

Ano 12, Vol XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p. 8-20.

DESIGN DE ITENS PARA ACESSAR O ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES DE CONCEITOS CIENTÍFICOS À LUZ DA EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD

Viviane Florentino de Melo
Amanda Amantes
Rodrigo Drumond Vieira

RESUMO: Neste trabalho apresentamos uma proposta de design de itens baseada na teoria do perfil epistemológico de Bachelard para acessar o entendimento dos estudantes acerca de conceitos científicos. Os itens desenhados têm o intuito de acessar o entendimento do conceito científico de densidade. Os itens consistem em questões de múltipla escolha, nas quais os alunos devem marcar a alternativa que consideram que melhor explica determinado fenômeno. As opções de resposta equivalem a diferentes zonas do perfil epistemológico do conceito, ou seja, modos diversos de compreensão do referido fenômeno dentro da perspectiva da Teoria de Bachelard. Argumentamos que, por meio desse instrumento, o professor tem maior possibilidade de compreender o modo de pensar dos alunos sem se basear somente na correção segundo o parâmetro acadêmico. Instrumentos baseados nessa proposta de design podem ser utilizados em avaliações com finalidades diversas e também por pesquisadores da área de ensino/educação.

Palavras-chave: Design de itens, instrumento de medida, perfil epistemológico.

DESIGN OF ITEMS TO ACCESS THE UNDERSTANDING OF THE STUDENTS' SCIENTIFIC CONCEPTS AT LIGHT OF BACHELARD'S EPISTEMOLOGY

ABSTRACT: In this paper we present a proposal to items design, based on Bachelard's theory of epistemological profile, aimed at access the students' understanding about scientific concepts. Our examples are based on items aiming at access the understanding of the scientific concept of density. The models consist in multiple choice questions, for that the students have to mark the choice they consider to be the best to explain a determined phenomena. The answers options are equivalent to different zones of the concept's epistemological profile. We argument that, by means of instrument, the teacher have more possibility to understand the mode of thinking of the students. Instruments based on this proposal of design can be used in evaluations with distinct aims and also to researches of the field of science education.

Keywords: Design of items, measuring instrument, epistemological profile.

INTRODUÇÃO

O ato de avaliar é inerente ao processo educativo, pois somente através dele delimitamos parâmetros para mudar e melhorar o próprio processo, tendo em vista o propósito de favorecer uma aprendizagem mais efetiva. Nesse sentido, entendemos que a avaliação é uma ferramenta de diagnóstico e reorientação que contribui para o sucesso do ensino, sendo o ato avaliar um meio de estabelecer rumos ao processo de ensino e aprendizagem.

Historicamente, o sistema de ensino tem supervalorizado as avaliações que utilizam parâmetros quantitativos, como atribuição de notas, em detrimento de perspectivas mais qualitativas, como a verificação da evolução de ideias e formalização de conceitos abstratos. Esse fato aponta a necessidade de reflexão e revisão da avaliação que é realizada nas escolas, pois a nota não quantifica o entendimento nem tampouco a aprendizagem, por isso deve-se pensar em mecanismos que busquem valorizar a compreensão do processo e a mediação das metodologias (RAMOS e MORAES, 2011).

Ademais, independentemente do tipo de avaliação, qualitativa ou quantitativa, é necessário refletir sobre o que elas estão realmente acessando para identificar se atingem o objetivo ao qual se prestam. Wiggins e McTighe (1998) salientam que os professores precisam ter uma noção clara do que seus alunos conseguiram, para que possam tomar decisões sobre como preparar futuras instruções. Dessa forma, além de determinar o que ensinar, os professores também devem determinar o que os alunos farão, para explicitar se entenderam o conteúdo de maneira satisfatória aos objetivos de ensino (WIGGINS e MCTIGHE, 1998). Para tanto, faz-se necessário o uso de avaliações pautadas instrumentos válidos para acessar o entendimento dos estudantes.

