

Levantamento de concepções e atitudes dos alunos em Acústica

A survey on student's conceptions and attitudes on Acoustics

Ernani Vassoler Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo
ernanivr@gmail.com

Giuseppe Camiletti

Universidade Federal do Espírito Santo
giuseppi.ufes@gmail.com

Resumo

Este trabalho relata a utilização de um questionário Likert de 5 pontos para levantamento de concepções e de atitudes de um grupo de estudantes do ensino médio (N = 176), afim de orientar a elaboração de um Material Instrucional em Acústica, que estimule uma intenção comportamental mais positiva em relação ao tópico. Descrevem-se os processos de validação do instrumento e de asserção de valor dos resultados obtidos, bem como as técnicas utilizadas no ambiente estatístico R para análise dos dados.

Palavras chave: ensino de física, R, acústica.

Abstract

This paper reports on the usage of a 5-point Likert type questionnaire to survey conceptions and attitudes from a students group (N = 176) in order to design an Instruction Material on Acoustics that stimulates a positive behavioral intention about it. We describe the instrument validation process and value claims from the results as well as the technics we used in R environment for statistical computing.

Key words: physics teaching, R, acoustics.

Introdução

O ensino de Acústica compõe uma parte do currículo de Ondulatória, previsto como tema estruturante 4 dos PCNs (PCN+, 2002) para o Ensino Médio. No presente trabalho, utilizamos um questionário tipo Likert (LIKERT, 1932) para investigar concepções prévias nesse tema e também para levantar características das atitudes dos alunos com relação à disciplina de Física. Para isso, percorreremos as etapas de validação do instrumento e os resultados obtidos, na busca por agrupar traços relevantes acerca tanto das concepções prévias dos respondentes

quanto das atitudes destes. Por fim, faremos uma asserção de valor, dos resultados obtidos, buscando dar significado aos construtos percebidos e às correlações entre eles de maneira a obter orientações para a elaboração de um Material Instrucional (MI) sobre Acústica e para a prática docente, nesse tema.

A motivação central desta investigação é estabelecer um ponto de partida para a elaboração de um MI, que possibilite ao estudante lidar com fenômenos acústicos diretamente, manipulando instrumentos musicais e programas de gravação e edição de áudio.

Referencial Teórico

Instrumentos do tipo Likert, são utilizados tipicamente para medidas de atitudes e opiniões em ciências sociais (LIKERT, 1932 e LANTZ, 2013) e por isso, introduzimos no instrumento da presente investigação, itens de construto atitudinal. Utilizamos aqui o termo “atitude” para nos referirmos à disposição do indivíduo em reagir positiva ou negativamente perante à Física, conforme descrito por Heidemann, Araújo e Veit (2012) que enquadram tal construto dentro da Teoria do Comportamento Planejado. Nesse trabalho, os autores propõem uma definição de características da atitude: (a) cognitiva, referente à expressão de crença acerca do objeto; (b) afetiva, referente à expressão de sentimento sobre o objeto e (c) conativa, referente à expressão da intenção comportamental. Introduzimos itens conceituais em Acústica, uns propositalmente equivocados, outros não, afim de identificarmos a presença de algumas das concepções descritas por Linder (1992), por Whittaker (2012) e relatadas por Sözen e BOLAT (2011). Alguns itens se referem ao atributos do som, observando o relato de Júnior e Medeiro (1998) sobre distorções conceituais presentes em textos didáticos. Outros itens com afirmações sobre a relação causa-efeito entre tensão em cordas de instrumentos musicais e a frequência de vibração delas, e também sobre a noção de timbre. Observamos aqui as primitivas fenomenológicas que os alunos extraem diretamente da lida com o mundo físico, e são utilizadas para explicar ou prever um fenômeno, mas nem sempre coincidem com a previsão científica, chamadas *P-prims* de diSessa (1993).

Metodologia

Neste trabalho utilizamos um processo quali-quantitativo com o objetivo de evidenciar características atitudinais e concepções cientificamente equivocadas (ou alternativas) dos alunos em Acústica, via Análise Fatorial Exploratória (AFE) das respostas ao questionário. Pretendemos também verificar a relação (se houver) entre uma atitude mais positiva do aluno e suas concepções mais cientificamente aceitas. Por fim, observamos a Teoria do Comportamento Planejado para verificação das dimensões latentes *vs.* descrição dos construtos relatados na literatura. A literatura mostra trabalhos com o mesmo tipo de instrumento em diversos contextos de análises e que nortearam nosso proceder nessa investigação (SILVEIRA e MOREIRA, 1999, ZENORINI; ANGELI, 2003, LOCATELLI; BZUNECK e GUIMARAES, 2007).

Sujeitos da pesquisa

Um total de 176 julgadores, todos alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de Vitória, ES, com idades variando entre 16 e 19 anos, sendo 44% do sexo masculino, 54% do sexo feminino 2% não declarantes de sexo.

Coleta de Dados

Utilizamos um questionário *Likert* de cinco pontos (Discordo Muito, Discordo, Neutro, Concordo Muito, Concordo), com 16 itens, mostrados na coluna à esquerda, na Figura 1. Após obtida a aprovação da direção geral da escola, o instrumento foi aplicado em fichas impressas anônimas, durante o mês de novembro de 2014. Os alunos eram avisados que teriam os 10 minutos iniciais da aula para respondê-los. O instrumento foi aplicado antes de os sujeitos terem as aulas sobre Acústica, naquele ano.

Técnicas de Análise

Os dados foram tratados utilizando a plataforma gratuita R (R, 2008), que é um ambiente computacional livre para a realização de testes estatísticos. De acordo com Barnette (2000), tipicamente, o primeiro indicador de adequação técnica dos escores em questionários tipo Likert é o valor do coeficiente Alpha de Cronbach (α_{cronb}). Segundo Croasmun e Ostrom (2011), é essencial que α_{cronb} seja calculado e reportado nesse tipo de instrumento. Calculou-se então em cada recorte de dados, o coeficiente α_{cronb} utilizando-se o pacote {cocron}, do R (DIEDENHOFEN, 2013).

A seguir, foram plotadas as distribuições de respostas em barras horizontais divergentes, mostradas na parte direita da Figura 1, utilizando-se o pacote {HH}, do R (HEIBERGER; ROBBINS, 2013, 2015), afim de observarmos as tendências de concentração das respostas obtidas. Como o instrumento possuía alguns itens que eram equívocos conceituais propositais, observou-se as orientações de Maroco e Garcia-Marques (2006):

“todas as características dos contextos de recolha dos dados que estejam directa ou indirectamente relacionadas com uma maior variabilidade observada nos dados (quer intra quer inter) afectam igualmente o valor do índice de Cronbach”. (MAROCO e GARCIA-MARQUES, 2006, p.76)

Por isso, foram invertidos os escores dos equívocos conceituais.

Posteriormente, com o pacote {nFactors}, do R (RAICHE, 2010), procedemos um teste Scree para Análise Paralela, que determina autovalores obtidos randomicamente a partir de simulações de Monte-Carlo, para que fosse determinado o número de Fatores a extrair.

Em seguida, realizamos uma Análise Fatorial Exploratória (AFE), utilizando-se o pacote {psych} (REVELLE, 2015), retendo o número de Fatores determinados no teste Scree, via rotação Varimax – recomendamos Costello e Osborne (2005) e também Damásio (2012) – e descartando-se arbitrariamente aqueles itens com carga inferior a .4 em cada Fator, para se identificar possíveis subconjuntos (*subsets*) de itens, afim de se inferir alguma relação entre eles. Por fim, realizamos a Análise de Componente Principal (PCA), utilizando-se o pacote {FactpMineR}, do R (HUSSON et al., 2015) de maneira a verificar se as dimensões obtidas via PCA corroboram os fatores extraídos via AFE.

