

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE FUTUROS PROFESSORES A RESPEITO DA ENERGIA NUCLEAR: POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES NA OPINIÃO PÚBLICA

Rafaella Menezes Ayllón¹, Déborah I. T. Fávaro², Luciana Aparecida Farias¹

¹ Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
Rua Prof. Artur Riedel, 275 – Jardim Eldorado
09972-270 - SP
rafaellayllon@hotmail.com

² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
ditfavar@yahoo.com.br

RESUMO

A opinião pública pode ocasionar mudanças na Matriz Energética (ME) brasileira? A resposta é sim, pois as Representações Sociais (RS) de um grupo apresentam sempre grande influência em atitudes e comportamentos. Mas de que forma isto ocorre é a questão. Podemos observar que as notícias veiculadas na mídia sobre o tema são majoritariamente negativas e acidentes como o ocorrido em uma central nuclear na cidade de *Fukushima*, considerado um dos mais graves após *Chernobyl*, contribuem muito para polarizar essa questão em detrimento de uma possível alternativa energética. Fatos como estes ilustram a necessidade da Educação sobre a temática nuclear nas escolas, particularmente na formação de futuros professores, para que a população tenha uma real percepção de risco em relação à Tecnologia Nuclear. Dentro dessa perspectiva, o presente estudo buscou estudar as RS a respeito da “Energia Nuclear” (EN) e “Química Nuclear” (QN) dos estudantes do curso de Ciências - Licenciatura da UNIFESP. Foram aplicados questionários individuais para investigação do tema, seguidos da apresentação de seminários com o enfoque da pesquisa. A metodologia utilizada foi a técnica de Evocação Livre de Palavras (ELP) (Abric, 1994) que permite obter a frequência de cada elemento que foi evocado e sua ordem média de evocação, bem como questionário com questões semi-estruturadas. Dentre os primeiros resultados obtidos, foi constatado que os termos “Bomba” e “Reator” foram os mais evocados pelo grupo quando foi solicitado evocações ligadas a “EN”, enquanto os termos “Saúde” e “Segurança” estão entre os menos evocados. Já quando foram pedidas evocações referentes à “QN” os termos que foram mais frequentes foram “Química” e “Átomos/ Elementos” e os menos frequentes estão “Reator” e “Desenvolvimento”. Todavia, mesmo tendo como possível núcleo central elementos que correspondem à uma RS negativa do tema, estes estudantes indicaram a Energia Nuclear como uma forte opção/opção para diversificação da matriz energética brasileira.

Palavras Chaves: Química Nuclear, Radioatividade, Energia Nuclear, Ensino de Química, Representações Sociais.

1. INTRODUÇÃO

Segunda Guerra Mundial, após seis meses de intenso bombardeio em 67 outras cidades japonesas, a bomba atômica “Little Boy” caiu sobre a cidade de Hiroshima numa segunda-feira. Três dias depois, no dia 9 de agosto de 1945, a “Fat Man” caiu sobre a cidade de Nagasaki. Ucrânia, cidade de Pripyat, 26 de abril de 1986, técnicos tentaram fazer um teste na usina de Chernobyl e acabaram provocando uma reação em cadeia que terminou com a explosão do reator nuclear. Brasil, setembro de 1987, cidade de Goiânia. Uma cápsula violada de césio 137, que, negligentemente abandonada, indevidamente removida, imprudentemente aberta e inadvertidamente manipulada foi a causa do grave acidente radiológico ocorrido no país. Japão, março de 2011, o problema em uma central nuclear na cidade de Fukushima, após forte terremoto no país, foi considerado um dos mais graves após Chernobyl.

São apenas quatro exemplos, mas que podem ilustrar algo do fenômeno das RS para nós [1,2]. Nossa imagem a respeito da utilização da Energia Nuclear foi reconstruída após esses eventos, fazendo com que a maioria da população associe essa tecnologia somente aos perigos e às guerras. Um acidente radioativo como o que ocorreu em Goiânia decorreu de uma completa falta de informação quanto aos perigos que algumas pessoas estiveram expostas [3]. Esse fato ilustra a real necessidade de se levar à comunidade informação acerca de radiação e seus efeitos.

