

COMPARAÇÃO DE INSTRUMENTOS AVALIADORES DO CONHECIMENTO SOBRE CIÊNCIAS, NATUREZA DA CIÊNCIA, INVESTIGAÇÃO E QUESTIONAMENTO CIENTÍFICO¹

Caio César Silva Lima²; Marcelo Soares dos Santos³

Graduando de Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia, Prof. Dr. do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia

Universidade Federal do Maranhão UFMA – Campus avançado Bom Jesus– cesarccsllima@gmail.com; matchapg@hotmail.com

Resumo

O desenvolvimento e aplicação de instrumentos de avaliação constituem-se em ferramentas importantes para a determinação e compreensão do ensino de ciências, possibilitando assim um alicerce para a tomada de decisões. Neste trabalho foi realizada a revisão de artigos publicados nos últimos 15 anos em nível nacional e internacional e foi constatado que os instrumentos mais utilizados em avaliações educacionais são os denominados de *SUSSI*, *VNOS*, *VOSI*, *VASI*, *ROSE*. Estes instrumentos foram então comparados em relação às suas aplicabilidades e potencialidades como ferramentas avaliativas do conhecimento científico dos estudantes a luz dos planos e estruturas atuais do ensino de ciências no ensino fundamental e médio. Apesar da efetividade desses instrumentos, torna-se necessário um entendimento sobre o conhecimento específico a ser avaliado para a escolha do instrumento que melhor se adequa e proporcione o melhor entendimento do tema analisado, levando-se em consideração as fragilidades, logística e variações culturais e sociais envolvidas.

Palavras-Chave: Natureza da ciência. Instrumentos de avaliação. Educação científica

Introdução

Para Wolff (1998) no momento em que a sociedade entendeu que a educação científica é fundamental para o desenvolvimento econômico, cultural e social, começou a desenvolver estratégias para avaliar a educação científica. Assim a educação científica requer abordagens cuidadosas no sentido de que sua avaliação e adequação podem permitir com que os indivíduos melhor relacionem os conteúdos científicos com suas experiências cotidianas, além de auxiliar na construção e no desenvolvimento de atributos culturais, sociais, etc.

Entende-se que é necessário que haja entendimento sobre as distinções entre aspectos referentes à construção do conhecimento científico, tais como as especificidades da natureza da ciência, da investigação e do questionamento científico e da metodologia científica. Já que é possível que o desconhecimento ou não entendimento destes aspectos por parte de professores e profissionais da ciência afete de maneira significativa a forma com que esta é aplicada e ensinada.

A natureza da ciência apresenta-se como um conhecimento derivado do conhecimento desenvolvido ao se estudar e fazer ciência, enquanto que a investigação e questionamento científico apresentam-se como o processo de como os cientistas fazem seu trabalho e como o resultado disto é reconhecido como o conhecimento científico (LEDERMAN, 2006).

Para se entender como se dão os processos de aprendizagem e aplicação de conceitos científicos, várias formas de avaliação foram desenvolvidas ao longo do tempo e dentre estas os instrumentos de avaliação educacional foram desenvolvidos no intuito de avaliar o entendimento dos estudantes sobre aspectos do conhecimento científico e, inseridos nestes, aspectos sobre a natureza da ciência, investigação e questionamento científico.

¹ Trabalho de pesquisa

Estes instrumentos avaliadores muitas vezes tiveram sua elaboração direcionada aos alunos do ensino secundário e geralmente exigiram consideráveis recursos para sua realização (LEDERMAN *et al.*, 2002; TOLENTINO-NETO, 2008). Porém, atualmente, são utilizados com estudantes de ensino médio, graduandos e profissionais da educação científica (ABD-EL-KHALICK, 1998; LEDERMAN *et al.*, 2014; LIANG *et al.*, 2006), fato este que mostra a versatilidade e amplitude da aplicação desses instrumentos frente à proposta de avaliação do aprendizado do conhecimento científico.

Estes instrumentos, em geral, são estruturados em questionários e entrevistas que podem apresentar tanto abordagens qualitativas como quantitativas ou mesmo uma mescla entre as duas. São estruturados em seções que tratam de aspectos específicos do tema abordado e estas por sua vez podem ser estruturadas em perguntas abertas e fechadas, enquanto as entrevistas são baseadas nas questões aplicadas nos questionários. Estes instrumentos já foram aplicados em mais de 60 países entre todos os continentes, com a amostragem variando de dezenas a centenas de indivíduos. Geralmente às aplicações podem durar de dias a semanas.

