliará na análise e compreensão da estrutura conceitual da representação social desse grupo de alunos.

O objetivo do presente trabalho é obter as representações de um grupo de alunos ingressantes e ao final do curso de graduação em Química a respeito do conceito de interações intermoleculares através da aplicação da TELP. Pretende-se assim, determinar o núcleo central e a periferia das representações destes alunos sobre o tema e verificar se, e quais as possíveis mudanças, devido ao processo de ensino, tal metodologia é capaz de apontar.

Metodologia

Esse trabalho buscou aplicar a metodologia de pesquisa da TNC das RS na aprendizagem de conceitos no ensino superior. A coleta de dados foi pensada de forma a ser possível construir uma comparação entre grupos de estudantes em dois estágios de estudos em química: (i) alunos ingressantes no curso, (ii) alunos aproximadamente no final do curso, após serem expostos ao conteúdo das interações intermoleculares em diversas disciplinas. Estes alunos foram referenciados respectivamente como “ingressantes” e “avançados”. Foram coletados dados dos discentes pertencentes ao período integral e do noturno do curso de graduação em química. A coleta de respostas para alunos ingressantes foi realizada na disciplina de

“Química Geral I” (102 estudantes) e a dos alunos avançados em diferentes disciplinas do terceiro ano do curso (145 estudantes).

Os dados foram coletados através de um questionário com TELP. Nesse método os indivíduos são solicitados a declarar em ordem que vem à mente, um número determinado de palavras/expressões ao se pensar em um termo indicado pelo pesquisador. A TELP:

(...) Consiste, a partir de un término inductor (o de una serie de términos), impedir al sujeto que produzca todos los términos, expresiones o adjetivos que se le presenten al espíritu. El carácter espontáneo —por lo tanto menos controlado— y la dimensión proyectiva de esa producción deberían permitir así tener acceso, mucho más rápido y fácil que en una entrevista, a los elementos que constituyen el universo semántico del término o del objeto estudiado. (ABRIC, 2001, p.30)

Por ser solicitado diretamente a evocação de termos relacionados ao termo indutor, a TELP reduz a dispersão dos termos, e permite facilitar o encontro de conceitos que talvez sejam mascarados em entrevistas ou em textos mais longos (SÁ, 1996 e ABRIC, 2001).

Os dados foram analisados com o auxílio do *software* IRAMUTEQ® (LOUBÈRE e RATINAUD, 2014, CAMARGO e JUSTO, 2013). Para esclarecer como é feita a análise dos dados, será dado um breve exemplo adaptado com alguns dados já coletados pelo grupo de pesquisa com o tema indutor “Interações intermoleculares”. Para simplificar apenas consideramos quatro respondentes com quatro evocações cada. Na tabela 1 apresentamos cada participante e evocação, vale ressaltar que a sequência da evocação segue a ordem de importância atribuída pelo respondente e isso nos auxilia a identificar o núcleo central desta representação.

Tabela 1: Exemplo das evocações termo indutor “interações intermoleculares”.

Aluno	1ª evocação	2ª evocação	3ª evocação	4ª evocação
A. 1	Ligação de hidrogênio	Molécula	Polaridade	Dipolo
A. 2	Polaridade	Ligação química	Ligação de Hidrogênio	Água
A. 3	Dipolo	Ligação de Hidrogênio	Molécula	Água
A. 4	Ligação de hidrogênio	Dipolo	Molécula	Polaridade

Fonte: Grupo de pesquisa.

Os elementos estruturais das representações sociais podem ser alcançados a partir dos valores de frequência e da OME. A frequência é dada pela quantidade de vezes que a evocação aparece, já o valor da OME pode ser obtido pela seguinte equação (1):

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

Equação 1 - Onde: h é a hierarquia (posição da evocação) e f é a frequência na posição, sendo que $i \in N$.

Utilizando essa equação podemos localizar os conceitos aspirantes ao núcleo central e as

periferias. Temos na tabela 2 a apresentação da f e OME para todos os termos da Tabela 1. Para exemplificar, apresentamos o cálculo da OME:

Tabela 2: Frequência e OME do termo “interações intermoleculares”

Termo (palavra)	Frequência	OME
Ligação de hidrogênio	4	1,7
Polaridade	3	2,6
Dipolo	3	2,3
Molécula	3	2,7
Água	2	4,0
Ligação química	1	2,0

Fonte: Grupo de pesquisa.