Resultados Obtidos

O valor do coeficiente Alpha, com os dados brutos foi $\alpha_{\text{cronb}} = .2037$, um valor muito baixo de consistência interna, a priori. Invertendo-se os escores dos itens {2, 3, 4, 7, 9, 10}, que eram equívocos conceituais propositais, obteve-se um aumento sensível de consistência interna, com $\alpha_{\text{cronb}} = .5604$. Excluímos então os itens 13 e 15 por suas grandes variâncias dentre os itens. Sem esses itens, o novo coeficiente de consistência interna passou a ser $\alpha_{\text{cronb}} = .6220$.

Considerando todos os itens do questionário e todas as respostas dos julgadores, obteve-se uma distribuição bruta, mostrada na Figura 1, onde à esquerda da faixa central uma Atitude mais negativa e à direita, atitude mais positiva.

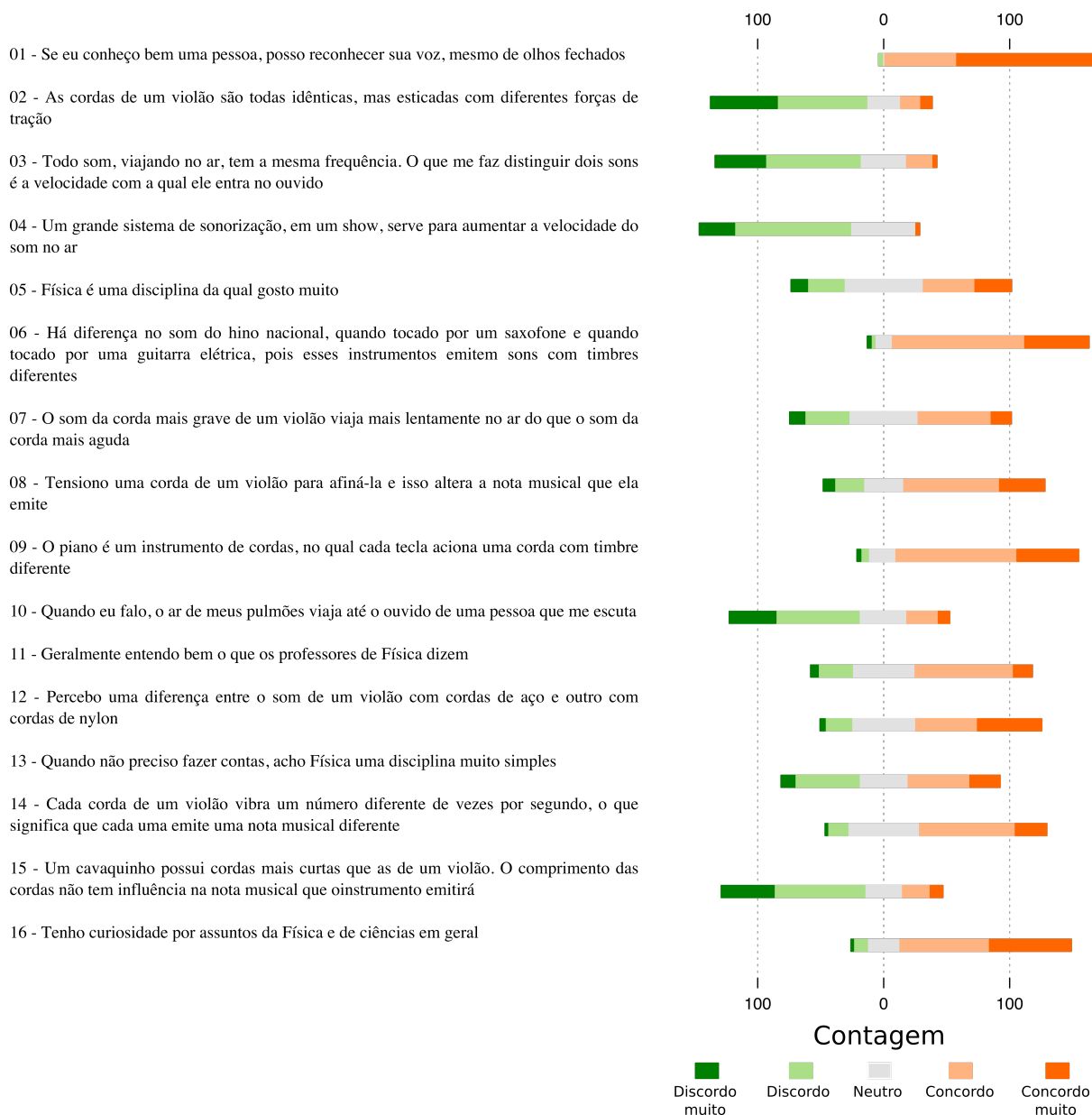


Figura 1: Conteúdo do questionário Likert aplicado e distribuição das respostas obtidas.

O teste Scree, por máxima verossimilhança e rotação Varimax, determinou o número de Fatores a extrair, mostrando cinco autovalores acima de 1, conforme pode ser constatado na Figura 2. No entanto, foram retidos apenas três deles, aqueles que além de possuírem autovalor acima de 1, não coincidem com fatores aleatórios da Análise Paralela e, portanto, devem ser não aleatórios.

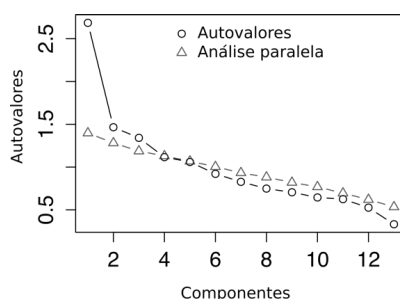


Figura 2: Fatores extraídos e fatores oriundos da análise paralela.

Com os três Fatores na AFE e descartando-se os itens com saturação menor que .4, obteve-se a carga de cada item por Fator, conforme a Tabela 1.

