

Aulas de ciências e a formação de concepções dos estudantes

Science learnings and the formation of students' conceptions

Raquel Roberta Bertoldo

Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo
raquel.bertoldo@gmail.com

Marcelo Giordan

Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo
giordan@usp.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos parte resultados de uma pesquisa que analisa as concepções de C&T de estudantes ingressantes em alguns cursos de licenciatura da USP. Com o objetivo de construir possíveis indicadores que visam avaliar percepções dos estudantes sobre as aulas de ciências, utilizamos a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), em uma das questões do nosso instrumento. Essa questão foi adaptada do questionário ROSE e a pesquisa foi realizada com um grupo de 220 e outro de 192 estudantes, nos anos de 2016 e 2017, respectivamente. Realizamos 3 ensaios: um para cada grupo e outro com a junção do banco de dados. Os resultados mostram a adequação da realização da ACP nos três anos e a redução de 16 variáveis em 3 fatores estáveis: Interesse em aprender ciências e trabalho; as ciências e a formação do sujeito e utilidade das ciências.

Palavras chave: análise de componentes principais, percepção pública de C&T, aulas de ciências

Abstract

In this work we presented the results of a research that analyze the S & T conceptions of incoming students in undergraduate courses of the USP. The goal is the construction of composite variables that evaluate the students' perceptions about science classes. For this, we use the technique of Principal Components Analise (PCA) in one of the question of our instrument. This question was adapted from the ROSE questionnaire and the survey was conducted with a group of 220 and another of 192 students, in the years of 2016 and 2017, respectively. We conducted 3 trials: one for each group and another withis databases junction. The results of the tests show the suitability of the PCA in the trials and the reduction of 16

variables in 3 stable factors: Interest in learning the sciences and work; the sciences and the personal formation and utility of the sciences.

Key words: Principal component analysis; Public Understanding of S & T, Science learnings.

Introdução

As concepções de ciência e tecnologia são formadas por uma série de particularidades provenientes dos contextos formais e não formais de educação. Dessa maneira, este tema tem sido amplamente discutido, tanto em um contexto escolar (LEDERMANN, 2002; GIL-PEREZ et al 2002; CUNHA et al, 2014), quanto em relação à percepção pública, a fim de obter resultados que contribuam para o direcionamento de políticas públicas (BAUER, 2009; CASTELFRANCHI et al, 2013; POLINO, RODRIGUEZ, 2016).

Destacamos o papel especial do professor nesse processo, sobretudo no que tange à educação formal, bem como o processo de levar materiais de um contexto não-formal de aprendizagem para a sala de aula (CUNHA, 2009; BERTOLDO, 2015; LIMA, 2016; TARGINO, 2017), considerando uma leitura crítica desse produto cultural e o processo de produção envolvido nos mesmos, fomentando discussões e promovendo a formação de *concepções esclarecidas* sobre C&T.

Um dos principais referenciais que embasam a nossa pesquisa é a Dialética do Esclarecimento, apresentado por Adorno e Horkheimer (1985), que traz uma discussão sobre o conceito de esclarecimento e a dialética entre a racionalidade e a realidade social. Assim, consideramos que as *concepções esclarecidas* compreendem um reconhecimento dos processos de dominação que envolvem a produção do conhecimento científico, a dialética envolvida, a alienação da classe dominada e como a *indústria cultural* (compreendendo a divulgação científica), articula e abrange todos os atores sociais para que essa organização se mantenha (BERTOLDO; GIORDAN, 2017). Levar a divulgação científica para a sala de aula considerando tais aspectos e o contexto de produção do material é importante para a formação da criticidade do estudante sobretudo nas aulas de ciências.

Diante do exposto, ressaltamos a importância de analisar as concepções e perspectivas dos estudantes sobre a disciplina de ciências. Um instrumento que visa a análise a partir das experiências escolares é o questionário do projeto ROSE (The Relevance of Science Education), que foi aplicado em aproximadamente 40 países para estudantes com 15 anos, entre os anos de 2002 a 2006. No Brasil, o questionário foi adaptado por um grupo de pesquisa (TOLENTINO-NETO, 2008) e aplicado para 652 estudantes de duas cidades. Por questões amostrais, a pesquisa não traz resultados representativos de todo o país, mas promove reflexões sobre as opiniões dos estudantes em diferentes contextos.

Um dos principais objetivos do projeto ROSE é, a partir de dados empíricos, promover discussões teóricas sobre prioridades e alternativas sobre os conteúdos de C&T de modo a promover a relevância, atração e qualidade da educação em C&T, atendendo as esperanças e

aspirações dos jovens em um mundo diversificado (ROSE, 2004). Algumas das questões da nossa pesquisa foram retiradas deste instrumento (versão aplicada no Brasil) e relacionadas com outras variáveis.

Nesse trabalho, apresentaremos a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), aplicada à questão que corresponde à temática “minhas aulas de ciências”, com o objetivo de analisar as dimensões extraídas de acordo com as correlações entre as respostas, a estabilização em diferentes grupos e as suas potencialidades como possíveis indicadores de percepção sobre as aulas de ciências.

Metodologia

Aplicamos uma enquete online aos estudantes ingressantes dos cursos de Ciências Biológicas, Física, Matemática, Pedagogia e Química da Universidade de São Paulo – campus Butantã, nos anos de 2016 e 2017. O instrumento de pesquisa é composto por questões provenientes de vários questionários, sendo os principais a Enquete de Percepção Pública de C&T aplicada pelo MCTI, The Relevance of Science Education (ROSE), questões sobre letramento digital e socioeconômicas e culturais, compostas pelo Critério de Classificação Econômica Brasil 2015 (desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas – ABEP) e pelas enquetes aplicadas a professores em formação continuada da área de Ensino de Ciências na Rede São Paulo de Formação Docente – REDEFOR (2011-2012), totalizando 45 perguntas.

Para este trabalho apresentaremos dados sobre os itens do questionário ROSE, que tratam das “minhas aulas de ciências”. Nesses itens procura-se verificar quais as percepções dos estudantes sobre as aulas de ciências do ensino médio, tanto no gosto e interesse por aprender ciências quanto na perspectiva sobre a contribuição das ciências para a formação individual e empregabilidade. Essa questão contém 16 assertivas em escala likert de 4 pontos.

Utilizaremos a ACP que é uma técnica de análise multivariada de interdependência, ou seja, analisa-se a correlação em um conjunto de variáveis. A ACP agrupa variáveis aproximando-as de acordo com o padrão de respostas dos entrevistados e cada um desses grupos corresponde a uma nova dimensão (DANCEY; REIDY, 2013). Com a utilização desta técnica é possível resumir as informações de várias variáveis que são correlacionadas e, de certa maneira redundantes, em combinações independentes que representam grande parte das informações e podem ser usadas como índices ou indicadores das variáveis originais (MAROCO, 2014, p. 441). A principal vantagem desse agrupamento é reduzir o número de variáveis para utilizá-las em testes. A formação dos índices permite que tratamos uma escala que anteriormente era ordinal como quantitativa, favorecendo a aplicação de testes como os de regressão linear múltipla, t-test, anova, entre outros. Além disso, a ACP é uma técnica utilizada para o agrupamento de casos (análise de cluster), onde podemos verificar perfis de concepções, por exemplo.

Apresentaremos aqui apenas a formação das dimensões, suas nomenclaturas a partir de um fator comum e suas potencialidades para a construção de variáveis compostas (índices) que podem ser utilizados em testes quantitativos.

Resultados e discussão

Os questionários foram enviados online para turmas de ingressantes pelo ambiente e-disciplinas da USP. Apresentamos no Quadro 1 a distribuição dos casos em cada curso, além do total de casos para cada ensaio.

		Curso					Total de casos N
		Ciências Biológicas %	Física %	Matemática %	Química %	Pedagogia %	
Ano	2016	23,2	15,9	22,7	21,4	16,8	220
	2017	14,1	21,9	24,5	27,6	12,0	192
	Total	18,9	18,7	23,5	24,3	14,6	412
Sexo	feminino	23,6	15,2	13,5	21,9	25,8	178
	masculino	15,5	21,6	30,6	26,3	6,0	232
	Total	19,0	18,8	23,2	24,4	14,6	410

Quadro 1: distribuição de casos por curso, sexo e ano de coleta. Fonte: os autores

Como apresentado na tabela, verificamos que o ensaio com menor número de participantes foi no ano de 2017, com 192 respondentes. Ressaltamos que, de acordo com Hair et al (2009, p.108), esse número é adequado para a realização da ACP, que tem como requisito uma proporção de 10 casos para cada item que participa da análise, ou seja, ao realizar uma ACP com 16 variáveis (como é o caso desse trabalho), necessitamos de no mínimo 160 participantes.

Para analisar como as variáveis da questão de interesse podem ser agrupadas e dar origem a dimensões ou índices, realizamos uma ACP com rotação varimax, pois simplifica a visualização das variáveis em cada dimensão, otimizando a leitura dos dados e mantendo a variância explicada. Realizamos as ACPs em 3 ensaios com bancos de dados diferentes: o primeiro (ensaio 1) é composto pelos dados coletados no ano de 2016, o segundo (ensaio 2) para os dados coletados no ano de 2017 e o terceiro (ensaio 3) é uma junção de ambos os bancos de dados. Após vários testes e exclusão de algumas variáveis que prejudicavam a formação das matrizes, chegamos aos resultados que indicam a adequabilidade das 3 ACPs, sendo extraídas 3 componentes para cada banco de dados. Destacamos:

Ensaio 1: $\chi^2(55) = 1043,58$, $p < 0,001$ e $KMO=0,871$;

Ensaio 2: $\chi^2(91) = 9888,159$, $p < 0,001$ e $KMO=0,884$;

Ensaio 3: $\chi^2(66) = 1868,730$, $p < 0,001$ e $KMO=0,900$;

Da variação global, salientamos que as componentes de cada ensaio explicam 67,3%, 56,8% e 61,9%, respectivamente. No Quadro 2, apresentamos as dimensões formadas e cada variável que as compõe. Na sequência, ainda no mesmo quadro, expomos os valores da consistência de cada conjunto de variáveis por meio do coeficiente Alpha de Cronbach, além da variância explicada de cada dimensão. Esses resultados nos mostram que essas dimensões podem ser usadas para a formação de agrupamentos ou para a formação de variáveis compostas (índices) podendo ser classificadas como quantitativas e utilizadas em testes específicos, como variável dependente em uma regressão linear.

Variáveis	2016			2017			2016 + 2017		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
14. Gostaria de ser cientista	0,794			0,692			0,697		
5. Gosto mais de ciências do que das outras disciplinas	0,741			0,722			0,707		
16. Gostaria de ter um emprego que lide com tecnologia avançada	0,785			0,646			0,654		
4. Ciências abriu-me os olhos para empregos novos e emocionantes	0,684					0,597	0,614		
3. Ciências, para mim, é bastante fácil de aprender				0,638			0,678		
15. Gostaria de ter aprendido tanta ciências quanto possível na escola				0,546					
11. Ciências aumentou o meu gosto pela natureza		0,820			0,601			0,778	
12. Ciências mostrou-me a importância da Ciência para a forma como vivemos		0,720			0,750			0,769	
10. Ciências estimulou-me a minha curiosidade acerca das coisas que ainda não conseguimos explicar		0,772			0,750			0,787	
9. Ciências tornou-me mais crítico e cético		0,585			0,732			0,602	
13. Ciências que aprendi na escola ensina-me a cuidar melhor da minha saúde			0,847			0,711			0,844
8. Penso que a ciências que eu aprendi na escola melhorará as minhas oportunidades de carreira			0,692			0,739			0,751
7. Os conhecimentos que adquiri em ciências serão úteis na minha vida cotidiana			0,557			0,524			0,505
2. A disciplina de ciências é interessante						0,588			
ALPHA DE CRONBACH	0,832	0,804	0,657	0,771	0,791	0,755	0,797	0,797	0,676
VARIÂNCIA EXPLICADA	25,8	23,8	17,7	20,1	19,4	17,3	22,2	23,9	15,9

Quadro 2: Formação das variáveis compostas e seus respectivos valores de confiabilidade e variância explicada. Fonte: os autores

Analisando a composição das dimensões, podemos verificar que em cada ensaio foram sugeridos três agrupamentos de variáveis e que, a partir do valor do Alpha de Cronbach, podemos considerar que possuem boa consistência interna entre si e, dessa maneira, estão a medir o mesmo construto. Além disso, verificamos que a maioria dos itens de cada dimensão são os mesmos nos três ensaios, o que indica a estabilidade de cada dimensão em outra população e justifica a reaplicação nesse contexto de pesquisa. Analisando substantivamente cada índice, podemos verificar o(s) tema(s) em comum e nomeá-los da seguinte maneira:

Dimensão 1: Interesse em aprender ciências e trabalho: nos três ensaios verificamos que as variáveis agrupadas tratam de um interesse atual em aprender ciências e dos planos futuros dos estudantes em trabalhar como cientistas. Ela traz assertivas que expressam a facilidade e a preferência em aprender ciências, além do interesse em aprender ao máximo as ciências da escola. As outras variáveis tratam do entusiasmo em ter um emprego ligado à área de ciência e tecnologia, destacando a vontade de ser cientista.

Dimensão 2: As ciências e a formação do sujeito: esse índice se manteve estável nas três análises e trata de como as ciências contribuíram para a formação individual do estudante, aumentando sua criticidade e ceticismo, curiosidade sobre o que ainda não é explicado pela ciência ou outras formas de conhecimento, além de uma aproximação da ciência com a natureza e com o bem estar.

Dimensão 3: utilidade das ciências: o tema principal dessa dimensão é sobre a utilidade das aulas de ciências na vida cotidiana, contribuição para a vida profissional e nos cuidados com a saúde. Destacamos que além desse tema principal, que nomeia a dimensão, no ano de 2017 temos um híbrido, pois o tema secundário trata das ciências e a escolha da profissão. Esses itens apresentam boa consistência interna do ponto de vista estatístico e, do ponto de vista teórico, não são temas que se distanciam, por isso justificamos que eles sejam mantidos para a criação dos índices.

Ressaltamos que os pesos de cada item representam o quanto estão correlacionados no índice. A partir dessas definições teóricas e dos resultados estatísticos podemos realizar alguns testes com os índices criados, verificando se essas dimensões têm relação com outras como por exemplo as visões de ciências ou atitudes em relação à C&T. Dessa maneira, ressaltamos que essa é uma técnica primária, onde podemos mensurar e quantificar uma variável latente, que não pode ser diretamente medida.

Considerações finais

Procuramos mostrar como se dá o processo de formação de variáveis compostas via ACP. Essa técnica é utilizada para diminuir o número de variáveis e, conseqüentemente, ter um menor número de testes. Além disso, a partir desses resultados podemos medir construtos que não podem ser diretamente observados (ou variáveis latentes), que são a composição de variáveis originalmente presentes na coleta de dados, chamadas de manifestas.

A partir de 16 itens em escala likert, que correspondem ao tema “minhas aulas de ciências”, obtivemos 3 dimensões, denominadas de: 1 – interesse em aprender ciências e trabalho; 2 – as

ciências e a formação do sujeito; 3 – utilidade das ciências. Salientamos que os mesmos se mantiveram relativamente estáveis, sendo que algumas variáveis mudaram, mas o sentido permaneceu. A próxima etapa é verificar os resultados dessas variáveis em relação à outras a partir de um modelo estatístico. Se os resultados forem proveitosos, podemos considerar essas dimensões boas candidatas a indicadores de percepção sobre as minhas aulas de ciências.

Esse estudo é importante para a área de ensino de ciências, visto que pesquisas quantitativas ainda não são consolidadas a nível nacional. Salientamos a importância desse tipo de estudo para a análise de concepções de C&T para amostras numerosas e o entendimento de dimensões que explicam tais concepções, adquirindo argumentos amparados estatisticamente que apoiam as discussões e promoções de políticas públicas para os contextos formais e não formais de educação.

Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento da pesquisa.

Referências

ADORNO, T.; HORKHEIMER, M. **A Dialética do Esclarecimento**: fragmentos filosóficos. Tradução de Guido Antonio de Almeida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.

BERTOLDO, R.R. **A Escola e a Divulgação Científica: um estudo na cidade de Toledo – PR**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

CASTELFRANCHI, Y; VILELA, E.M.; LIMA, L.B. de; MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o ‘paradoxo’ da relação entre informação e atitudes. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.20, supl., nov. 2013.

CUNHA, M. B. da. **A percepção de Ciência e Tecnologia dos estudantes de ensino médio e a divulgação científica**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02032010-091909/>>. Acesso em: 03 out. 2018.

CUNHA, M. B. D. et al. As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica. *Educación Química*, v. 25, n. 4, p. 407-417, 2014.

DANCEY, C. P.; REYDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre, RS: Porto Alegre, RS Penso, 2013.

GIL-PÉREZ. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, Bauru, 2002.

HAIR Jr., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. & TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre, Bookman, 2009.

LEDERMANN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, nro 4, 1992.

LIMA, G. da S. **O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-16082016-093959/>>. Acesso em: 03 out. 2018.

Maroco, J. **Análise estatística com o SPSS**, ed. 6, Lisboa: Edições Sílabo, 2014.

Polino, C., García Rodríguez, M. **Indicadores de interés en las encuestas de percepción pública de la ciencia y la tecnología: Revisión del contexto internacional**”, El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos, Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, Buenos Aires, 2016.

ROSE. **Rose in brief**. 2004. Disponível em: https://roseproject.no/?page_id=4. Acesso em: 14 out 2018

TARGINO, A. R. L. **Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a lei periódica dos elementos químicos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Acesso em: 03 out. 2018.

TOLENTINO-NETO, L. C. B de. **Os interesses e posturas dos alunos frente às ciências: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil**. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.