

Construção de um questionário para identificação de concepções sobre radicais livres e antioxidantes

Construction of a questionnaire to identify conceptions about free radicals and antioxidants

Keysy S. C. Nogueira

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil
keysynogueira@usp.br

Josely Cubero

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo
josely@usp.br

Luciane Fernandes Goes

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil
Luciane.goes@usp.br

Carmen Fernandez

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil
Instituto de Química da Universidade de São Paulo
carmen@iq.usp.br

Resumo

Neste trabalho utilizou-se um questionário do tipo escala de Likert, previamente validado, para identificar as concepções acerca de *radicais livres e antioxidantes* expressas por estudantes ingressantes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN). O questionário foi respondido por 71 estudantes do segundo semestre do curso de LCN da Universidade de São Paulo (USP) entre os anos de 2015 e 2016. A seleção de público-alvo baseou-se na análise curricular do curso com o propósito de garantir que os conteúdos específicos ainda não tivessem sido desenvolvidos. Esse critério se mostrou importante para identificação das concepções iniciais dos estudantes. Os resultados confirmam a importância dos meios de divulgação científica como forma de introduzir temas de relevância científico-tecnológica-social e apontam para necessidade de maiores investimentos na divulgação desses conhecimentos, de forma conceitualmente correta, tanto por meio da mídia como por meio da sua inclusão em temas transversais na Educação Básica.

Palavras-chave: radicais livres, antioxidantes, escala de Likert.

Abstract

In this work, a previously validated Likert scale questionnaire was used to identify the conceptions about free radicals and antioxidants expressed by pre-service science teachers. The questionnaire was answered by 71 students from the second semester of the Bachelor's Degree in Natural Sciences of University of São Paulo between the years 2015 and 2016. The selection of these students was based on the curricular analysis of the course with the purpose of guaranteeing that the specific contents had not yet been developed. This criterion proved to be important for the identification of students' initial conceptions. Results confirm the importance of scientific media as a way to introduce themes of technological and social scientific relevance. The data also revealed the need for greater investments in the dissemination of this knowledge, in a conceptually correct way, both through the media and through their inclusion in themes cross the curriculum in basic education.

Key words: free radicals, antioxidants, Likert scale.

Introdução

Radicais livres são espécies químicas (íons, moléculas) que possuem elétrons desemparelhados. A presença de elétrons desemparelhados pode tornar os radicais livres, espécies bastante reativas, especialmente quando interagem com outras espécies que contenham elétrons desemparelhados, como outros radicais livres, moléculas de oxigênio e íons de metais de transição. Já com as moléculas orgânicas a reatividade dos radicais livres pode variar em função de diversos fatores presentes nas condições celulares em organismos vivos. Os Radicais livres participam de uma imensa variedade de processos biológicos (vasodilatação, defesa contra infecções, desenvolvimento de cânceres, envelhecimento, entre outros) e processos industriais (produção de polímero e medicamentos) (AUGUSTO, 2006). Por outro lado, os antioxidantes inibem as reações de óxido-redução (SIES; STAHL, 1995). A relevância científica tecnológica e social sobre radicais livres e antioxidantes são pouco abordados na educação formal e, embora estejam frequentemente nos meios de divulgação científica, podem não ser abordados de forma conceitualmente correta. Assim, surgem questões relacionadas com a conceituação dos radicais livres, dos processos redox e a importância de estudar ambos para a formação de futuros professores de Ciências, Biologia e Química que atuem na Educação Básica possibilitando a compreensão da temática radicais livres e antioxidantes pela aquisição de conhecimentos das diversas áreas do conhecimento humano através de uma abordagem de conteúdos escolares contextualizados.