De uma forma geral, pode a escola assumir essa tarefa, pois assim, as informações seriam passadas de forma segura transcendendo às informações que o aluno obtém por meio de revistas, jornais, internet etc. que, muitas vezes, são evasivas e deturpadas. Mas de que forma? É fundamental a importância de amplas discussões sobre o tema no ambiente escolar, haja vista que a radiação está presente em nosso cotidiano mais do que inicialmente podemos imaginar, seja naturalmente, ou em materiais radioativos utilizados na produção de energia. Por exemplo, na medicina, nas bombas de Cobalto-60, empregado no tratamento contra o câncer, entre outros radiofármacos utilizados em exames clínicos, na datação de fósseis com carbono-14, na indústria alimentícia para a esterilização de alimentos. Talvez conhecer como a população, representa e compartilha o conhecimento a respeito do tema nuclear, seja um caminho possível.

2. METODOLOGIA

O estudo é referente à investigação das RS de estudantes do Curso Ensino de Ciências - Licenciatura a respeito das temáticas “Energia Nuclear” e “Química Nuclear”, bem como, sua influência na formação de futuros professores de Ciências e de Química.

Segundo Spink (1999) [4], a investigação das RS pode ser feita a partir de processos espontâneos, sejam eles “induzidos por questões, expressos livremente em entrevistas, ou já cristalizados em produções sociais tais como livros, documentos, memórias ou matéria de jornais e revistas”. No caso do presente estudo utilizamos os termos indutores “Energia Nuclear” e “Química Nuclear”.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram adotados a Teoria das Representações Sociais (TRS) proposta por Serge Moscovici e sua colaboradora Denise Jodelet, como referencial teórico e metodologia utilizamos a técnica da Evocação Livre de Palavras (ELP) associada à elaboração de um texto. [5]

A associação livre é uma técnica utilizada por Abric (1994) [6] que consegue coletar os elementos constitutivos do conteúdo de uma representação a partir do seu universo léxico. De acordo com ele esse método é vantajoso, pois tem um "caráter espontâneo – portanto menos controlado" [6].

Para uma melhor análise da ordem média de palavras evocadas utilizamos o programa estatístico EVOC 2000, criado por Pierre Vergé (PEREZ, 2008) [7], que calcula a frequência e a ordem média das evocações para investigar a centralidade da representações dos elementos através do quadro com quatro quadrantes e, em seguida, foi realizada a discussão da centralidade das RS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Das evocações livres de palavras

Foram realizadas 104 entrevistas com os universitários do curso de Ensino de Ciências – Licenciatura, destes, 47% dos indivíduos entrevistados é do sexo feminino e 53% do sexo masculino. A maior parte dos entrevistados é de escola pública totalizando 62,5%, e os alunos provenientes de escola particular são 34,5%, o restante dos entrevistados respondeu ser de ambas ou não responderam. Com relação à evocação livre de palavras, os resultados mostraram que os entrevistados, elaboraram 512 evocações como resposta ao estímulo indutor “Energia Nuclear”, e 435 para o estímulo indutor “Química Nuclear”. É feito um estudo com relação à palavras similares semanticamente, o que leva à uma redução mesmas, como por exemplo, radiação/radioatividade/elementos radioativos. Foram desprezadas palavras evocadas apenas uma ou duas vezes. Com isso, a análise se mostrou mais consistente, representativa e “limpa”. A partir desse *corpus* e dos critérios adotados foi possível construir o diagrama com quatro quadrantes (Tabela 1 – para Energia Nuclear), (Tabela 2 - para Química Nuclear).

Cada um desses quadrantes apresenta uma função específica [1]: (1) Núcleo Central (NC): palavras mais frequentes e mais prontamente evocadas; (2) Primeira Periferia (PF): elementos periféricos mais proeminentes, em razão de serem também os mais frequentes; (3) Zona de Contraste (ZC): temas enunciados por poucas pessoas, apresentando, portanto, baixa frequência, o que, todavia, não diminui sua importância, pois, podem revelar indícios da existência de um subgrupo minoritário portador de uma representação diferenciada; (4) Segunda Periferia (SP): elementos um pouco menos presentes ou importantes no campo das representações.

Tabela 1. Diagrama da estrutura das RS dos acadêmicos entrevistados, a partir do termo indutor “ENERGIA NUCLEAR”.

