

ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE UM QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR CONCEPÇÕES SOBRE RADICAIS LIVRES E ANTIOXIDANTES USANDO ALFA DE CRONBACH

Luciane Fernandes de Goes

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, Brasil

Josely Cubero

Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, Brasil

Keysy S. C. Nogueira

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, Brasil

Carmen Fernandez

Programa de Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

carmen@iq.usp.br

RESUMO: Neste trabalho apresenta-se a análise da confiabilidade de um questionário para identificação das possíveis concepções acerca de radicais livres e antioxidantes, expressas por estudantes ingressantes em cursos de graduação de áreas afins com esses conhecimentos da Bioquímica. O questionário foi aplicado a 214 estudantes de uma universidade pública brasileira, no qual os respondentes poderiam expressar seu nível de concordância para 50 proposições. Para assegurar a eficácia do instrumento foi calculado a sua confiabilidade, por meio do alfa de Cronbach. A escala mostrou-se confiável, com valor de alfa para todo o instrumento de 0,8, denotando que o instrumento pode ser adotado em outros estudos.

PALAVRAS CHAVE: radicais livres, antioxidante, escala do tipo Likert, alfa de Cronbach, confiabilidade.

OBJETIVO: Avaliar a confiabilidade por meio da adoção do coeficiente de alfa de Cronbach de um questionário do tipo escala Likert, cuja propriedade que se pretende medir é o conjunto de concepções acerca de radicais livres e antioxidantes com o qual os graduandos mais se identificam.

MARCO TEÓRICO

Radicais livres são compreendidos como espécies (molécula/ion) com um elétron desemparelhado, que participam de uma imensa variedade de processos dentro dos organismos vivos, sendo alguns destes processos benéficos (como a vasodilatação e a defesa contra infecções) e outros indesejáveis (como o desenvolvimento de cânceres e envelhecimento). Os processos redox estão relacionados a reações

químicas nas quais há mudança do estado de oxidação dos átomos e devido à presença de elétrons desemparelhados, sendo assim os radicais livres frequentemente participam de reações redox. 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 (Augusto, 2006).

Apesar da relevância científica tecnológica e social, tanto o tema radicais livres quanto antioxidantes são pouco abordados na educação formal e, embora estejam frequentemente nos meios de divulgação científica, podem não ser abordados de forma adequada ao saber científico. Assim, surgem questões relacionadas com a conceituação dos radicais livres, dos processos redox e a importância de estudá-los 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.

Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas utilizando questionários para identificar as concepções acerca de radicais livres e antioxidantes. Nesse sentido, Novais e colaboradores (2014) investigaram a concepção de radicais livres de um grupo de professores de Química, participantes de um curso de formação contínua. Os autores Silva, Ribeiro e Chaves (2009) também investigaram a concepção de professores do Ensino Médio sobre a temática. Outra pesquisa buscou avaliar os impactos da utilização de recursos multimídia para a aprendizagem dos temas radicais livres e antioxidantes, junto a alunos do Ensino Médio (Santos, Costa & Chaves, 2013). Os resultados dessas pesquisas evidenciaram o pouco conhecimento dos sujeitos pesquisados sobre o tema radicais livres e antioxidantes, dificultando a identificação de suas concepções. Uma tentativa de investigar concepções alternativas acerca de radicais livres e antioxidantes pode ser encontrada no trabalho de Oliveira e Torres (2015) que se propuseram construir um instrumento para diagnóstico das concepções de pós-graduandos e professores de Ensino Médio de escolas públicas; contudo para os autores “o instrumento desenvolvido para o diagnóstico dos conceitos alternativos apresenta algumas limitações quanto à capacidade de diagnosticar conceitos” (p.6, 2015). Esse levantamento aponta uma lacuna que torna relevante a presente investigação, a construção e validação da confiabilidade de um questionário sobre radicais livres e antioxidantes, do tipo escala Likert (1932).

O propósito deste trabalho é identificar concepções declaradas em contextos educacionais, especificamente entre estudantes ingressantes em cursos de graduação de áreas afins com os conhecimentos da Bioquímica. Dessa maneira, é fundamental analisar a confiabilidade do instrumento, que significaria avaliar se, de fato um questionário mensura o que se propôs medir. O coeficiente de alfa de Cronbach (Blacker & Endicott, 2002) é comumente adotado na medição da confiabilidade de pesquisas, por transparecer resultados livres de erros de variância (Hayes, 2008).

METODOLOGIA

A pesquisa é de cunho quantitativo e propõe-se analisar a confiabilidade da escala. Foi inicialmente proposto um questionário tipo escala Likert (1932) com nove fatores para definir os diferentes constructos que podem refletir a percepção dos respondentes quanto às concepções acerca de radicais livres. A fundamentação teórica para a construção das proposições foi baseada em publicações didáticas sobre

o tema *radicais livres e antioxidantes* (Augusto, 2006; Pantopoulos & Schipper, 2012). Para cada fator foram elaboradas cinco proposições conceitualmente aceitas pelas pesquisas da área (Tabela 1).