A abordagem de temas como esses, em especial pelo professor da Educação Básica, enfrenta diversos entraves que podem estar relacionados com uma formação inicial deficitária no que diz respeito aos conhecimentos específicos ou mesmo quanto às formas de abordagem de temas interdisciplinares no âmbito da Educação Básica. Observamos que algumas iniciativas têm sido desenvolvidas como o trabalho de Novais e colaboradores (2014) que utilizou um questionário aberto em um Encontro USP-Escola, ministrado para professores de Química, os resultados desta pesquisa indicam que os professores têm conhecimentos limitados sobre o tema e em geral não o abordam em suas aulas. Outros investigadores Silva, Ribeiro e Chaves (2009) propuseram a utilização de um questionário aberto para acessar as concepções de um grupo de professores do Ensino Médio de Belo Horizonte - MG sobre radicais livres e antioxidantes. Neste trabalho as autoras afirmam que os referenciais teóricos adotados para o desenvolvimento da sua pesquisa foram os que tratam do distanciamento entre a abordagem dos conhecimentos científicos e as concepções prévias/errôneas dos aprendizes e da mudança

conceitual no Ensino de Ciências. Nos resultados, as pesquisadoras indicam que as respostas dos professores apontam para: i) dificuldade em conceituar radicais livres e antioxidantes de forma completa e cientificamente correta; ii) atribuição de grande importância a fatores externos como responsáveis pela formação de radicais livres, enquanto que os fatores internos não são mencionados; iii) reconhecimento das relações entre envelhecimento, patologias e radicais livres, baseadas em experiências cotidianas e informações veiculadas pela mídia; v) desconhecimento da ação do zinco e cobre em mecanismos de funcionamento das enzimas antioxidantes no organismo; vi) desconhecimento dos mecanismos de formação de radicais livres nas células a partir da respiração celular. Em outro trabalho, também nessa mesma linha, as autoras (SANTOS; COSTA; CHAVES, 2013) se propõem a avaliar o efeito de aulas utilizando recursos multimídia para a aprendizagem dos temas radicais livres e antioxidantes junto a alunos do Ensino Médio. Os resultados evidenciaram que antes da aplicação do recurso multimídia, os índices de desconhecimento da temática eram superiores a 80%. Embora esses índices sejam reduzidos a zero após a atividade didática, pode-se observar recorrente aumento do percentual das concepções errôneas relacionadas aos conceitos de radicais livres e antioxidantes, seus efeitos sobre o corpo, e identificação de fatores ambientais e celulares que contribuem para sua formação. Em todas essas pesquisas observa-se que o uso de questionários abertos evidenciou o pouco conhecimento dos sujeitos pesquisados sobre o tema radicais livres e antioxidantes, e de certa forma, a liberdade de expressão proporcionada pelos questionários abertos dificultou a identificação das concepções dos sujeitos acerca de radicais livres e antioxidantes. No trabalho de coautoria de Santos, Costa e Chaves (2013) observamos ainda, que as intervenções propostas pelas autoras com base na construção de recursos de multimídias apresentaram contribuições mais modestas que as esperadas para promover uma transformação das ideias prévias por ideias científicas. Tal como aponta Mortimer (1996), embora a aprendizagem possa ser considerada um produto da interação entre concepções pré-existentes e novas experiências, não há garantias de que estratégias de ensino como: explicitar as ideias prévias, promover situações de conflito e construir novas ideias com base no modelo de mudança conceitual, possam garantir a substituição das ideias alternativas por ideias científicas.

Por outro lado, há ainda a dificuldade de elaboração de instrumentos que visem à identificação de concepções alternativas. Em trabalhos como de Oliveira e Torres (2015), os autores utilizam um questionário de múltipla escolha de duas etapas (primeira: verdadeiro ou falso, e segunda: nível de certeza) para diagnóstico das concepções de pós-graduandos e professores de Ensino Médio de escolas públicas. Os próprios autores afirmam que “O instrumento desenvolvido para o diagnóstico dos conceitos alternativos apresenta algumas limitações quanto à capacidade de diagnosticar conceitos” (p.6). Essas dificuldades podem ser compreendidas quando consideramos a complexidade da tarefa de responder um questionário de múltipla escolha em duas etapas. Segundo Tourangeau e Rasinski (1988) a resposta de uma escala é um processo de quatro estágios em que o respondente: (1) interpreta o item, (2) recupera informações relevantes, (3) formula um julgamento, e (4) seleciona uma resposta. Tversky e Shafir (1992) demonstram que à medida que aumenta a complexidade da tarefa maior a possibilidade de alguns indivíduos passarem a utilizar a opção de *status quo*, na qual a regra de decisão utilizada pelos respondentes é a de selecionar a opção de resposta que havia sido selecionada no item anterior.