O entendimento é uma variável latente que não pode ser acessada diretamente, mas que pode ser evidenciada por meio de variáveis observáveis (BOND e FOX, 2007). Amantes et al., (2015) explicam que traços ou variáveis latentes são atributos abstratos construídos a partir de uma teoria, mas que são relacionados a dados observáveis também por parâmetros teóricos. A ideia por trás dos modelos de variáveis latentes é que as diferenças nas variáveis latentes causam diferenças nas variáveis observáveis (GOLINO e GOMES, 2015). São considerados traços latentes: atitude, conhecimento, emoções ou qualquer outro atributo que só pode ser dimensionado a partir de uma

inferência sobre o que se observa do sujeito. A inferência é realizada por uma interpretação que, pautada em lentes teóricas específicas, determinam o que significam determinados comportamentos relacionados ao traço. Se consideramos o entendimento dos alunos como essencial para a existência de aprendizagem no processo de ensino, é crucial nos determos em métodos que avaliem esse entendimento da melhor forma possível. Para aviá-lo, contudo, é necessário reconhecer sua característica latente e conferir a importância devida aos instrumentos de acesso a esse entendimento.

Nessa perspectiva, ao consideramos que em um teste de conhecimento, o traço latente a ser acessado pode ser definido como o entendimento de determinado estudante sobre alguns conteúdos, as variáveis observáveis são consideradas como sendo as respostas aos itens do questionário. Contudo, estabelecer essa conexão não é algo trivial. A dificuldade de acessar traços latentes demanda a construção de instrumentos de medidas mais fidedignos e confiáveis. Daí decorre a necessidade de cuidados com a construção do instrumento.

Essa perspectiva de atribuição de significado a comportamentos devido a variáveis hipotéticas é comum na área de psicologia, em especial na psicometria, em que há proposições de modelos que subtendem variáveis latentes e manifestas (traços latentes e observáveis) (PASQUALI, 2003; WRIGHT e STONE, 1979). Em muitos casos o objetivo é propor um modelo psicométrico que integre diferentes traços, relacionados por teoria, e que correspondam a determinados comportamentos observáveis. A partir desses modelos uma gama de possibilidades pode ser delineada, inclusive a de elaboração de instrumentos que compreendam testes de lógica, de conhecimento, de atitude e outros no mesmo segmento.

Instrumentos válidos e bem construídos auxiliam no processo de avaliação e conseqüentemente dão respaldo para pensar em um ensino de mais qualidade. No ensino de ciências, a aprendizagem de conceitos científicos é um dos pontos centrais, visto que os conceitos científicos são os estruturadores do currículo da ciência ensinada na escola (AL-TARAWNEH, 2016). No Brasil, a importância do ensino de conceitos científicos é citada nas orientações curriculares para o ensino médio como sendo de grande importância para o desenvolvimento intelectual dos estudantes. (BRASIL, 2006).

Portanto, dada a importância do aprendizado de conceitos científicos para o ensino de ciências, faz-se necessário que os professores disponham de instrumentos adequados para acessar o entendimento dos estudantes em relação aos conceitos científicos.

Uma teoria que tem sido apropriada pela área de Ensino de Ciências para elucidar os modos pelos quais os estudantes compreendem a realidade, no que concerne ao aprendizado de conceitos científicos, é a teoria do perfil epistemológico de Gaston Bachelard (BACHELARD, 1979). Essa perspectiva teórica não reconhece a ocorrência de mudança conceitual, mas sim a convivência de zonas epistemológicas diversas quando consideramos o conhecimento dos sujeitos (BACHELARD, 1979).

Neste trabalho propomos um design de itens baseado na noção de perfil epistemológico, para acessar o entendimento de conceitos científicos. A justificativa reside na capacidade da teoria do perfil epistemológico para elucidar modos distintos de leitura e interpretação de fenômenos e, conseqüentemente, sua importância para a área de construção de itens com potencial para acessar o entendimento dos estudantes acerca dos conceitos científicos.