	Ordem Média de Evocação < 2,5			Ordem Média de Evocação ≥ 2,5		
	<i>Núcleo Central (NC)</i>			<i>Primeira Periferia (PP)</i>		
Frequência ≥ 3	Bomba	13	1,571	Poluição	07	2,571
	Usina/Reator	36	2,035	Perigo/Riscos	24	2,706
	Urânio	20	2,250	Lixo/Resíduo	12	3,000
	Núcleo	11	2,455	Radiação	32	3,129
				Fusão	08	3,250
				Radioatividade	12	3,300
				Tecnologia	12	3,083
	<i>Zona de Contraste (ZC)</i>			<i>Segunda Periferia (SP)</i>		
Frequência ≤ 2	Chernobyl	02	1,000	Simpsons	02	2,500
	Transformação	02	1,500	Química	06	2,833
	Limpa	05	2,000	Segurança	04	3,500
	Progresso	03	2,000	Saúde	02	4,500
	Prótons	03	2,000			
	Renovável	02	2,000			
	Elétrons	06	2,167			
	Reação	04	2,250			

Com relação ao termo indutor “Energia Nuclear”, observamos que a palavra “Bomba”, apesar de não apresentar a maior frequência, foi prontamente evocada por diversos estudantes. Essa pronta evocação, sugere a possibilidade dessa palavra ser o elemento central da RS a respeito da EN entre esses estudantes. “Usina/Reator” é outro termo que se apresenta como possível elemento central, pois foi evocada em grande quantidade, entretanto, sua ordem de evocação é menor do que a palavra “Bomba”.

Outro fator que pode ter elevado o número de evocações do termo “Usina/Reator” foi, como já citado, o acidente ocorrido em uma planta nuclear na cidade de Fukushima, conforme sugerem as frases construídas com as palavras evocadas: “*Energia Nuclear é obtida em usinas onde há riscos de acidentes, onde vaza radiação, como por exemplo Chernobyl e Fukushima*”. Porém esta pronta evocação também pode estar relacionada com a questão energética, o que é possível observar nesta formulação de frase de outro estudante “*Energia nuclear é gerada por usinas a partir de reações, fissão.*”.

Percebe-se que os elementos presentes no NC não possuem grande variedade de termos, o que de certa maneira podem reforçar uma possível RS negativa, visto que há evocações que podem ser entendidas de duas maneiras, já demonstrado no parágrafo acima, como é o caso de “Usina/Reator”.

O segundo quadrante, referente à PP, vem confirmar essa possibilidade de que “Bomba” pode ser um dos elementos centrais da RS dos estudantes, devido à presença de elementos com alta frequência como, por exemplo, “Radiação”, seguido de “Perigo/Risco”. Entretanto, é perceptível que o elemento “Radiação”, mesmo com maior quantidade de evocação do que

“Perigo/Risco”, este último foi mais prontamente evocado, possivelmente porque talvez muitos estudantes, podem ter relacionado o termo indutor com o acidente ocorrido em Fukushima, como já mencionado.

Outro termo presente na PF, o qual foi um dos primeiros evocados pelos estudantes, foi “Poluição”, mesmo sendo o elemento com menor quantidade presente neste quadrante. É provável que os participantes da pesquisa tenham uma opinião equivocada ao pensar que a EN gera algum tipo de poluição em suas atividades rotineiras. Este equívoco é facilmente observado em algumas formulações feitas pelos estudantes, como por exemplo: *“A energia nuclear é uma fonte alternativa que traz muito aproveitamento, mas também traz poluições e impurezas”*. *“A energia nuclear tem muito aproveitamento, mas muitos riscos, impurezas e poluição”*.

É interessante destacar que elementos, como por exemplo, “Renovável”, “Transformação” e “Limpa” apareceram no terceiro quadrante, denominado zona de contraste. Isso pode sugerir, conforme Córner e col. (2011) [8], que uma parte desses estudantes parecem aceitar a Energia Nuclear como uma alternativa de matriz energética. Na ZC aparecem elementos referentes à tecnologia nuclear, como por exemplo, “Progresso”, “Elétrons” e “Reação”, todavia, possivelmente estes elementos foram um dos últimos a serem elencados pelos futuros professores, conforme dados gerados pelo próprio EVO e também sugerindo uma relação com a ciência e tecnologia.

Percebe-se ainda, que para esses futuros professores a radiação parece ser “algo” distante do nosso cotidiano. Elementos, como por exemplo, “Saúde”, “Segurança” que poderiam sugerir um maior conhecimento a respeito da temática apareceram no último quadrante, ou seja, na segunda periferia, o qual traz os elementos menos presentes ou importantes no campo das RS de um determinado grupo. Entretanto, estes elementos podem sugerir que alguns estudantes conhecem, ou não, uma aplicação da tecnologia nuclear. A seguir, a Tabela 2 é apresentada, referente ao Termo Indutor “Química Nuclear”.