Com os valores das frequências e OME de todos os termos podemos construir o diagrama onde:

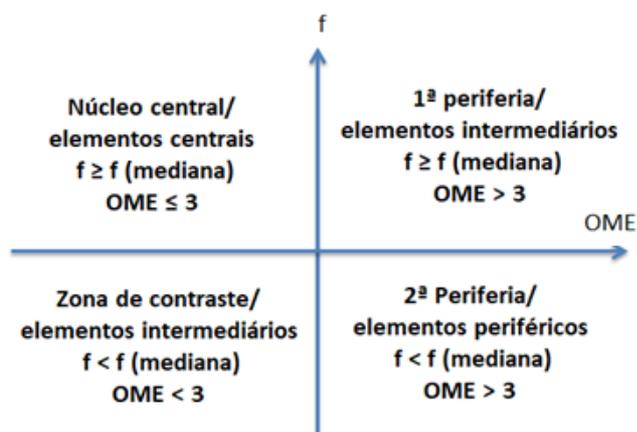


Gráfico 1: Diagrama de Vergès. Fonte: Grupo de pesquisa.

Os conceitos mais importantes têm alta frequência e são divididos nos dois quadrantes superiores: os mais prontamente evocados (baixa OME) compõe o núcleo central, os demais que possuem alta OME compõe a 1ª periferia. Os conceitos com baixa frequência são divididos nos quadrantes inferiores: os mais prontamente evocados compõe a zona de contraste e os menos prontamente evocados compõe a 2ª periferia.

Com os mesmos dados e ainda com o auxílio do software IRAMUTEQ foi produzida uma árvore de similitude máxima para evidenciar a conexão entre os conceitos, para isto foram selecionados os dados com $f \geq 10$ (ponto de corte estabelecido anteriormente). O software constrói um grafo que tem o formato de uma árvore que por meio de um algoritmo que identifica, através dos dados inseridos de evocações, quantas vezes um dado par de conceitos é citado por diferentes respondentes. Tal valor é denominado como coocorrência. No processo de construção da árvore de similitude, para se fazer uma ligação entre dos termos (nós do grafo) são considerados apenas os maiores valores de coocorrência (indicados nos vértices do grafo, Ver Quadro 1), de forma a se obter um grafo que não apresente ligações entre termos que fechem em ciclos, o que garante o formato de árvore e não rede (Figura 1).

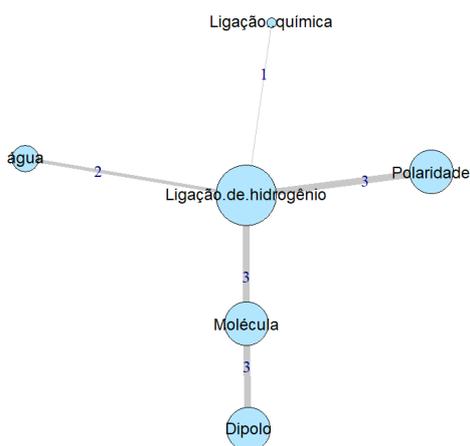


Figura 1 Árvore de similitude máxima. Fonte: Grupo de pesquisa

A análise da conectividade através da árvore de similitude máxima mostra quais conceitos são evocados juntamente pelo mesmo indivíduo, logo no nosso exemplo 3, respondentes evocaram polaridade e ligação de hidrogênio como mostra a figura 1. Com essas duas análises (Diagrama de Vergès e árvore de similitude máxima) definimos o núcleo central para o grupo social.

Resultados e discussão

ALUNOS INGRESSANTES

Neste grupo, todos os alunos participantes são ingressantes no curso, logo o conhecimento que detêm sobre o termo indutor é baseado essencialmente no conteúdo estudado no ensino médio. Nesta parcela foram obtidas 514 evocações, representando um número maior do que o esperado (510) isto é em decorrência de que alguns respondentes evocaram mais do que os cinco conceitos sugeridos na questão 1. Após o processo de agrupamento das evocações semelhantes, unificação por sinônimos e gêneros, foram obtidos o total de 129 evocações diferentes entre si.