Por meio desta proposta, procuramos responder à seguinte questão de pesquisa: Como construir itens para acessar o conhecimento científico formal dos estudantes à luz da epistemologia de Bachelard?

Nas próximas seções, discorreremos acerca da teoria do perfil epistemológico e sobre nossa proposta de design de itens.

REFERENCIAL TEÓRICO

A noção de perfil epistemológico foi proposta por Bachelard para descrever os diferentes modos pelos quais os indivíduos entendem a realidade. O perfil epistemológico é composto de “doutrinas filosóficas”, às quais Bachelard também chama de “níveis” ou “zonas”. Elas variam do realismo ingênuo, a mais comum encontrada na cultura diária, ao empirismo que se relaciona ao uso de técnicas de medida com instrumentos, até os racionalismos (racionalismo tradicional ou clássico, racionalismo completo e racionalismo discursivo ou dialético), estabelecidos por meio de modelos e conceitos abstratos que impõem uma ordem de causalidade teórica na compreensão da realidade.

Partimos do pressuposto que o ensino de ciências visa proporcionar ao estudante a possibilidade de construir as zonas de seu perfil epistemológico (VIEIRA et al., 2017). Portanto, consideramos que um instrumento avaliativo composto de itens, informado pela teoria do perfil epistemológico, pode contribuir para o acesso ao entendimento dos estudantes sobre conceitos científicos. Essa abordagem de pesquisa pode ser útil para informar os docentes acerca de práticas didáticas específicas para proporcionar a construção de cada uma das distintas zonas do perfil epistemológico de seus estudantes.

Os estudantes, no início do aprendizado de um determinado conceito científico, geralmente se encontram na zona que Bachelard chama de realismo ingênuo. Essa zona é aquela com a qual a maioria das pessoas opera no cotidiano e se caracteriza pela não generalidade de suas explicações, pela apreciação visual e uso inconsistente de teorias fragmentadas. Por exemplo, para o conceito científico de densidade, o senso comum estabelece uma associação direta com o peso. Assim, para muitas pessoas, algo denso é algo pesado.

Esta explicação dá conta de algumas situações locais e para muitas pessoas que não tiveram a oportunidade de construir as demais zonas de seus perfis epistemológicos de densidade, é o único modo como elas lidam com esse conceito. Desse modo, é esperado que os estudantes iniciem seus estudos sobre o conceito científico de densidade com essa visão sobre o conceito.

A zona seguinte, de acordo com a teoria de Bachelard, é o empirismo. Ela se caracteriza pelo emprego cautelosamente empírico, uma determinação objetiva e precisa. Com relação ao conceito científico de densidade, consideramos que nessa zona do perfil enquadram-se aquelas conclusões que são possíveis de se obter por meio de cálculos e experiências simples, como a obtenção do valor da densidade pela razão da massa pelo volume, relações de flutuação entre sólidos e líquidos; e ordem de disposição entre líquidos de densidades diferentes.

Quanto ao racionalismo tradicional, Bachelard afirma que ele surge com Newton, por meio da mecânica racional. O autor afirma que nessa zona os conceitos passam a ser definidos num corpo de noções e já não apenas como um elemento primitivo de uma experiência imediata e direta. Desse modo, a densidade é interpretada por teorias, as quais explicam a estrutura interna de um material, seja ela cristalina ou molecular, ou da massa atômica, no caso dos gases.

Estamos em fase de elaboração da descrição das diferentes facetas que o conceito científico de densidade assume nas zonas do empirismo e do racionalismo tradicional. Nesse sentido, argumentamos que, para o referido conceito, os conteúdos estudados no nível do ensino médio correspondem às zonas do perfil supracitadas. Tal perspectiva vai ao encontro do trabalho de Vieira et al., (2017), no qual os autores propõem a construção das zonas do empirismo e do racionalismo tradicional como indicador da alfabetização científica dos estudantes ao final do ensino fundamental e médio, respectivamente.