Com relação a “Química Nuclear” observa-se, de maneira geral, que as evocações referentes ao termo indutor apresentam grande variedade e estão ligadas/relacionadas à estrutura atômica, conteúdos trabalhados nas escolas e aplicações. Para o termo indutor QN, o elemento mais evocado, de maneira geral, foi “Átomos/Elementos”, seguido de “Energia” e “Núcleo” e estes elementos estão no NC e na PP.

No primeiro quadrante, referente ao NC, a palavra com maior frequência e prontamente evocada foi “Átomos/Elementos”, seguida de “Núcleo”. O termo “Química/Químicos” foi prontamente evocado, assim como “Átomos/ Elementos”, apesar de não ter tido maior quantidade de evocação. Outros elementos evocados são referentes à Tecnologia Nuclear podemos citar como exemplo os termos “Prótons”, “Núcleo”, “Estudo” “Tecnologia”.

No NC do termo “Química Nuclear” existe uma grande variedade de termos evocados diferentemente do NC do termo “Energia Nuclear” (Quadro 1). Outro fator importante que difere os dois quadros é que no primeiro NC, referente à “EN”, é reforçado a possível RS negativa dos estudantes e o NC de “QN” já não demonstra a mesma situação devido às evocações feitas pelos estudantes se relacionar à ciência e tecnologia.

Tabela 2. Diagrama da estrutura das representações sociais dos acadêmicos entrevistados, a partir do termo indutor “QUÍMICA NUCLEAR”

	Ordem Média de Evocação < 2,5			Ordem Média de Evocação ≥ 2,5		
	<i>Núcleo Central (NC)</i>			<i>Primeira Periferia (PP)</i>		
Frequência ≥ 3	Química/Químicos	11	1,800	Ambiente/Natureza	8	2,750
	Átomos/Elementos	37	1,806	Radioatividade	13	3,000
	Prótons	9	2,222	Energia	33	3,061
	Núcleo	24	2,292	Radiação	20	3,200
	Estudo	10	2,400	Reação	14	3,364
	Fusão	12	2,417	Bomba/Explosão	12	3,444
	Tecnologia	9	2,444	Partículas	8	3,625
	Elétrons	13	2,462			
	Fissão	16	2,467			
	<i>Zona de Contraste (ZC)</i>			<i>Segunda Periferia (SP)</i>		
Frequência ≤ 2	Medicina	4	2,250	Nêutrons	6	2,667
				Pesquisa	5	3,000
				Transformação	3	3,000
				Lixo	7	3,500
				Urânio	6	3,500
				Desenvolvimento	6	3,500
				Reatores	4	3,750

A PP confirma que os estudantes não relacionaram, provavelmente, os acidentes com a “QN”, o termo mais frequente na primeira periferia é “Energia”, seguida de “Radiação”, entretanto, o termo mais prontamente evocado é “Ambiente/Natureza”. Ainda no quadrante da PP está o termo “Bomba/Explosão”, evocado apenas 12 vezes sendo um dos menos frequentes e também não sendo prontamente evocado.

Na ZN aparece somente um termo evocado “Medicina” o que nos sugere um pequeno subgrupo que possuía conhecimento a respeito da aplicação da Tecnologia Nuclear na área da saúde.

A SP apresenta elementos distintos e variados entre si, com enfoque na Tecnologia Nuclear, em sua maioria. O termo “Reator” está presente na SP, sendo que quando o termo indutor foi “EN” a palavra estava presente no NC.

3.2 Da análise estatística descritiva

Com relação às perguntas semiestruturadas, ao serem questionados se algum conteúdo relacionado à “Química Nuclear”, “Radioatividade”, “Radiação” ou “Energia Nuclear” foi abordado no Ensino Médio. Conforme Figura 1 que corresponde a esta pergunta estruturada.