Tabela 1.
Algumas das proposições da escala
para medida de opinião sobre radicais livres e antioxidantes

Fator	Proposições
F1	2- Radicais livres são espécies que apresentam elétrons desemparelhados
F2	4 - Radicais livres podem reagir com oxigênio molecular
F3	3 - Radicais livres podem ser pouco reativos com moléculas orgânicas
F4	5 - Radicais livres participam de processos de envelhecimento

Para a elaboração da escala, considerou-se a modalidade em que 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, indiferente = I, discordo = D, discordo totalmente = DT) (Oliveira, 2001).

Para construção e validação da escala consideraram-se os trabalhos de Pasquali (2003) e DeVillis, (2003) que sugerem 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.

A escala foi então submetida à *validação teórica* por dois 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 3, encontram-se os dez fatores que compõem o questionário final. Após a inserção do décimo fator, o questionário foi submetido a uma segunda fase da validação teórica por outro grupo de especialistas.

Para a validação semântica dessa escala de medida, o questionário foi aplicado a um grupo de 37 estudantes do segundo semestre do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP) no ano de 2014. A seleção do público-alvo baseou-se na análise da matriz curricular do curso com o propósito de garantir que os conhecimentos relativos a esses conteúdos específicos ainda não tivessem sido desenvolvidos nessa graduação. Foi realizada a segunda validação semântica, com um grupo de seis 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, visando a validação semântica junto a alunos cuja matriz curricular garantisse a abordagem dos conhecimentos específicos.

Para a validação estatística, foi realizada a *análise da confiabilidade*. O questionário foi respondido por 214 estudantes do 2º quadrimestre do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UFABC (Universidade Federal das cidades paulistas de Santo André, São Bernardo e São Caetano do Sul, Brasil). A escolha do público-alvo fundamentou-se nos mesmos critérios de seleção da primeira validação semântica e considerou a seleção de um grupo de ingressantes que pudessem se dedicar a diversas áreas correlatas aos conhecimentos de Bioquímica. Utilizou-se o alfa de Cronbach, que possibilita inferir o grau de confiabilidade dos dados obtidos (Cronbach, 1951; Vieira, 2009), através da correlação entre as respostas do questionário mediante as análises individuais das respostas concedidas pelos respondentes (Hora, Monteiro & Arica, 2010). O coeficiente α é mensurado através da fórmula representada na figura 1.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \frac{\sigma_t^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2}$$

Fig. 1. Fórmula para determinação do alfa de Cronbach

De acordo com a figura 1, k é o número de itens e σ^2 representa a variância. Caso haja consistência nas respostas a variância total (σ_t^2) será grande e α tenderá a 1. Por outro lado, caso as respostas sejam aleatórias a variância total (σ_t^2) seria comparável com a soma das variâncias individuais (σ_i^2), o que levaria o α a zero (Leontitsis & Pagge, 2007).

Valores de alfa de Cronbach maiores que 0,6 indicam que o instrumento é confiável. Por outro lado, valores menores que 0,6 indicam que o instrumento pode levar a conclusões equivocadas (Hair, 2005; Landis & Koch, 1977).

Existem alguns programas estatísticos que são utilizados para calcular o alfa de Cronbach como, por exemplo, o OpenStat®, SPSS® (Statistical Software for Social Sciences), SAS® (Statistical Analysis System), entre outros. Para o estudo em específico, utilizou-se o programa Microsoft Excel®. O alfa foi calculado para todo o instrumento e na ausência de cada um dos fatores.

Como a estrutura do instrumento elaborado foi do tipo escala ordinal, foram associados valores numéricos decrescentes representados na tabela 2.

Tabela 2.
Escala nominal do instrumento associadas a valores numéricos

Escala Nominal	Concordo totalmente (CT)	Concordo (C)	Indiferente (I)	Discordo (D)	Discordo totalmente (DT)
Valores Numéricos	5	4	3	2	1

RESULTADOS

Após a validação teórica e semântica, o questionário final ficou com dez fatores (Tabela 3). Nessas fases verificou-se a ausência de ambiguidades, adequação dos termos e conceitos utilizados nas proposições propostas.

Tabela 3.
Fatores da escala para medida de opinião sobre radicais livres e antioxidantes

F1	Conceitos relacionados ao estudo de radicais livres
F2	Conceito de radicais livres e reações
F3	Reatividade de radicais livres
F4	Importância dos radicais livres
F5	Doenças em que há participação de radicais livres
F6	Fatores que podem contribuir para formação de radicais livres
F7	Estratégias antioxidantes
F8	Radicais livres e os processos vitais
F9	Reações radicalares e enzimas antioxidantes
F10	Espécies reativas radicalares e não radicalares

O valor para o alfa de Cronbach para todo o questionário foi de 0,8175 (figura 2), denotando que o instrumento é confiável, possui mensurações estáveis e consistentes e, conseqüentemente, conseguiu medir a concepção de radicais livres e antioxidantes dos participantes analisados.

$$\alpha = \frac{50}{50-1} \frac{207,1526-41,1884}{207,1526} = 0,8175$$

Fig. 2. Valor do alfa de Cronbach para todo o instrumento

Buscou-se, ainda analisar como cada questão influenciava no valor de alfa em relação a todo instrumento. Nessa perspectiva, calculou-se o coeficiente de alfa para todo o instrumento na ausência de cada um dos fatores (tabela 4).