A definição da frequência mínima para inclusão no diagrama de Vergès, bem como dos pontos de corte para as coordenadas de frequência e OME de referência, não possui um consenso bem definido (WACHELKE, 2011). Neste trabalho foi adotado um corte com os termos que abrangem 50% de frequência acumulada dos termos evocados, ao utilizar esta estratégia foram obtidos 12 conceitos no total, os quais foram suficientes para definir o núcleo central. Esses conceitos tiveram frequência maior ou igual a 10, divididos no quadrante de Vergès (Quadro 1).

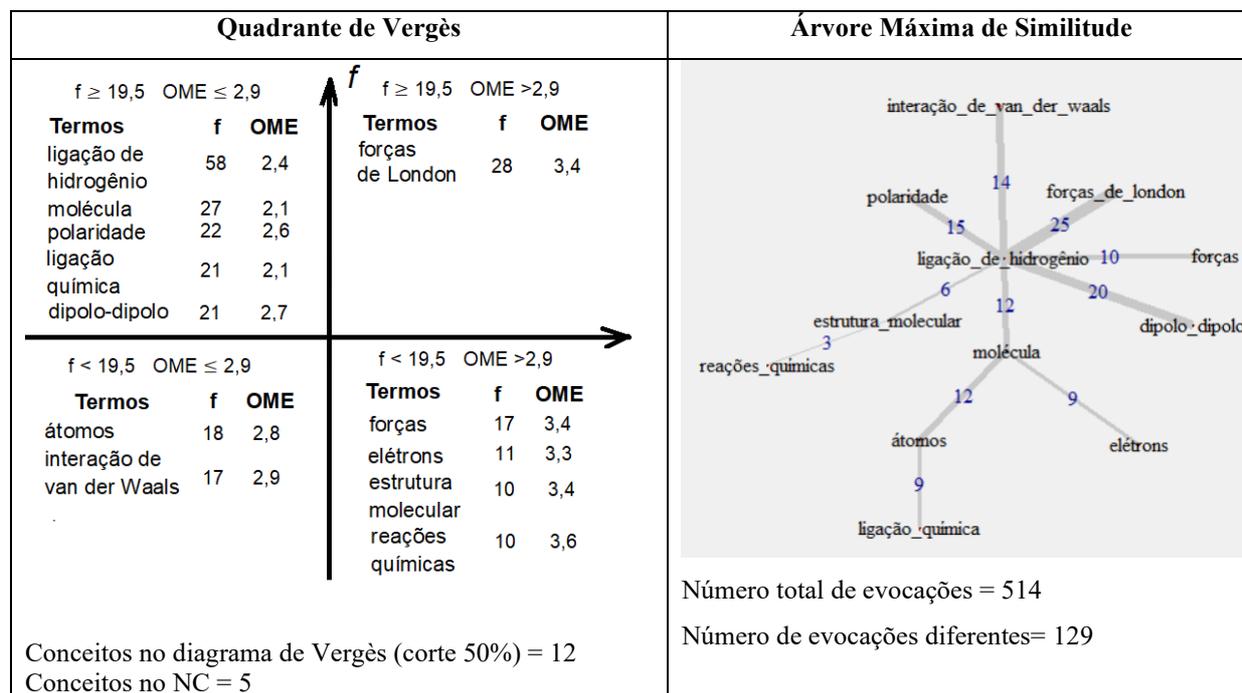
O quadrante de Vergès aponta para uma possível centralidade dos termos ligação de hidrogênio, ($f = 58$ e $OME = 2.4$), molécula ($f = 27$ e $OME = 2.1$), polaridade ($f = 22$ e $OME = 2.6$), ligação química ($f = 21$ e $OME = 2.1$) e dipolo-dipolo ($f = 21$ e $OME = 2.7$).

A partir da árvore de similitude (quadro 1) também é possível perceber que a ligação de “hidrogênio” e “molécula” possuem a maior conectividade por possuírem maior número de arestas ligadas aos mesmos. Na árvore é possível retirar duas informações importantes:

i) O somatório coocorrências ($\sum co$): são indicados pelos números em cima das linhas e expõem quantas vezes os conceitos foram evocados juntamente, indicando a conectividade entre eles.

ii) As arestas: são as ligações entre cada conceito, informam quantas conexões cada conceito faz com os demais, além de mostrar visualmente os conceitos mais centrais/importantes.