Itens	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Q 05	.9		
Q 11	.7		
Q 16	.5		
Q 02		.6	
Q 14			.6
Q 08			.4

Tabela 1: Carga de cada item, por Fator. Os itens omitidos ou têm carga <.4 ou se projetam em Fatores de autovalores coincidentes ou menores que aqueles extraídos da análise paralela.

Observando-se os Fatores extraídos, pôde-se calcular, para cada um deles, a consistência interna (fidedignidade) $\alpha_{\text{cronb}(1)} = .7440$; $\alpha_{\text{cronb}(2)} = \text{NA}$ e $\alpha_{\text{cronb}(3)} = .4272$. Nota-se que apenas o primeiro bloco mostrou fidedignidade desejável ($\alpha_{\text{cronb}} > .7$). Para evidenciar a relação entre os itens extraídos do fator 1, calculou-se as correlações par a par, e os resultados estão mostradas na Figura 3.

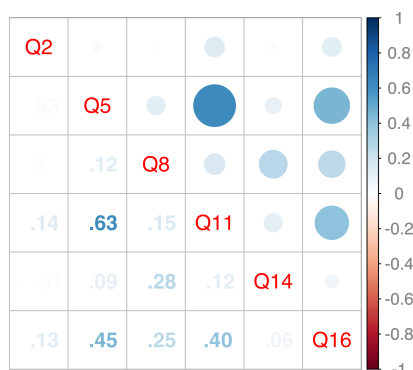


Figura 3: Matriz de correlação entre os itens dos Fatores 1, 2 e 3.

Por fim, a análise de PCA feita com os itens dos três fatores, mostra um agrupamento dos itens {5,11,16}, corroborando o primeiro fator extraído e que chamaremos aqui de construto 1. Assim, como na AFE, a PCA também coloca o item {2} isolado - construto 2 - e os itens {14, 18} agrupados no construto 3. O eixo da primeira dimensão 1 é o que mais explica a variância do conjunto de dados e é onde se projetam fortemente os itens do construto 1. Já os itens dos construtos 2 e 3 se projetam sensivelmente na dimensão 2, mas com tendências opostas, conforme a Figura 4.

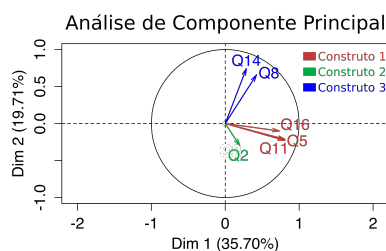


Figura 4: Análise de PCA dos itens dos três Fatores extraídos, corroborando os agrupamentos obtidos na AFE.

Discussão

O primeiro Fator da AFE, que coincide com primeiro construto da PCA indica um conjunto consistente, relacionado à atitude do aluno em relação à Física. Nota-se que cada uma das atitudes presentes nesse primeiro construto, corresponde a uma categoria descrita por Heidemann, Araújo e Veit (2012): “entendo” (q. 11), na categoria cognitiva; “gosto” (q. 5), na categoria afetiva; “tenho curiosidade” (q. 16) na categoria conativa. A correlação forte entre os itens 5 e 11, mostra que para esse grupo, gostar da Física e entender (ou ao menos acreditar entender) o que dizem os professores de Física são atitudes vinculadas. Esses dados são um indicativo de que uma relação professor-aluno que estabelece uma comunicação inteligível ao aluno, pode construir uma relação de simpatia entre esse aluno e a disciplina de Física. Ainda no primeiro construto, a correlação positiva entre os itens 5 e 16 evidencia uma ligação entre a curiosidade pela ciência em geral, bem como pela Física, e a simpatia por essa disciplina.

O segundo e terceiro construtos, referem-se diretamente ao objeto violão, tratando da relação causa-efeito do som das cordas vibrantes em um instrumento musical. Observando a distribuição das respostas dos itens {2,8,14} nota-se uma compreensão cientificamente aceita do mecanismo de emissão de som de um violão e tensão das cordas. Essa tendência de acerto, e o agrupamento desses itens, tanto via AFE quanto via PCA, mostram uma dimensão associada ao objeto violão, mesmo que com perguntas diferentes, indicando viabilidade da utilização de um instrumento Likert não só para a medida de atitudes, mas também para questões conceituais dentro de um tópico.

A validação do instrumento pela AFE, excluiu alguns itens da análise final. Possivelmente, os itens excluídos pertencem a um outro construto não identificado. Mesmo assim, podemos observar a tendência de respostas desses itens. Vê-se, por exemplo, que no item {9} há uma tendência massiva de concordância com um conceito cientificamente equivocado, seja por não saberem que o piano é um instrumento de cordas, seja por confundirem o conceito de timbre com o conceito de frequência de vibração. Nas duas possibilidades, percebemos um indicativo de que as experiências vividas diretamente com o fenômeno podem permitir ao estudante consolidar um senso de mecanismo (diSESSA, 1993) e formar conceitos mais próximos dos cientificamente aceitos. Outra distribuição de respostas notável é a do item {13} que não mostra uma tendência definida com relação a gostar ou não de Física e a necessidade de se fazer contas.

Para o grupo pesquisado e com os itens apresentados, não se verificou a concepção “som tem substância” (WHITTAKER, 2012). Também não se verificaram correlações ou dependências entre atitudes mais positivas dos alunos e concepções mais próximas das cientificamente aceitas acerca do tema no instrumento aplicado.

Considerações finais

O instrumento utilizado se mostrou adequado para relacionar atitudes dos alunos em relação à Física – como esperado – mas também adequado para levantamento de concepções em Acústica, observando-se as frequências das respostas.

Identificamos na investigação que a expressão de simpatia (característica afetiva da atitude) com a Física, associada à crença de entendimento do que os professores dizem (característica cognitiva da atitude) e ainda associada à expressão da curiosidade pela Física (característica conativa da atitude) estão fortemente relacionadas.

Com isso, inferimos que a relação entre as dimensões afetiva e conativa apontam para uma

intensão comportamental mais positiva do aluno quando encontra no lócus educacional e nas relações interpessoais envolvidas no processo, um ambiente mais positivo, do ponto de vista afetivo. Na mão oposta, podemos projetar uma intenção comportamental mais negativa, quando a expressão de simpatia não é desenvolvida no processo.