Desta forma consideramos importante construir um instrumento que apresente proposições conceitualmente aceitas pelo saber científico e identificar com quais destas proposições nossos sujeitos de pesquisa indicam concordarem. Propomos assim, uma escala do tipo Likert (1932) com cinco pontos, sendo o ponto central neutro. Nosso propósito não é identificar concepções prévias/errôneas e propor estratégias de ensino que visem a mudança conceitual, mas elaborar um instrumento que possibilite a identificação de concepções declaradas em

determinado contexto de aplicação. Consideramos também que o instrumento tem potencial para, em futuras investigações, identificar em diferentes contextos a evolução do perfil dessas concepções.

Aspectos metodológicos

Este trabalho é composto por duas partes, a saber: validação do questionário e a análise dos dados dos ingressantes no curso de LCN. Inicialmente construímos uma escala do tipo Likert, na qual os respondentes especificam seu nível de concordância para 50 proposições. Consideramos este instrumento de mensuração adequado, porque se baseia na premissa de que a atitude geral se remete às crenças sobre o objeto da atitude, à força que mantém essas crenças e aos valores ligados ao objeto. Na construção desse tipo de escala, segundo Oliveira (2001), a modalidade em que se manifesta a propriedade medida é representada pelo posicionamento acerca das proposições sobre o tema no qual o respondente informa o grau de concordância ou discordância (concordo totalmente = CT, concordo = C, sem condição de opinar, ponto neutro (sem condições de opinar) = I, discordo = D, discordo totalmente = DT). A forma de expressar o atributo poderá refletir a direção da atitude do respondente em relação a cada proposição.

Para validação da escala realizamos quatro etapas: i) fundamentação teórica - elaboração da escala inicial a partir de uma revisão da literatura sobre o tema abordado; ii) validação teórica - submissão da primeira versão da escala a especialistas para avaliar suas assertivas e dimensões; iii) validação semântica - aplicação da escala a possíveis respondentes para avaliar se os respondentes compreenderam o que se apresenta nos itens da escala; iv) validação estatística (PASQUALI 2003; DEVILLIS, 2003). Para validação estatística, utilizamos o alfa de Cronbach (Cronbach, 1951; Vieira, 2009). A seguir descrevemos cada uma das etapas de validação.

Para construção da escala proposta, foram selecionados inicialmente nove fatores para definir os diferentes constructos que podem refletir o posicionamento dos respondentes quanto às concepções prévias acerca de radicais livres. O levantamento teórico para essa construção das proposições foi baseado na bibliografia específica (AUGUSTO, 2006, PANTOPOULOS; SCHIPPER, 2012) sobre o tema radicais livres e antioxidantes sugerida na disciplina “Bioquímica Redox” de graduação do curso de Química, com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular, da Universidade de São Paulo e, também, em artigos de divulgação científica veiculados nas principais revistas da área. Para cada fator foram elaboradas cinco proposições conceitualmente aceitas pelo saber científico. Nosso objetivo é identificar com quais destas proposições nossos sujeitos de pesquisa indicam concordarem.

A escala foi então submetida à primeira fase da *validação teórica* por especialistas e alguns ajustes foram propostos, como a inclusão de proposição sobre a participação de radicais livres em doenças cardiovasculares e explicitação dos alimentos que podem fornecer antioxidantes ao organismo, além da inclusão de um décimo fator e suas cinco proposições. Na tabela 1 apresentamos cada um dos dez fatores.

Fator (F)	Proposições (P)	Descrição do Fator
F01	(P01, P11, P21, P31, P41)	Conceitos relacionados ao estudo de radicais livres
F02	(P02, P12, P22, P32, P42)	Radicais livres e reações
F03	(P03, P13, P23, P33, P43)	Reatividade de radicais livres
F04	(P04, P14, P24, P34, P44)	Importância dos radicais livres
F05	(P05, P15, P25, P35, P45)	Doenças em que há participação de radicais livres
F06	(P06, P16, P26, P36, P46)	Fatores que podem contribuir para formação de radicais livres
F07	(P07, P17, P27, P37, P47)	Estratégias antioxidantes
F08	(P08, P18, P28, P38, P48)	Radicais livres e os processos vitais
F09	(P09, P19, P29, P39, P49)	Reações radicalares e controle
F10	(P10, P20, P30, P40, P50)	Espécies reativas radicalares e não radicalares

Tabela 1: Fatores da escala Likert para medida de opinião sobre radicais livres e antioxidantes

A *validação semântica* dessa escala de medida também ocorreu em duas fases, inicialmente aplicamos as 45 proposições iniciais da escala, sequencialmente agrupadas por fator, a um grupo de 37 estudantes do segundo semestre do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN) da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo no ano de 2014. Durante a aplicação não houve nenhum questionamento acerca de possíveis ambiguidades e clareza das proposições. Escolhemos esse grupo de estudantes por considerar que nesse momento da graduação os conteúdos específicos associados à temática *radicais livres e antioxidantes* ainda não foram desenvolvidos. No momento de aplicação da escala, 92% dos respondentes ainda não haviam atuado como professor, 84% apresentavam entre 18 a 25 anos de idade e 51% eram do gênero masculino. Tratava-se, portanto de um grupo de estudantes jovens, sem experiência profissional quanto à docência e homogêneo quanto ao gênero.

A segunda fase da *validação teórica* ocorreu com a submissão da escala a outro grupo de especialistas uma vez que foi inserido o décimo fator com suas cinco proposições. Nessa fase verificou-se a ausência de ambiguidades, adequação dos termos e conceitos utilizados nas proposições propostas.

Na segunda fase da *validação semântica* aplicamos a escala a um grupo de 6 alunos da disciplina de “Bioquímica Redox” do curso de Bacharelado em Química, com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular do Instituto de Química da USP. Neste momento, visando a posterior fase de validação quantitativa, apresentamos o questionário sem a indicação dos fatores e alternando a sequência das proposições de forma a distanciar fisicamente as proposições de um mesmo fator. Mais uma vez durante a aplicação não houve nenhum questionamento acerca de possíveis ambiguidades e clareza das proposições. Vale ressaltar que tal aplicação ocorreu ao final da disciplina e neste contexto de aplicação observamos um elevado grau de concordância para as 50 proposições. Observamos também discordância para algumas proposições. Isso pode indicar que suas concepções se distanciem daquelas conceitualmente aceitas pelo saber científico e justificar nossa adoção do referencial de perfil conceitual, como propõe Mortimer (2002). Por fim, realizamos a *validação estatística* aplicando a escala a 214 estudantes ingressantes no curso de Bacharelado: Interdisciplinares em Ciência e Tecnologia (BC&T) da UFABC. A análise foi realizada a partir do alfa de Cronbach que possibilita inferir o grau de confiabilidade dos dados obtidos por um instrumento (CRONBACH, 1951, 2004; VIEIRA, 2009), por meio da correlação entre as

respostas do questionário mediante as análises individuais das respostas concedidas pelos respondentes (HORA MONTEIRO, ARICA, 2010). Na tabela 2 apresentamos algumas das proposições do questionário, a numeração das proposições corresponde à ordem de apresentação no questionário final.

Proposição	Descrição da proposição	CT	C	I	D	DT
P 01	Processos redox estão relacionados a reações químicas nas quais há mudança do estado de oxidação dos átomos (reações de óxido-redução/ reações redox).					
P 07	Antioxidantes são compostos capazes de prevenir a oxidação de substâncias, um processo que pode ser provocado por radicais livres.					
P 14	Radicais livres participam de processos de vasodilatação					
P 17	Exercícios físicos regulares e moderados podem promover estratégias antioxidantes para prevenir danos oxidativos.					
P 26	Situações de exercícios físicos intensos podem contribuir para aumento da geração de radicais livres					
P 31	A molécula de oxigênio apresenta elétrons desemparelhados.					
P 33	A reatividade dos radicais livres com moléculas orgânicas pode ser elevada.					
P 37	Pessoas saudáveis com boas dietas, ricas em frutas e verduras, possuem níveis adequados de antioxidantes.					
P 47	O consumo moderado de vinho e uma dieta rica em frutas, verduras e sementes (ricas em vitaminas antioxidantes) podem aumentar a capacidade antioxidante do organismo.					

Tabela 2: Algumas proposições da escala para medida de opinião sobre radicais livres e antioxidantes

A confiabilidade para todo o questionário foi de 0,8175 denotando que o instrumento é confiável e possui mensurações estáveis e consistentes e, conseqüentemente mediu a concepção de radicais livres e antioxidantes dos sujeitos analisados. Buscamos ainda, analisar como cada questão influenciava no valor de alfa para todo o instrumento, nessa perspectiva, cálculos do coeficiente de alfa para todo o instrumento na ausência de cada uma das categorias foram realizados. Em função dos valores de alfa identificados na ausência de cada dimensão ser acima de 0,6 podemos inferir que há uma boa correlação entre as perguntas que compunham o instrumento (STREINER, 2003). Outro indício dessa boa correlação pode ser constatado, quando realizamos o cálculo do alfa para cada uma das dimensões separadamente, pois os coeficientes foram abaixo de 0,6; o que sugere que estas não podem ser aplicadas separadamente.

Após a validação do questionário, o mesmo foi respondido por 71 estudantes ingressantes (2015 e 2016) do curso de LCN/EACH. A *análise dos dados* para este público-alvo foi realizada a partir de um escore geral, para tanto foram somadas as respostas de cada pessoa para cada uma das proposições do questionário. Em seguida construiu-se uma tabela com o total de respostas para cada uma das possibilidades de expressão de opinião (CT, C, I, D e DT) e um gráfico de barras (figura 1) para visualizar os dados que correspondem aos escores mais altos, medianos e mais baixos.

Resultados e discussão

Na figura 1 apresentamos a classificação da opinião expressa pelos 71 estudantes ingressantes em 2015 e 2016 no curso de LCN acerca das 50 proposições da escala construída. Os resultados, em percentual, apresentados para cada proposição foram agrupados por fator. Além disso, os posicionamentos semelhantes, por exemplo: CT e C, são considerados em uma só categoria: concordância.

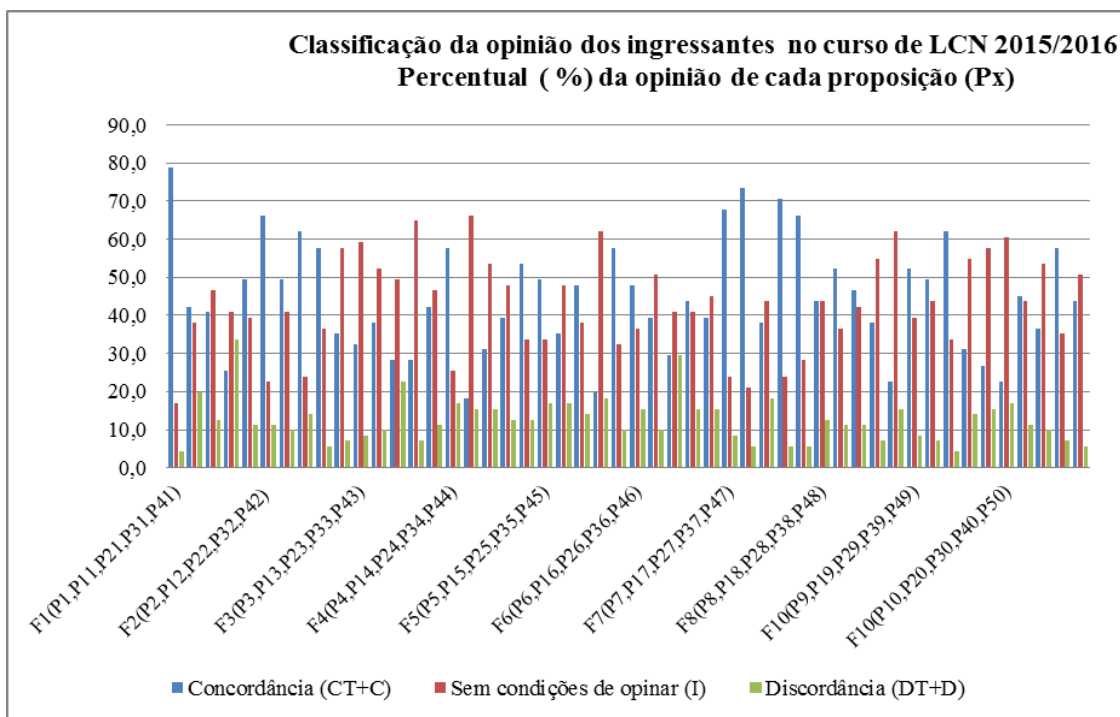


Figura 1: Classificação da opinião dos ingressantes do curso de LCN 2015/2016

Salientamos que uma vez que as proposições são verdadeiras, a indicação da opinião pode apontar para evolução de um perfil de concepções permitindo relacionar e ao mesmo tempo diferenciar as concepções dos estudantes dos conceitos científicos apreendidos em contextos escolares. Segundo Oliveira (2001) a escala do tipo Likert fornece direções sobre a atitude do respondente em relação a cada afirmação, sendo ela positiva (concordância) ou negativa (discordância). Desse modo, quando o estudante indica concordância, seja total ou não, seria possível relacionar sua opinião a uma concepção que se aproxima dos conceitos científicos. Por outro lado, uma alta frequência para posicionamentos como o ponto neutro - sem condições de opinar - (I), não permite identificar a evolução do perfil de concepção do respondente. Uma possibilidade, neste caso, seria considerar que o respondente prefere não se posicionar talvez por desconhecimento sobre a temática do fator em questão. No entanto, ao optar por discordar ou discordar totalmente da proposição, consideramos que o posicionamento pode estar associado à existência de alguma concepção veiculada em contextos diferentes do escolar ou científico.

A análise da figura 1 permite identificar as proposições com maior percentual de concordância (CT+C) e maior percentual para o ponto neutro (I). Além disso, é possível identificar que o percentual de discordância (DT+D) é sempre baixo comparativamente aos outros posicionamentos. Na tabela 3 apresentamos as proposições com maiores percentuais, maior ou igual a 65%, de concordância (CT+C) e ponto neutro (I). Destacamos, também, as proposições com os maiores índices percentuais (maior ou igual a 30%) para o posicionamento discordância (DT+D).

Proposição	P1	P7	P14	P17	P26	P31	P33	P37	P47
Concordância (CT+C)	79	68	18	73	30	25	28	70	66
Sem condições de opinar (I)	17	24	66	21	41	41	65	24	28
Discordância (DT+D)	4	8	15	6	30	34	7	6	6

Tabela 3: Algumas proposições e os percentuais de opinião expressos pelos estudantes de LCN

Ao examinar as proposições com as quais os estudantes demonstram maior concordância, encontramos dois casos distintos. No primeiro caso temos as proposições P1 e P7 (descritas na tabela 2) que pertencem aos fatores F1 e F7, respectivamente. Observamos que esses conhecimentos se associam ao conteúdo do programa de química constante no vestibular realizado por esses estudantes, portanto podemos associá-las a conhecimentos provenientes da Educação Básica.

O outro caso corresponde às proposições P17, P37 e P47, todas agrupadas no fator F7. Ao atentar para as descrições dessas proposições: *“Exercícios físicos regulares e moderados podem promover estratégias antioxidantes para prevenir danos oxidativos”*; *“Pessoas saudáveis com boas dietas, ricas em frutas e verduras, possuem níveis adequados de antioxidantes”*; *“O consumo moderado de vinho e uma dieta rica em frutas, verduras e sementes (ricas em vitaminas antioxidantes) podem aumentar a capacidade antioxidante do organismo”*, pode-se associá-las às informações comumente divulgadas pela mídia. (OLIVEIRA, 2016)

A análise do gráfico 1 permite observar que para muitas proposições o maior percentual de posicionamento corresponde à indicação do ponto neutro (I). Como mencionado anteriormente, a indicação deste ponto pode indicar que o respondente prefere não se posicionar, talvez por desconhecimento sobre a temática do fator em questão. A análise das proposições P14 *“Radicais livres participam de processos de vasodilatação”* e P33 *“A reatividade dos radicais livres com moléculas orgânicas pode ser elevada”* de fato apontam para conhecimentos que demandam o estudo dos estudantes sobre pesquisas que estão sendo desenvolvidas sobre essas questões. Nesse sentido, estudos sobre o radical livre óxido nítrico apontaram que este atuava como um vaso dilatador, o que possibilitou o desenvolvimento de um novo medicamento contra a impotência masculina (AUGUSTO, 2006). Em relação à questão relacionada a biomoléculas, esta também implica questões de pesquisa muito específicas, pois os estudos apontam que nem todas as espécies reativas com grande parte das biomoléculas. Em geral esses estudos dificilmente são difundidos na Educação Básica e tão pouco divulgados pela mídia.

Por fim, consideramos relevante examinar as proposições com maiores índices de discordância dentre os resultados da aplicação dessa escala. Por exemplo, na proposição P26 *“Situações de exercícios físicos intensos podem contribuir para aumento da geração de radicais livres”* e *“A reatividade dos radicais livres com moléculas orgânicas pode ser elevada”*. Um estudo realizado na Universidade de Tübingen aponta que indivíduos, do sexo masculino, treinados e não treinados, submetidos ao um treino em uma esteira até o esgotamento, demonstrou danos às células brancas, forma mais significativas no sujeito que não pratica atividades físicas (NIESS et al., 1996). Além de perceber e identificar conhecimentos que demandam inserção dos estudantes em leituras mais científicas, percebe-se que a aceitação dessas ideias pode apresentar certa resistência por parte dos estudantes quando confrontadas com ideias vinculadas no senso comum.

Considerações Finais

A construção e validação de uma escala de opinião objetivou a elaboração de um instrumento que possibilitasse a identificação de concepções sobre radicais livres e antioxidantes declaradas por ingressantes do curso de LCN no contexto educacional da formação de futuros professores. Considera-se que o instrumento demonstrou potencial para identificar, neste contexto, mostrando o quanto esses conhecimentos aproximam-se dos conhecimentos científicos.

Verificou-se que o questionário elaborado permite obter direções sobre a atitude do respondente em relação a cada afirmação, sendo ela positiva ou negativa. Em geral, os respondentes posicionam-se de forma neutra (I), sem condições de opinar, exceto quando as proposições apresentadas se aproximam de conteúdos abordados na Educação Básica ou às informações divulgadas na mídia. Esses resultados podem indicar conhecimentos limitados sobre os temas “radicais livres e antioxidantes”, sinalizando a necessidade de inserir esses temas tanto no currículo da Educação Básica, como em meios de divulgação científica, dada sua relevância científica tecnológica e social, desde que preservados os limites da transposição didática necessária para esses contextos.