Quadro 1: Quadrante de Vergès e Árvore de Similitude para os alunos ingressantes.



Fonte: Grupo de pesquisa.

Com a análise do diagrama de Vergès, a árvore máxima de similitude e a análise dos valores de coocorrência foi definido que o núcleo central é composto por três conceitos por apresentarem maiores valores de frequência e coocorrência: ligação de hidrogênio, molécula e dipolo-dipolo. Os conceitos mais relevantes foram agrupados em categorias descritas na tabela 3.

Tabela 3: Conceitos mais importantes pela análise prototípica – ingressantes (n=102)

Termos		Saliência		Similitude		Categorias
		f	OME	\sum co	Arestas	
Núcleo Central	Ligação de Hidrogênio	58	2,5	96	7	Tipo de interação
	Molécula	27	2,1	33	3	Propriedade molecular
	Dipolo-dipolo	21	2,7	20	1	Tipo de interação
1ª Periferia	Polaridade	22	2,7	15	1	Propriedade molecular
	Ligação química	21	2,1	9	1	Interação intramolecular
	Forças de London	28	3,5	25	1	Tipo de interação
Zona de Contraste	Átomos	18	2,9	21	2	Partícula
	Interação de van der Waals	17	2,9	14	1	Tipo de interação
2ª Periferia	Forças	17	3,5	10	1	Tipo de interação
	Elétrons	11	3,4	9	1	Partícula
	Estrutura molecular	10	3,4	9	2	Propriedade molecular
	Reações químicas	10	3,6	3	1	Conceito básico

Fonte: Grupo de pesquisa.

ALUNOS AVANÇADOS

Como pré-requisito para a inclusão neste grupo, os alunos deveriam ter tempo de curso superior a 3 anos e ter cursado um conjunto de disciplinas específicas. Neste grupo temos 62 respondentes da coleta realizada em 2015 e 83 em 2018, totalizando 145 alunos. Este grupo produziu 729 evocações, representando um número maior do que o esperado (725) em decorrência de alguns respondentes terem evocado mais do que os cinco conceitos sugeridos na questão 1.

O quadrante de Vergès aponta para uma possível centralidade dos termos ligação de hidrogênio, ($f = 85$ e $OME = 1,9$), interação de van der Waals ($f = 66$ e $OME = 2,4$), ligação química ($f = 30$ e $OME = 2,1$) e dipolo ($f = 25$ e $OME = 2,7$). Com os mesmos dados e ainda com o auxílio do software IRAMUTEQ foi produzida uma árvore de similitude máxima para evidenciar a conexão entre os conceitos, para isto foram selecionados os dados com $f \geq 16$.

Quadro 2: Quadrante de Vergès e Árvore de Similitude para os alunos avançados.

Quadrante de Vergès						Árvore Máxima de Similitude	
$f \geq 23$ $OME \leq 2,7$		f ↑	$f \geq 23$ $OME > 2,7$				
Termos	f OME		Termos	f OME			
ligação de hidrogênio	85 1,9	polaridade	28 2,9				
interação de van der Waals	66 2,4	molécula	23 3,2				
ligação química	30 2,1	ponto de ebulição	23 3,3	<p>Número total de evocações = 729 Número de evocações diferentes = 125</p>			
dipolo	25 2,7						
$f < 23$ $OME \leq 2,7$		$f < 23$ $OME > 2,7$					
Termos	f OME	Termos	f OME				
forças	20 2,5	dipolo-dipolo	20 3,2	<p>Conceitos no diagrama de Vergès (corte 50%) = 12 Conceitos no NC = 4</p>			
interação eletrostática	19 2,5	polarizabilidade	16 3,2				
Atração	17 2,7						

Fonte: Grupo de pesquisa.

Com a análise do diagrama de Vergès, a árvore máxima de similitude e a análise dos valores de coocorrência foi definido que o núcleo central é composto por dois conceitos por apresentarem maiores valores de frequência e coocorrência: ligação de hidrogênio e interações de van der Waals e. Os conceitos mais relevantes foram agrupados em categorias descritas na tabela 4.