Em termos de planejamento didático, o fato de o professor saber como o aluno está operando determinado conceito, oferece a ele possibilidades de executar um planejamento mais eficiente. Sobretudo porque, especificamente no ensino médio, não é raro encontrarmos alunos em pontos diferentes em termos de entendimento de conceitos científicos, visto que muitos deles já começam a ser abordados nos anos finais do ensino fundamental.

Assim sendo, apresentamos um modelo de design de itens que permite ao professor ter acesso à zona do perfil epistemológico que determinado aluno se encontra em relação a um conceito científico específico. Salientamos que tal formato pode ser aplicado a variados conceitos, mas como temos trabalhado com o conceito de densidade, nossos exemplos serão pautados nele.

CONSTRUÇÃO DE ITENS

A construção de itens de medida para acessar o entendimento dos estudantes sobre conhecimentos científicos não é trivial, logo, não pode ser naturalizada. Pesquisas têm se debruçado em estudar a relação existente entre o formato dos itens e o desempenho dos estudantes em testes (LIOU e BULUT, 2017). Para descrever o processo de construção de itens pautados em teoria (no caso desse estudo, na teoria do perfil epistemológico de Bachelard), elegemos duas questões compostas por diferentes itens que dizem respeito a zonas específicas do conhecimento.

Questão 1

Marque a alternativa que você considera a melhor explicação sobre o seguinte fenômeno: a flutuação de cubos de gelo na água.

a) Ao se congelar, o conjunto de moléculas de água adquire uma configuração na qual existe mais espaço entre as elas.

b) O gelo flutua na água porque é mais leve que ela.

c) O gelo é mais frio que a água, assim as moléculas ficam mais unidas fazendo com que ele flutue.

d) O gelo é menos denso que a água. Substâncias menos densas flutuam nas mais densas.

Para pensar na escrita das alternativas de maneira a capturar o entendimento em termos de zonas do perfil epistemológico, devemos utilizar a descrição do conhecimento referente a cada uma das zonas para construir as alternativas. Dessa forma, a explicação para o fenômeno da flutuação do gelo em água contida em cada uma das alternativas representa uma zona do perfil epistemológico ou uma ideia equivocada amplamente apontada na literatura (concepção alternativa).

Dessa maneira, a alternativa “a” se enquadra na zona do racionalismo tradicional, por se basear em uma teoria - a da configuração das moléculas - para explicar o fenômeno. A alternativa “b” se relaciona com o realismo ingênuo, por estabelecer uma associação direta entre peso e densidade. Já a alternativa “c” não se enquadra especificamente como uma explicação dentro de uma determinada zona, mas configura-se aqui como um distrator, no sentido de que pode capturar um erro conceitual do estudante: se a premissa é a de que as moléculas de água fiquem mais unidas no estado sólido, o gelo tem que ser mais denso que a água no estado líquido. E a alternativa “d” apresenta uma explicação equivalente à zona do empirismo, visto que apresenta uma sentença verdadeira baseada em um fenômeno que não é explicitado.

A depender da resposta do estudante à Questão 1, o professor tem indícios de como se configura seu entendimento de acordo com as zonas do perfil epistemológico. De posse dessa informação, o docente pode avaliar seu método de ensino de acordo com o objetivo de aprendizagem ou ainda averiguar se o próprio objetivo de aprendizagem foi alcançado até o momento de aplicação do instrumento.

Questão 2

Marque a alternativa que você considera a melhor explicação sobre o fato de a água apresentar densidade igual a 1g/mL e o álcool apresentar densidade de $0,8\text{g/mL}$.

a) A água é mais densa que o álcool, porque suas moléculas são mais pesadas.

b) O álcool é menos denso que a água, porque as forças intermoleculares que agem entre suas moléculas são mais fracas que as da água.

c) A água é mais densa que o álcool, porque possui maior concentração de massa por unidade de volume.

d) A diferença de densidade dos líquidos é devido ao tamanho de suas moléculas.