Quanto à dimensão cognitiva, esses resultados indicam, não só para a elaboração do MI, mas para a prática docente, de uma maneira geral, uma necessidade da utilização de uma linguagem clara, acessível e sobretudo inteligível ao aluno, ressaltando o poder da comunicação bem estabelecida entre docente e discente para o sucesso do processo ensino-aprendizagem. Ainda nessa dimensão, a presença de eventos que possam estimular a curiosidade dos estudantes, completa o grupo de normas subjetivas associadas a uma intenção comportamental mais positiva do aluno em relação à Física.

Referências

BARNETTE, J. J. Effects of stem and Likert Response option reversals on survey internal consistency: if you feel the need, there is a better alternative to using those negatively worded Stems. **Educational and Psychological Measurement**. V. 60, n.3, 2000, p. 361–370.

COSTELO, A. B.; OSBORNE, J. Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. **Practical Assessment, Research and Evaluation**. V. 10, n.7, 2005, p. 1–9.

CROASMUN, J. T.; OSTROM, L. Using Likert-type scales in the Social Sciences. **Journal of Adult Education**, V. 40, n.1, 2011, p. 19–22.

DAMÁSIO, B. F. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. **Avaliação Psicológica**. V. 11, n.2, 2012, p. 213–228.

DIEDENHOFEN, B. Statistical comparisons of two or more alpha coefficients. **CRAN Repository**. 2013. <http://r.birkdiedenhofen.de/pckg/cocron/>

DISESSA, A. Toward an Epistemology of Physics. **Ethics & Behavior**. V. 10, n.2, 1993, p. 105–225.

HEIBERGER, R. M.; ROBBINS, N. B. Design of diverging stacked bar charts for Likert scales and other applications. **Journal of Statistical Software**, V. 57, n.5, 2013, p. 1–36.

HEIBERGER, R. M. HH: Statistical analysis and data display: Heiberger and Holland. **CRAN Repository**. 2015. <http://CRAN.R-project.org/package=HH>

HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Um referencial teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas sobre Atitude: A teoria do comportamento planejado de Icek Ajzen. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**. V. 7, n.1, 2013, p. 1-10.

HUSSON, F; et al. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. **CRAN Repository**. 2015. <http://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>.

JÚNIOR, F. N. M.; and MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência e Educação**. V. 5, n. 2, 1998, p. 1-14.

LANTZ, B. Equidistance of Likert-type scales and validation of inferential methods using experiments and simulations. **Electronic Journal of Business Research Methods**. V. 11, , 2013, p. 16-28.

- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, V. 22, 1932, p. 140.
- LINDER, C. J. "Understanding sound: so what is the problem?." *Physics Education* V. 27 n. 5, 1992, p. 258.
- LOCATELLI, A. C. D.; BZUNECK, J. A.; GUIMARAES, S. E. R. A Motivação de adolescentes em relação com a perspectiva de tempo futuro. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. V. 20, n.2, 2007, p. 268–276.
- MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas. **Laboratório de Psicologia**. V. 4, n.1, 2006, p. 65–90.
- PCN+: Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio . **Sociedade Brasileira de Física**. 2002. http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2008. <http://www.R-project.org>.
- RAICHE, G. nFactors: an R package for parallel analysis and non graphical solutions to the Cattell scree test. **CRAN Repository**. 2010. <http://CRAN.R-project.org/package=nFactors>.
- REVELLE, W. psych: Procedures for personality and psychological research. **CRAN Repository**. 2015. <http://CRAN.R-project.org/package=psych>.
- SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A. Estudo da validade de um questionário de avaliação do desempenho do professor de Física geral pelo aluno. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 1, n. 1, 1999, p. 1–13.
- SÖZEN, M. e BOLAT, M. "Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* V. 15, 2011, p. 1060-1066.
- WHITTAKER, A. G. Pupils think sound has substance – well, sort of... . *Social Science Research*, V. 94, 2012, p. 109–111.
- ZENORINI, R. d. P. C.; ANGELI, S. A. A. Escala de avaliação das metas de realização: estudo preliminar de validação. **Avaliação Psicológica**. V. 2, n.2, 2003, p. 165–173.