Tabela 4: Conceitos mais importantes pela análise prototípica – avançados (n=142)

Termos		Saliência		Similitude		Categorias
		f	OME	\sum co	Arestas	
Núcleo Central	Ligação de Hidrogênio	85	1,9	148	8	Tipo de interação
	Interação de Van der Waals	66	2,4	58	2	Tipo de interação
1ª Periferia	Ligação química	30	2,0	18	2	Interação intramolecular
	Dipolo	25	2,6	15	1	Propriedade molecular
	Polaridade	28	2,9	20	1	Propriedade molecular
	Molécula	23	3,1	15	2	Propriedade molecular
	Ponto de ebulição	23	3,3	16	1	Propriedade macroscópica
Zona de Contraste	Forças	20	2,5	7	1	Tipo de interação
	Interação eletrostática	19	2,4	12	1	Tipo de interação
	Atração	17	2,7	6	1	Propriedade macroscópica
2ª Periferia	Dipolo-dipolo	20	3,2	18	1	Tipo de interação
	Polarizabilidade	16	3,1	11	1	Propriedade molecular

Fonte: Grupo de pesquisa.

Comparação entre os 2 grupos e conclusão:

Podemos observar que há uma homogeneização dos conceitos citados. Assim, o ensino teve uma contribuição de padronizar a linguagem e organizar os conceitos. Os conceitos *dipolo*, *interação eletrostática*, *polarizabilidade*, que não foram evocados pelos alunos ingressantes, aparecem na representação dos alunos avançados, demonstrando que conceitos mais relevantes foram lembrados pelos alunos no final do curso. Conceitos mais gerais como *elétrons*, *reações químicas* e *átomos*, por outro lado, perderam a relevância para os estudantes avançados, indicando uma melhora na compreensão do tema.

Os tipos de interação ainda têm muita relevância para ambos os grupos, o que pode demonstrar que o ensino classificatório sobre interações ainda prevalece, visto que *ligação de hidrogênio* é o mais citado e mais prontamente lembrado para ambos os grupos. Além deste, *dipolo-dipolo*, *forças de London*, *interação de van der Waals* também são citados.

Como conclusão preliminar podemos dizer que o ensino tende a melhorar a linguagem e a aprendizagem deste conceito o que é primordial para que os alunos construam o seu entendimento sobre o tema. Ainda é necessária uma análise profunda nas justificativas de ambos os grupos para as palavras evocadas de modo poderemos compreender melhor o que os grupos entendem por cada conceito citado.

A metodologia se mostrou eficaz para comparar grupos em diferentes estágios de ensino, mesmo que a diferença entre os mesmo sendo tais diferenças sutis. Assim, o referencial teórico metodológico aqui utilizado, embora tenha sido desenvolvido com outros objetivos, parece ser promissor em estudos sobre o aprendizado de conceitos.

Referências

- ABRIC, J. - C. Práticas Sociales Y Representaciones – Ed. Coyoacán 2001
- ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. Cadernos de Pesquisa, n. 117, p. 127–147, 2002.
- CAMARGO, B. V. e JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: Um Software Gratuito para Análise de Dados Textuais IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires - Temas em Psicologia – 2013, Vol. 21, nº 2, 513-518
- LOUBÈRE, L. e RATINAUD, P. (2014). Documentation IraMuTeQ 0.6 alpha 3 - version 0.1 [*Computer software*]. Acessado em 30 de junho de 2021, de <http://www.iramuteq.org>
- MOSCOVICI, S. Representações sociais: investigações em psicologia social. 5a ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.
- MOSCOVICI, S. A psicanálise, sua imagem e seu público/ Serge Moscovici; tradução de Sônia Fuhrmann – Petrópolis: Vozes, 2012
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Aprendizagem e o ensino de ciências. São Paulo: Editora Artmed. 5 ed. 2009.
- SÁ, C. P. DE. Núcleo central das representações sociais. 2a ed. Vozes, RJ: Vozes, 2002.
- SÁ, C. P. DE. Representações sociais: teoria e pesquisa do núcleo central. Temas em Psicologia, n. 3, p. 19–33, 1996.
- VERGÈS, P.; BOURICHE, B. L'analyse des données par les graphes de similitude. Sciences Humanies, p. 1–90, 2001.
- WACHELKE, J., WOLTER, R. Criteria Related to the Realization and Reporting of Prototypical Analysis for Social Representations. Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 27, n. 4, p. 521 – 526, 2011.