Agradecimentos e apoios

As autoras agradecem às Professoras Dras. Sayuri Miyamoto e Flávia Carla Meottipelas contribuições na validação teórica do questionário; a todos os alunos que responderam ao questionário, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto, processos nº2013/07937-8, nº2014/14356-4, nº2016/08677-8 e nº2016/16354-4.

Referências

- AUGUSTO, O. **Radicais Livres: bons, maus e naturais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- CRONBACH, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, 16, 297-37.
- CRONBACH, L. J.; SHAVELSON, R. J. My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. **Educational and Psychological Measurement**, 2004. 64(3), 391-418.
- DeVILLIS, R. F. **Scale Development: Theory and Applications**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003. Disponível em: <http://www.marketingcenter.de/mcm/studium/veranstaltungen/downloads/2012_SS/Survey_Research/DeVellisScaleDevelopmentohneRand.pdf> Acesso em 09 dez. 2016.
- HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, 2010. 11 (2), 85-103.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. 1932. 140, 44-53. Disponível em: <http://www.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf> Acesso em 09 dez. 2016.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e Ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, 1996, p.20-39. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf. Acesso em 09 dez.2016.
- NOVAIS, R.M.; VAIOLETTE, L.; AGOSTINHO, S. M. L.; FERNANDEZ, C. Concepções de professores de Química da Educação Básica sobre radicais livres e antioxidantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 37, 2014, Natal. **Resumos da 37ºRaSBQ**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2014 Painel. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/37ra/cdrom/resumos/T2312-1.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2016.
- Oliveira, R. S. A. P.. **Radicais livres? Conceitos alternativos, origens, prevalência e intervenções**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas (Bioquímica) - Universidade

de São Paulo. 2016.

OLIVEIRA, T. M. V. Escalas de Mensuração de Atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. **Revista Administração on line. FECAP**. v. 2 . n. 2, abril/maio/junho - 2001. Disponível em <http://www.fecap.br/adm_online/art22/tania.htm>. Acesso em 09 dez. 2016.

PANTOPOULOS, K. SCHIPPER, H. M. **Principles of Free Radical Biomedicine**. New York: Nova Science, 2012.

PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação**. Petrópolis: Vozes, 2003.

SANTOS, N. da S.; COSTA, F. de J.; CHAVES, A. C. L. Efeitos positivos da utilização de recursos multimídia no processo ensino-aprendizagem de radicais livres e antioxidantes no Ensino Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas eletrônicas do IX ENPEC**. Florianópolis: ABRAPEC, 2013. Comunicação oral. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0405-1.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2016.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.62, n.6, p.1315-1321, 1995.

SILVA, F.C.; RIBEIRO, R.C.; CHAVES, A.C.L. Radicais Livres e antioxidantes: Concepções e expectativas dos Professores do Ensino Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Atas eletrônicas do VII ENPEC**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Comunicação oral. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/389.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

TOURANGEAU, R. e RASINSKI, K.A. Cognitive processes underlying context effects in attitude measurement. **Psychology Bull.** n. 103, p. 299–314, 1988. Disponível em: <http://www.business.illinois.edu/shavitt/BA_531/Tourangeau.pdf> Acesso em: 09 dez. 2016.

TVERSKY, A. e SHAFIR, E. Choice under conflict: the dynamics of deferred decision, **Psychology Science**. n. 6, p. 358–361, 1992. Disponível em: <<http://kie.vse.cz/wp-content/uploads/Tversky-Shafir-1992.pdf>> Acesso em: 09 dez. 2016.

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**, v.80, p.217-222. 2003.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

NISS, A.M.; A. HARTMANN; FUCHS-GRUNERT, M.; POCH, B.; SPEIT, G. DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men. *Int. J. Sports Med.*, v.17, n.6, p. 397–403, 1996.