Como na primeira questão, podemos averiguar que cada uma das alternativas apresenta uma explicação para a diferença de densidade entre as duas substâncias. A alternativa “a” é um exemplo de afirmação que se enquadra na zona do realismo ingênuo, por explicar densidade em função do peso. A alternativa “b” se encontra na zona do racionalismo tradicional, por explicar a diferença de densidade entre os líquidos pelas forças que atuam na união de suas moléculas, que são responsáveis pela quantidade de matéria que ocupa determinado espaço. A alternativa “c” equivale ao nível do empirismo, por estabelecer uma correlação entre massa e unidade de volume. E finalmente, a alternativa “d”, que estabelece a associação entre densidade e tamanho das moléculas, configura-se como uma explicação pertencente à zona do realismo ingênuo.

Novamente, a questão traz como elemento norteador as zonas do perfil expressas em cada alternativa. Instrumentos construídos nesse formato fornecem dados mais objetivos sobre o entendimento dos estudantes, indo além da simples correção pautada nos parâmetros acadêmicos. Com esse tipo de questão é possível mapear a porcentagem de estudantes em cada zona do perfil e avaliar estratégias para auxiliá-los na construção das demais zonas. Além disso, o resultado da análise de respostas a esse tipo de instrumento fornece os subsídios necessários para inferir se o ensino está sendo eficaz para alcançar o tipo de entendimento almejado. Portanto, ele se mostra útil em diferentes frentes e pode ser aplicado tanto por docentes para avaliações em sala de aula quanto por acadêmicos para pesquisas de evolução de traços latentes.

DISCUSSÃO

O processo de construção de instrumentos para acessar o entendimento dos estudantes, inclusive acerca de conceitos científicos, não tem recebido a devida atenção por parte dos professores e pesquisadores da área de ensino de Ciências. Muitos professores/pesquisadores ainda se valem de avaliações padronizadas retiradas de livros didáticos e exames que dão acesso às universidades sem, contudo, refletir acerca do que verdadeiramente esses itens estão acessando em termos do conhecimento dos estudantes.

Ramos e Moraes (2011) salientam que a avaliação dos estudantes tem sido feita numa cultura que valoriza sobremaneira os resultados quantitativos, em detrimento dos resultados qualitativos e descritivos. Argumentamos que instrumentos compostos por itens amparados em uma teoria sobre conceitos científicos podem ser muito úteis para informar pesquisadores e professores acerca dos modos pelos quais os estudantes compreendem a realidade, e assim, se configurar como um modo de avaliação mais descritivo. Além de qualificar melhor o traço latente, dados desse tipo de instrumento podem ser também utilizados em análise quantitativa, se devidamente transformados.

Nos exemplos apresentados, do ponto de vista do formalismo escolar, tanto as explicações apresentadas na zona do empirismo quanto do racionalismo são corretas. Todavia, conforme aponta Bachelard, as zonas do perfil epistemológico apresentam-se em ordem crescente de generalização. Assim espera-se que o estudante, ao final do ensino médio, consiga operar dentro da zona do racionalismo tradicional (VIEIRA et al., 2017).

A Associação de Avaliação do Noroeste Estadunidense (2014) salienta que avaliações compostas por itens que contemplem todo um leque de opções dentro de uma escala geram uma grande quantidade de informações sobre os estudantes, de modo que o erro de medição fica minimizado. O uso de instrumentos assim desenhados permite estabelecer comparações entre os próprios estudantes e também avaliar a trajetória de desenvolvimento de um aluno ao longo do processo de ensino. A possibilidade de estabelecer comparações pode ser muito importante também para propiciar reflexões acerca de sequências didáticas e metodologias de ensino.