Tabela 4.
Valores de alfa de Cronbach na ausência de cada fator

Fator Ausente	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Alfa de Cronbach	0,8075	0,8037	0,8032	0,8065	0,7926	0,8034	0,7997	0,8132	0,7896	0,7957

Pode-se observar que para a ausência do fator 1, ou seja, somente com os fatores de 2 a 10, o alfa calculado foi de 0,8075. Em função dos valores de alfa identificados na ausência de cada dimensão serem acima de 0,6 pode-se inferir que há uma boa correlação entre as afirmações que compunham o instrumento (Streiner, 2003). Outro indício dessa boa correlação pôde ser constatado quando realizamos o cálculo do alfa para cada um dos fatores separadamente (Tabela 5), pois os coeficientes foram abaixo de 0,6 o que sugere que estes não podem ser aplicados separadamente.

Tabela 5.
Valores de alfa de Cronbach de cada fator separadamente

Fator isolado	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Alfa de Cronbach	0,2702	0,2751	0,3403	0,3430	0,4974	0,3959	0,3366	0,3281	0,4684	0,3711

Os cálculos do alfa realizados denotam que o método adotado para acessar a concepção sobre radicais livres e antioxidantes de graduandos de áreas afins a bioquímica é confiável.

CONCLUSÕES

O trabalho teve por objetivo validar um questionário para a identificação da concepção de radicais livres e antioxidantes de ingressantes de cursos de áreas afins com a Bioquímica. A confiabilidade para todo o constructo 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 participantes analisados. Verificou-se ainda, como cada questão influenciava no valor de alfa para todo instrumento. Nessa perspectiva, os valores de alfa identificados na ausência de cada dimensão foram acima de 0,6, indicando uma boa correlação entre as proposições que compunham o instrumento.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem às Professoras Dras. Sayuri Miyamoto e Flávia C. Meotti pelas contribuições na validação teórica do questionário; aos 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. (2006) *Radicais Livres: bons, maus e naturais* (1a ed.). São Paulo: Oficina de Textos.
- CRONBACH, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- CRONBACH, L. J. & SHAVELSON, R. J. (2004). My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. *Educational and Psychological Measurement*, 64(3), 391-418.
- DEVILLIS, R. F. (2003). *Scale Development: Theory and Applications* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- HAIR, A (2005). *Análise multivariada de dados* (5a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- HORA, H. R. M., MONTEIRO, G. T. R. & ARICA, J. (2010). Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. *Produto & Produção*, 11(2), 85-103.
- LANDIS, J. R. & KOCH, G. G. (1997). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- LEONTITSIS, A. & PAGGE, J. (2007). A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. *Mathematics and Computers in Simulation*, 73(5), 336-340.
- LIKERT, R. (1932) A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 22(140), 5-55.
- NOVAIS, R. M.; VAIOLETTE, L.; AGOSTINHO, S. M. L. & FERNANDEZ, C. (2014). Concepções de professores de Química da Educação Básica sobre radicais livres e antioxidantes. In *Atas da 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química* (pp. 1-1). Natal: SBQ.
- OLIVEIRA, R. S. A. P. & TORRES, B. B. (2015). Conceitos alternativos sobre radicais livres em pós-graduandos e professores de Ensino Médio de escolas públicas. In *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-8). Águas de Lindoia: ABRAPPEC.
- OLIVEIRA, T. M. V. (2001). Escalas de Mensuração de Atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. *Revista Administração on line. FECAP*, 2(2), 1-19.
- PANTOPOULOS, K. & SCHIPPER, H. M. (2012). *Principles of Free Radical Biomedicine*. New York: Nova Science.
- PASQUALI, L. (2003). *Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação*. Petrópolis: Vozes.
- SANTOS, N. DA S., COSTA, F. D. J., & CHAVES, A. C. L. (2013). Efeitos positivos da utilização de recursos multimídia no processo ensino-aprendizagem de radicais livres e antioxidantes no Ensino Médio. In *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-8). Águas de Lindoia: ABRAPPEC.
- SILVA, F. C., RIBEIRO, R. D. C., & CARLA, A. C. L. (2009). Radicais Livres e Antioxidantes : Concepções e Expectativas dos Professores do Ensino Médio. In *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-12). Florianópolis: ABRAPPEC.
- STREINER, D. L. (2003). Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of Personality Assessment*, 80(3), 217-222.
- VIEIRA, S. (2009). *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas.