

## Avaliação do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de Pilhas de Licenciandos em Química de São Paulo

Pablo M. A. Castro<sup>1</sup> (PG)\*, Brunno C. Gastaldo<sup>2</sup> (PQ), Luciane F. Goes<sup>1</sup> (PG), Keysy S. C. Nogueira<sup>1</sup> (PQ), Carmen Fernandez<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo;

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC; Departamento de Química Fundamental,

<sup>3</sup>Instituto de Química, Universidade de São Paulo. \*pablo.castro@usp.br

*Palavras-chave: Conhecimento docente, Modelo Rasch, Ensino de eletroquímica.*

**Área temática:** Formação de Professores

O trabalho teve como objetivo avaliar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, da sigla em inglês) de Pilha de licenciandos em Química de duas universidades públicas utilizando um teste contendo sete questões discursivas. As respostas dos licenciandos foram analisadas por meio do Modelo Rasch de Créditos Parciais. O teste apresentou uma boa adequação ao Modelo Rasch, apresentando bons índices de *oufit* e confiabilidade para as questões. Quanto ao PCK de Pilha dos licenciandos, os mesmos pontuaram mais na questão sobre as dificuldades no ensino de Pilha; questões sobre currículo e estratégias conceituais, por sua vez, mostram-se as mais difíceis. Entretanto, de modo geral, os licenciandos apresentaram baixos escores no teste de PCK de Pilha.

### Introdução

Estudos têm sido feitos para compreender a complexidade dos conceitos inerentes ao conteúdo de *Eletroquímica*, tanto do ponto de vista dos alunos, como no dos professores. Com relação aos alunos, as pesquisas visam compreender e relatar as concepções prévias e dificuldades conceituais que cercam a *Eletroquímica*. Ogude e Bradley (1994), por exemplo, classificam as quatro maiores áreas de dificuldades neste conteúdo: (i) condução no eletrólito; (ii) neutralidade elétrica; (iii) processos e terminologias dos eletrodos; e (iv) aspectos relacionados aos componentes, corrente e força eletromotriz.

Com relação aos professores, são realizadas pesquisas sobre as suas dificuldades no processo de ensino. De Jong e Treagust (2002) sugerem que os professores, ao ensinar *Eletroquímica*, deveriam desenvolver os seus conhecimentos de concepções alternativas dos fenômenos eletroquímicos dos alunos e as dificuldades na compreensão desses fenômenos.

Tais conhecimentos docentes citados por de Jong e Treagust (2002) podem ser estudados a partir da perspectiva do referencial Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, do inglês *Pedagogical Content Knowledge*), o qual pode ser compreendido como a dimensão do conhecimento do conteúdo *para o ensino* (SHULMAN, 1986). Segundo Mavhunga (2012), o PCK compreende os seguintes componentes: a) concepções prévias dos estudantes (CPE); saliência curricular (SLC); dificuldades de ensino (DFE); representações (REP) e; estratégias conceituais de ensino (ECE).

De modo a compreender o nível das habilidades de licenciandos do município de São Paulo para ensinar *Pilha*, o conteúdo inicial de *Eletroquímica*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o PCK de *Pilha* de estudantes de Licenciatura em Química de duas universidades públicas sediadas no estado de São Paulo. Utilizou-se a perspectiva de PCK proposta por Mavhunga (2012).

## Metodologia

Adotou-se uma abordagem quantitativa (CRESWELL, 2012), na qual a amostragem foi realizada por intermédio do procedimento *bola de neve* (CRESWELL, 2012): solicitou-se a alguns professores de duas universidades sediadas no estado de São Paulo que disponibilizassem um horário durante o período letivo para que fosse aplicado o teste com alunos de licenciatura. Em uma das universidades houve 17 respostas, enquanto na outra houve 18, totalizando 35 licenciandos.

Para a coleta de dados, utilizou-se o teste elaborado por Ndlovu (2014) e adaptado pelos autores. Tal teste contém sete questões discursivas que abordam aspectos do PCK de *Pilha* segundo a perspectiva de Mavhunga (2012). A distribuição das questões foi feita da seguinte maneira: duas questões sobre as concepções prévias dos alunos (CPE1 e CPE2), duas questões sobre aspectos curriculares no ensino de *Pilha* (SLC1 e SLC2), uma questão sobre dificuldades de ensino (DFE1), uma sobre representações (REP1) e uma sobre estratégias conceituais (ECE1). A resposta dos licenciandos para cada questão foi pontuada separadamente em uma escala de quatro pontos: 1 para respostas limitadas, 2 para respostas básicas, 3 para respostas desenvolvidas e 4 para respostas exemplares.

A análise psicométrica dos dados brutos foi conduzida por intermédio do Modelo Rasch de Créditos Parciais (BOONE; STAVER; YALE, 2014), utilizando-se o programa Ministep (Winsteps) Rasch Measurement 4.0.0 (LINACRE, 2016). Para a análise foram seguidos os seguintes procedimentos: a) inserção dos escores brutos das questões no programa; b) inserção de dados fictícios para categorias extremas não observadas, conforme orientado por Linacre (2017) e; c) tratamento de comportamentos atípicos, conforme orientado por Boone, Staver e Yale (2014) e Linacre (2010).

Como resultado da análise psicométrica, o nível de habilidade dos licenciandos e a dificuldade das questões são fornecidos. Como recurso visual, será utilizado o Mapa Respondente-Questão (Figura 1). Tal mapa contém a habilidade dos respondentes do lado esquerdo e a dificuldade das questões do lado direito, sendo que na parte superior do mapa estão as questões mais difíceis e os respondentes mais habilidosos, enquanto na parte inferior estão as questões mais fáceis e os respondentes menos habilidosos. As médias da dificuldade das questões e da habilidade dos respondentes são apontadas com a letra M em ambos os lados do mapa.

Para avaliar a adequação dos dados ao Modelo Rasch, os seguintes parâmetros foram considerados:

- Valores de *oufit* MnSq e ZStd das questões, os quais avaliam o quanto os dados empíricos estão de acordo com os dados esperados pelo modelo (valores entre 0,5 e 1,5 para o MnSq ou valores entre -2,0 e 2,0 para o ZStd; BOONE; STAVER; YALE, 2014).

- Confiabilidade das questões (acima de 0,90 para a confiabilidade e taxa de separação acima de 3,0; LINACRE, 2017).

- Confiabilidade dos respondentes (maior de 0,80 para a confiabilidade e taxa de separação acima de 2,0; LINACRE, 2017).

## Resultados e Discussão

A partir da Tabela 1, pode-se ver que todos os itens apresentam valores *outfit* dentro dos valores recomendados, o que sugere que as questões estão adequadas ao Modelo Rasch. Deste modo, pode-se inferir que as medidas produzidas na análise psicométrica são válidas, isto é, o teste de fato mensurou o PCK de *Pilha* dos licenciandos.

Tabela 1: Dificuldade e índices *outfit* das questões.

Questões	Dificuldade	Outfit MnSq	Outfit ZStd
ECE1	2,00	1,02	0,2
SLC2	1,47	1,01	0,1
SLC1	-0,46	0,85	-0,6
REP1	-0,51	0,85	-0,5
CPE1	-0,59	0,59	-0,5
CPE2	-0,75	1,09	0,3
DFE1	-1,16	1,36	1,5

Fonte: Autoria própria

Baixos valores de dificuldade indicam questões mais fáceis; altos valores de dificuldade indicam questões mais difíceis.

Critérios de ajuste ao modelo:  $0,5 < MnSq < 1,5$  ou  $-2,0 < ZStd < 2,0$ .

Com relação aos índices de confiabilidade das questões, mostrados na Tabela 2, percebe-se que os mesmos apresentaram valores dentro do recomendado. Uma taxa de separação de 4,26 significa que o teste contém quatro níveis de dificuldade nas questões (e.g. fáceis, médias, difíceis, muito difíceis).

Quanto aos índices de confiabilidade dos respondentes, mostrados na Tabela 2, percebe-se que os mesmos apresentaram valores abaixo do recomendado. O mínimo recomendado para a taxa de separação é 2, pois espera-se que o teste consiga diferenciar ao menos dois níveis de respondentes (e.g. mais habilidosos e menos habilidosos). Como a taxa de separação para os respondentes foi de 1,34, significa que apenas um nível de habilidade para os licenciandos foi encontrado.

Tabela 2: Confiabilidade e taxa de separação dos respondentes e das questões.

	Confiabilidade	Taxa de separação
Respondentes	0,64	1,34

<b>Questões</b>	0,95	4,26
-----------------	------	------

Fonte: Autoria própria

Valores recomendados: confiabilidade das questões > 0,90; confiabilidade dos respondentes > 0,80; taxa de separação das questões > 3,0; taxa de separação dos respondentes > 2,0.

Quanto ao desempenho dos licenciandos, pode-se observar, a partir da Tabela 1 e da Figura 1, que os licenciandos apresentaram melhor desempenho na questão sobre dificuldades de ensino, concepções prévias dos estudantes e representações, e um pior desempenho em uma das questões de currículo e na questão sobre estratégias conceituais de ensino.

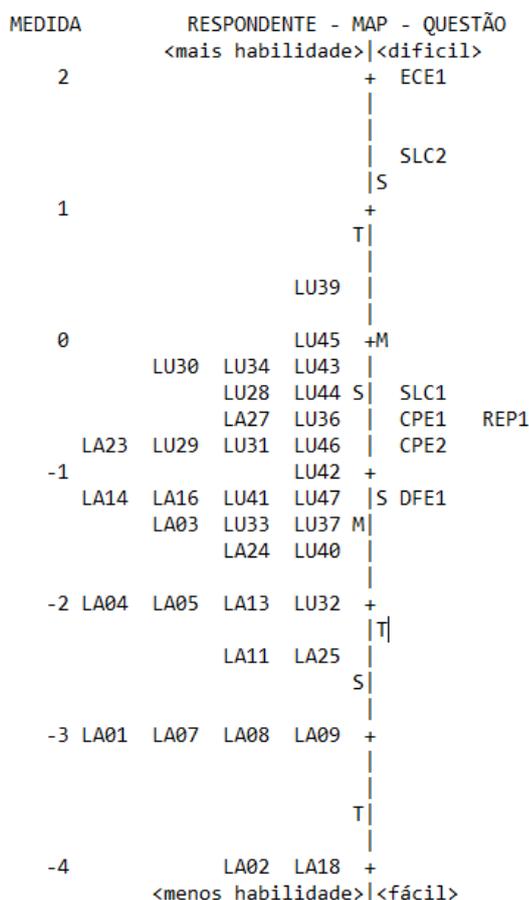


Figura 1: Mapa Respondente-Questão do teste.

Fonte: Exportado do software.

Contudo, conforme observado na Figura 1 e na Tabela 3, percebe-se que as questões estão muito difíceis para o nível de PCK dos licenciandos (média de dificuldade igual a 0,0 *versus* média do nível do PCK de *Pilha* igual a -1,45). Tal diferença pode ser a causa do baixo índice de separação dos respondentes (BOONE; STAVER; YALE, 2014), uma vez que por estarem muito difíceis, as questões não conseguem discriminar os licenciandos que apresentam um menor nível de PCK de *Pilha*.

Os saberes docentes  
na contemporaneidade:  
perspectivas e desafios  
na/pela profissão

18 e 19 de outubro de 2018, Canoas/RS

# 38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

**Tabela 3: Estatística descritiva da habilidade dos respondentes.**

Nível de PCK dos licenciandos	
Média	-1,45
Desvio padrão	1,10
Valor máximo	0,35
Valor mínimo	-3,90

Fonte: Autoria própria

Os resultados apresentados vão ao encontro dos de Ndlovu (2014), que analisou professores em exercício e concluiu que os mesmos tinham uma média de nível do PCK menor do que a média de dificuldade das questões. Isto sugere que o ensino de *Pilha* se mostra difícil não somente para licenciandos, mas também para professores em exercício.

## Conclusões

A partir dos resultados pôde-se concluir que o teste apresenta uma boa adequação ao Modelo Rasch, apresentando uma boa estatística *oufit* e bons índices de confiabilidade para as questões. No entanto, a incompatibilidade entre a dificuldade das questões e o nível de PCK de *Pilha* dos licenciandos resultou em um baixo índice de separação dos respondentes.

Recomenda-se a aplicação do teste para professores em exercício, os quais, supõem-se, possuem um maior nível de PCK de *Pilha* e, conseqüentemente, uma maior compatibilidade com o nível de dificuldade do teste. Uma segunda alternativa seria a elaboração de questões mais fáceis, de modo a discriminar melhor os licenciandos.

No tocante ao desempenho dos licenciandos, os mesmos apresentaram um pior desempenho nas questões sobre currículo e estratégias de ensino de *Pilha*. Estudos posteriores focando nestes dois aspectos do PCK precisam ser feitos para avaliar como os mesmos vêm sendo abordados nos cursos de licenciatura, de modo a sugerir possíveis melhorias.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP pelo suporte financeiro concedido (Processos #2013/07937-8, #2014/14356-4, #2016/08677-8 e #2016/14138-2).

## Referências bibliográficas

BOONE, W.; STAYER, J. R.; YALE, M. S. **Rasch analysis in the Human Sciences**. Dordrecht: Springer, 2014.

CRESWELL, J. W. **Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research**. 4. ed. Boston: Pearson Education, 2012.

DE JONG, O.; TREAGUST, D. The teaching and learning of electrochemistry. In:

GILBERT, J. K. et al. (Eds.). . **Chemical education: towards research-based practice**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

LINACRE, M. K. **A user's guide to Winsteps Ministep Rasch-Model computer programs**, 2017. Disponível em: <<http://www.winsteps.com/manuals.htm>>

LINACRE, M. K. **Ministep (Winsteps) Rasch Measurement**, 2016. Disponível em: <<http://www.winsteps.com/ministep.htm>>

LINACRE, M. K. When to stop removing items and persons in Rasch misfit analysis? **Rasch Measurement Transactions**, v. 23, n. 4, p. 1241, 2010.

MAVHUNGA, E. **Explicit inclusion of topic specific knowledge for teaching and the development of PCK in pre-service science teachers**. [s.l.] Wits School of Education, Faculty of Humanities, University of the Witwatersrand, 2012.

NDLOVU, M. **The design of an instrument to measure physical science teachers' topic specific pedagogical content knowledge in electrochemistry**. [s.l.] Faculty of Science, University of the Witwatersrand, 2014.

OGUDE, A. N.; BRADLEY, J. D. Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells: Pre-College and College Student Interpretations. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 1, p. 29, jan. 1994.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4–14, 1986.