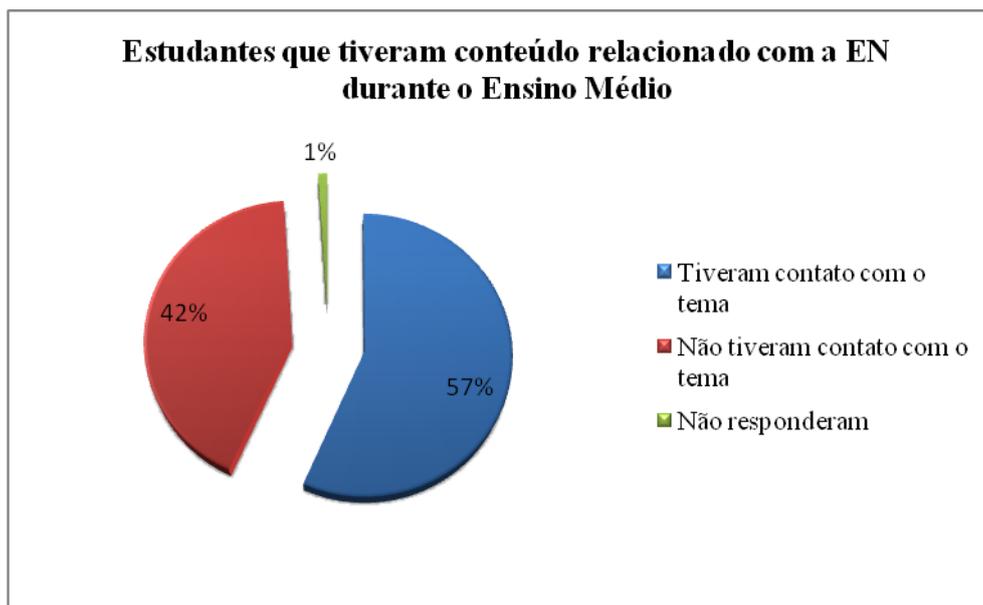


Figura 1: Estudantes que tiveram conteúdo relacionado com a “EN” no Ensino Médio.

Foi perguntado aos mesmos como eles avaliavam o próprio conhecimento sobre “Energia Nuclear”, podemos avaliar as respostas obtidas na Figura 2.

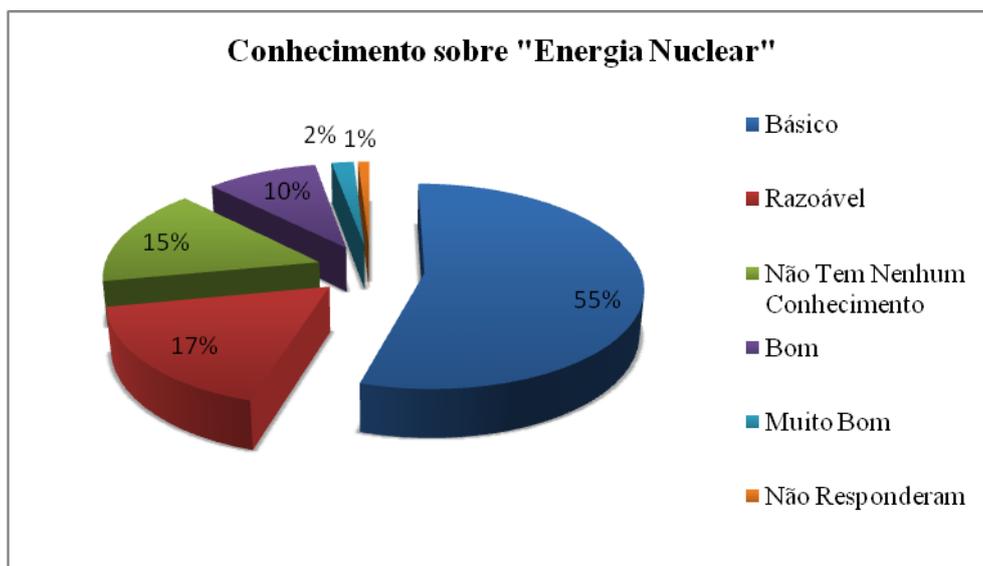


Figura 2: Nível de Conhecimento dos universitários sobre “Energia Nuclear”.

O número de estudantes que consideraram o seu conhecimento como “Básico”. “Razoável” e “Não Ter Nenhum” conhecimento a respeito do tema totalizaram 87%. Este dado pode ser explicado pelo fato da maioria dos alunos não terem tido contato com a temática na escola ou este contato ter sido mínimo. Resultado que reforça a importância de se conhecer os possíveis equívocos que os mesmos trazem com relação ao assunto conforme trabalho de Dönmez & Ayas (2010) [9].

A pergunta seguinte do questionário pretendia investigar se na opinião do entrevistado as expressões “Química Nuclear” e “Energia Nuclear” possuem algum tipo de relação ou não, conforme Figura 3.

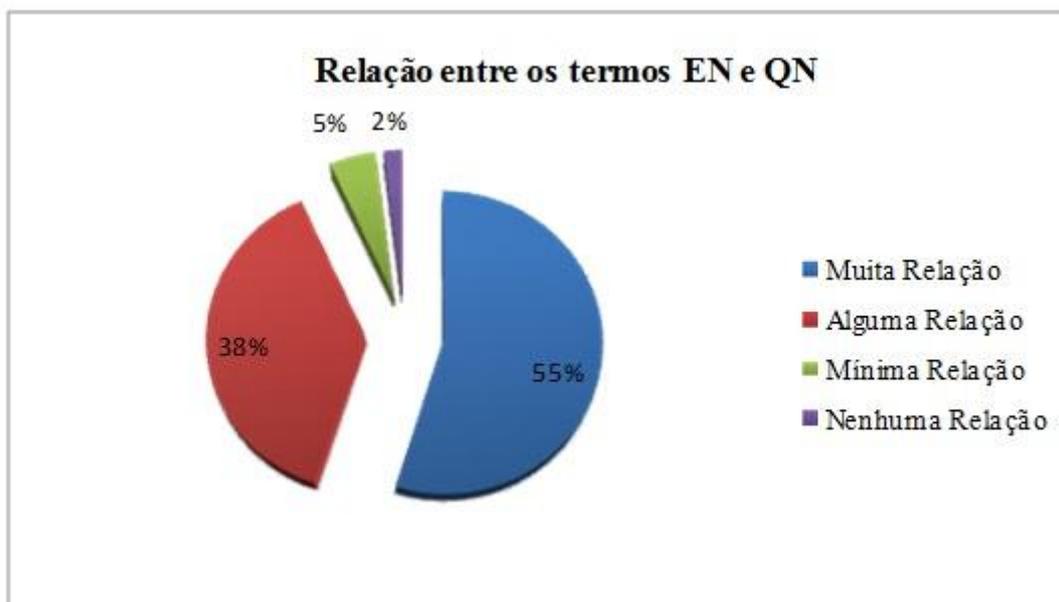


Figura 3: Relação que os estudantes da pesquisa acreditam ter entre Energia Nuclear e Química Nuclear.

Ao serem questionados se no futuro o Brasil deveria investir, para diversificação da sua matriz energética, no desenvolvimento de “Energia Nuclear”, como fonte mais limpa e segura de energia, os estudantes, em sua maioria consideram como uma “Opção” como podemos observar na Figura 4.

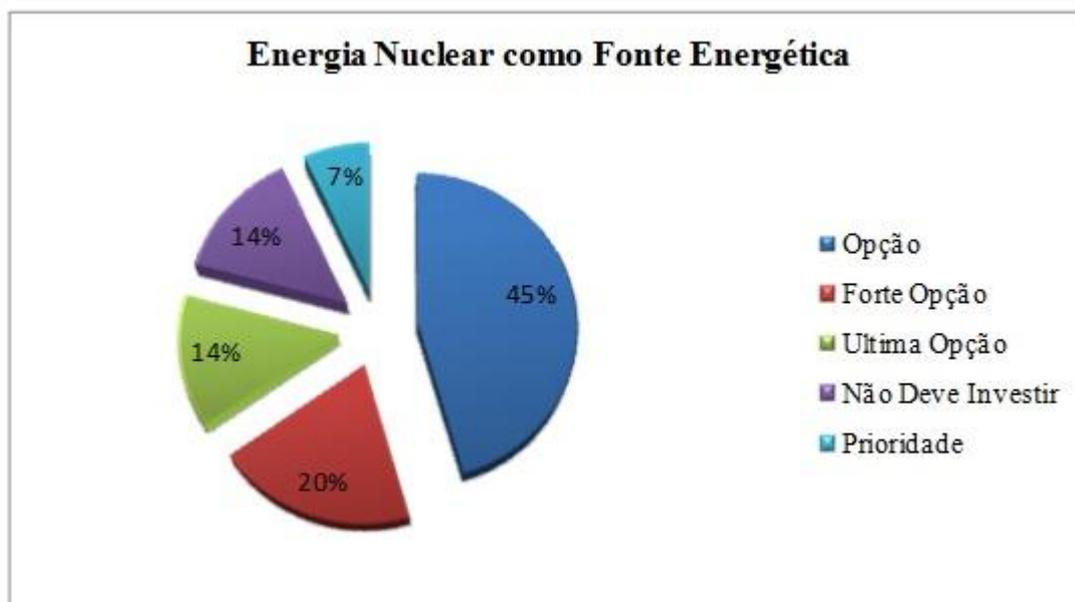


Figura 4. Avaliação/Opinião dos estudantes em relação a um possível investimento da “EN” como fonte energética.

4. CONCLUSÕES

Os estudantes não sabem a diferença entre os termos “Química Nuclear” e “Energia Nuclear” e existem erros conceituais relacionados aos dois temas, principalmente com relação à estrutura atômica. Provavelmente porque o conhecimento desses estudantes é básico ou nenhum, como consequência do fato da maioria não terem tido contato, ou terem tido contato mínimo, com a temática na escola.

Grande variedade de palavras evocadas para “Energia Nuclear”, muitas relacionadas com acidentes e riscos, sugerindo uma possível RS negativa da temática.

Pouca variedade de evocações para “Química Nuclear”, entretanto, os estudantes relacionaram mais com a estrutura atômica, conforme já mencionado, bem como a matriz energética e tecnologias.

Apesar das evocações serem relacionadas negativamente à “Energia Nuclear”, a maior parte dos entrevistados a avaliam como uma “Opção” ou uma “Prioridade” de investimento na diversificação da matriz energética brasileira.

Percebemos que o estudo reforça o que Silva & Soares [10] discutem referente à entrada de estudantes no ensino superior sem o conhecimento apropriado sobre a temática nuclear, o que implica na falta de argumentos e informação para um posicionamento crítico e reflexivo acerca de notícias vinculadas na mídia. Fato este que pode provocar uma opinião pública negativa quando baseada apenas no senso comum. Para amenizar essa dificuldade, é preciso preparar, na graduação, estes futuros professores com o devido aprofundamento a respeito da questão nuclear e seus diferentes aspectos, a fim de conhecer as RS e reestruturá-las.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) pela bolsa institucional.

REFERÊNCIAS

1. Moscovisci, Serge (Org). *Psicologia Social*. Buenos Aires: Paidós, 1986.
2. Moscovisci, S. & Hewsteone, M. *De la science au sense commun*. In: S. Moscovici (ed.) *Psychologie Sociale*. Paris: PUF, 1984. pp. 539-566.
3. Helou, S.; Costa Neto, S. B. Césio-137: *Conseqüências psicossociais do acidente de Goiânia*. Ed. Universidade Federal de Goiás, 1995, 155p.
4. Spink, M.J.; Frezza, R.M. *Práticas discursivas e produção de sentidos: a perspectiva da psicologia social*. In: Spink, m.J. (Org). *Práticas discursivas e produção de sentidos no cotidiano: aproximações teóricas e metodológicas*. São Paulo: Cortez, p.17-39, 1999.
5. Jodelet, D.. *La Representación Social: Fenómeno, Concepto e Teoria*. In: Oliveira, E.F.T & Grácio, M.C.C. *Análise a respeito do tamanho de amostras aleatórias simples: uma aplicação na área de Ciência da Informação*. Revista de Ciência da Informação, 6(3), 2005.
6. Abric, J. C. *Méthodologie de recueil des représentations sociales*. Em J. C. Abric (Org.), *Pratiques sociales et representations* (3^a ed.) (pp. 217-238). Paris: Press Universitaires de France, 2001.
7. Perez, M. *Grandezas e Medidas: representações sociais de professores do ensino fundamental*. Curitiba, 2008. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná.
8. Corner, A.; Venables, D.; Spence, A.; Poortinga, W.; Demskia C.; Pidgeona, N. *Nuclear power, climate change and energy security: Exploring British public attitudes*. Energy Policy, 39 (9): 4823-4833, 2011.
9. Dönmes, N. U.; Ayas, A. *Common misconceptions in nuclear chemistry unit*. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2: 1432–1436, 2010.
10. SILVA, R.C.; SOARES, M.H.F.B. *Concepções dos alunos de Ensino Médio Sobre o Tema Energia Nuclear: Benefícios, Malefícios e o Acidente Radiológico de Goiânia*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), 2008.