Amparar o design de itens na teoria do perfil epistemológico é um modo de estabelecer parâmetros do ponto de vista da aquisição de conceitos formais do campo

científico. Nossa perspectiva é a de que o trabalho de pesquisa sobre a teoria do perfil epistemológico aplicada a educação em ciências possa orientar os docentes quanto aos seus objetivos de ensino. Logo, estes parâmetros têm potencial para guiar professores e estudantes no processo de construção de conceitos científicos.

No processo de avaliação é importante que os estudantes saibam como estão sendo avaliados e o que se espera deles. Essa postura os coloca em um papel mais ativo em relação aos seus processos de aprendizagem. Principalmente, em relação aos estudantes do ensino médio; essa conduta é extremamente desejável.

O acesso a traços latentes, como o entendimento, seja ele do conceito científico de densidade, ou de qualquer outro, não é trivial, mas é essencial para garantir maior coerência e objetividade aos estudos. Muitas discussões vêm sendo realizadas em prol de maiores garantias na coerência interna das pesquisas na área de ensino, bem como maior rigor (RYAN e BERNARD, 2000; ANDRÉ, 2001; GOLAFSHANI, 2003; GORARD, 2002; MORSE, 2002; CHATTERJI, 2004; SHAFFER e SERLIN, 2004; MARCZYK et al., 2005). Contudo, reconhecemos que no contexto de sala de aula, o professor pode se valer de outros meios para acessar o entendimento de seus alunos, além das avaliações compostas por itens de múltipla escolha.

Todavia, para que um processo de avaliação seja abrangente, faz-se necessário o uso de meios distintos de medição do desempenho dos estudantes (McCOLSKEY e O'SULLIVAN, 1993). Avaliações compostas por itens de múltipla escolha geralmente são criticadas por não permitir ao professor ter acesso ao pensamento do aluno. Mas, se as alternativas carregarem informações sobre o pensamento ou entendimento dos alunos, temos um elemento a mais que qualifica a avaliação. Se, além disso, as alternativas ainda forem pautadas em uma teoria que versa sobre modos de compreensão de mundo, seu potencial informativo pode ser otimizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos uma proposta de design de itens baseada na teoria do perfil epistemológico de Bachelard. Argumentamos que, no que se refere especificamente à construção de conceitos científicos por parte dos estudantes, o design de itens proposto pode ser útil para elucidar os docentes quanto à maneira que os alunos compreendem a realidade, e as explicações que eles conseguem formular para os fatos observados.

A preocupação com o estabelecimento do elo que liga o traço latente entendimento às variáveis observáveis deve ser constante, principalmente por parte de pesquisadores. É papel da área de ensino de Ciências criar, testar e compartilhar bons instrumentos de medida com os professores. Estes, por sua vez, irão reelaborá-los em suas práticas de forma crítica. Entretanto, para que isso ocorra, é preciso que haja uma teoria consistente que sustente tais instrumentos e que ela seja compartilhada com os docentes.

O design de itens aqui apresentado pode ser útil também para pesquisadores da área de ensino de ciências, visto que possibilita a compreensão dos modos pelos quais os estudantes compreendem os fenômenos. Pesquisadores da área podem informar à pesquisa ao focarem na construção e validação de instrumentos. Pautar tais instrumentos em uma teoria que lhes informa epistemologicamente tem potencial para fornecer dados mais fidedignos da realidade.

Por fim, consideramos que mais pesquisas devem ser investidas no sentido de construir um repertório de itens sobre conceitos científicos baseados na teoria do perfil epistemológico. Neste trabalho, apresentamos nossa proposta de design, contudo, temos consciência de que, como todos os instrumentos de medidas em educação, o design de itens aqui apresentado necessita de aprimoramento por meio de aplicação e validação.

REFERÊNCIAS

- AL-TARAWNEH, M. H. “The Effectiveness of Educational Games on Scientific Concepts Acquisition in First Grade Students in Science”, *Journal of Education and Practice*, 7(3), pp 31-37, 2016.
- AMANTES, A. et al., A medida nas pesquisas em educação: empregando o modelo Rasch para acessar e avaliar traços latentes. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 3, p. 657-685, 2015.

ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: Buscando Rigor e Qualidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 113, p. 51-64, julho, 2001.

BACHELARD, G. *A Filosofia do Não*; In: Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, p. 01-87, 1979.

BRASIL, *Orientações curriculares para o ensino médio volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.*

BOND, G. T.; FOX, C. M. Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences. 2. ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. 340p.

CHATTERJI, M. Evidence on “What Works”: An Argument for Extended-Term Mixed-Method (ETMM) *Evaluation Designs. Educational Researcher*, Vol. 33, No. 9, pp. 3–13, Dez 2004.

GOLAFSHANI, N. Understanding reliability and validity in qualitative research. *The Qualitative Report*, Canadá, v. 8, n. 4, p. 597-607, 2003.

GOLINO, H. F.; GOMES, C. M. A. *O modelo logístico simples de Rasch para dados dicotômicos*. In: GOLINO, H. F.; GOMES, C. M. A.; AMANTES, A.; COELHO, G. (Orgs) *Psicometria contemporânea: Compreendendo os modelos Rasch*. São Paulo: Casa do psicólogo, 2015.

GORARD, S. Can we overcome the methodological schism? Four models for combining qualitative and quantitative evidence. *Research Papers in Education*, v.17, n.4, p.345-361, 2002.

LIU, P-Y.; BULUT, O. The Effects of Item Format and Cognitive Domain on Students’ Science Performance in TIMSS 2011. *Research in Science Education*, p. 1-23, 2017.

MARCZYK, G. et al., *Essentials of Research Design and Methodology*, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005, 305p.

MCCOLSKEY, W.; O’SULLIVAN, R. *How to assess student performance in science: Going beyond multiple-choice tests*. Greensboro, NC: Southeast Regional Vision for Education, 1993.

MORSE, J. et al., Verification strategies for establishing reliability and validity in qualitative research. *International Journal of Qualitative Methods*, Canadá, Vol. 1 Issue 2, p1-19, 19p. Spring 2002.

NWEA (Northwest Evaluation Association). *THE CASE FOR GROWTH Why Measure Student Learning?* Catalyst Series Measuring Growth, 2014.

PASQUALI, Luiz. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Vozes, 2003. 395p.

RAMOS, M. G.; MORAES, R. *Avaliação em Química: Contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino*. In: SANTOS, W. L.P.; MALDANER, O. A., (orgs.) *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2011.

RYAN G.; BERNARD H. Russel. *Data Management and Analysis Methods*. In: Handbook of Qualitative Research, 2nd ed., N. Denzin and Y. Lincoln eds., Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 769-802, 2000.

SHAFFER, D. W.; SERLIN R. C. What Good are Statistics That don't Generalize? *Educational Researcher*, University of Wisconsin, Madison, v.9, n.33, p. 14-25, Dec. 2004.

VIEIRA, R. D. et al. Reconceptualizing Scientific Literacy: The Role of Students' Epistemological Profiles. *Education Sciences*, v. 7, n. 2, p. 47, 2017.

WIGGINS, G., J. MCTIGHE, *Understanding by Design*, Merrill Education/ASCD College Textbook Series, ASCD, Alexandria, Virginia, 1998.

WRIGHT, B.; STONE, M. *Best test design*. Chicago: MESA Press. 1979.

Recebido: 30/9/2019. Aceito: 12/11/2019.

Sobre os autores:

Viviane Florentino de Melo*

Doutoranda em Ensino História e Filosofia das Ciências (UFBA), Mestre em Educação (UFF). Professora do Departamento de Educação II da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: melovivi2211@hotmail.com

Amanda Amantes

Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do departamento de Física do Estado Sólido do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: amandaamantes@gmail.com

Rodrigo Drumond Vieira

Mestre e Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor do Departamento Sociedade, Educação e Conhecimento da Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: rodrumond@gmail.com