O objetivo deste estudo é avaliar os principais instrumentos de avaliação educacional, comparando-os em relação às suas aplicabilidades e potencialidades como ferramentas avaliativas do conhecimento e entendimento dos estudantes referentes à natureza da ciência, à investigação e ao questionamento científico, a luz dos planos e estruturas atuais do ensino de ciências no ensino fundamental e médio.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido a partir de revisão da literatura específica referente à utilização de instrumentos de avaliação educacional no ensino de ciências, considerando o entendimento sobre a natureza da ciência, a investigação e o questionamento científico.

A revisão utilizada foi do tipo sistemática, na qual foram utilizados os seguintes termos: (1) Educação científica, (2) Natureza da ciência e, (3) Instrumentos de Avaliação Educacional; tanto na língua inglesa como em português. O refinamento sobre os resultados obtidos com a utilização de cada termo foi realizado a partir dos termos subsequentes na sequência. Foram analisados trabalhos publicados entre o período de 2002 e 2016, em nível nacional e internacional, totalizando aproximadamente 15 anos. Este período foi determinado considerando a data de publicação do instrumento VNOS (*Views of Nature of Science* - LEDERMAN *et al.*, 2002), considerado o primeiro trabalho publicado em que se utilizou um Instrumento de Avaliação Educacional especificamente para educação científica aplicado para estudantes e professores do ensino fundamental e médio.

Para a realização deste estudo foram utilizados apenas artigos publicados em periódicos indexados e revisados por pares, sendo excluídas publicações em congressos e similares. A pesquisa e análise foram realizadas no período entre os meses de Abril e Agosto de 2016 e para isso utilizou-se o motor de busca localizado no sítio dos Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br).

Resultados e Discussões

Com base nos parâmetros selecionados para este estudo, utilizando-se o termo “Educação científica” foram encontrados 8380 artigos. Procedeu-se um refinamento utilizando o termo “Natureza da ciência” tendo sido encontrados 3873 artigos. A partir destes resultados, procedeu-se um refinamento através da utilização dos termos “Instrumentos de avaliação educacional”, resultando então em 132 artigos. Em uma fase posterior foi procedida à leitura que resultou na seleção de 89 artigos, os quais tratavam estritamente de aspectos referentes à construção do conhecimento científico, natureza da ciência, investigação e questionamento científico.

Dentre os variados instrumentos de avaliação educacional citados nos artigos selecionados, os mais utilizados para avaliação do aprendizado/aplicação do conhecimento científico foram desenvolvidos por Liang *et al.*, denominado de *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry – SUSSI* (Entendimento dos Estudantes sobre Ciência e Questionamento Científico - LIANG *et al.*, 2006), Lederman *et al.*, denominado de *Views of Nature of Science – VNOS* (Visões sobre Natureza da Ciência - LEDERMAN *et al.*, 2002), Schwartz *et al.*, denominado de *Views of Scientific Inquiry – VOSI* (Visões do Questionamento Científico - SCHWARTZ *et al.*, 2008), Lederman *et al.*, denominado de *Views About Scientific Inquiry – VASI* (Visões sobre o Questionamento Científico - LEDERMAN *et al.*, 2014) e Schreiner & Sjoberg, denominado de *Relevance of Science Education – ROSE* (Relevância do Ensino de Ciências - SCHREINER & SJOBERG, 2007).

A partir desses resultados foi procedida a análise desses instrumentos de avaliação educacional citados procedendo-se comparações no tocante às características de cada instrumento, bem como sobre suas aplicações e potencialidades.

Observamos que todos os instrumentos proporcionam a prospecção de dados de qualidade e quantidade significativas, os quais podem ser submetidos a análises estatísticas robustas.

O instrumento *SUSSSI* visa o entendimento do quadro geral de conhecimento de alunos sobre as questões fundamentais da ciência, seu funcionamento e origens. O instrumento também relaciona os princípios sobre criatividade e imaginação envolvidos nas pesquisas de profissionais da ciência, bem como na construção do conhecimento científico.

O *SUSSSI* se constitui em um instrumento de natureza qualitativa e quantitativa. Possui seis seções que tratam de aspectos distintos referentes à construção do conhecimento científico, sendo uma delas relacionada à imaginação e à criatividade, duas com foco em leis e teorias científicas, duas referentes à natureza da ciência e ao questionamento científico e uma seção que versa sobre as influências culturais e sociais na Ciência. As seções possuem questionamentos fechados utilizando escala de Likert de cinco pontos somados a uma questão aberta de característica qualitativa.

O instrumento *SUSSSI* é amplamente efetivo para avaliar as visões e entendimentos de estudantes e professores com relação a aspectos sobre natureza da ciência, conhecimento científico e metodologia da ciência, bem como as influências de culturas e sociedades no desenvolvimento do conhecimento científico. Porém, devido ao caráter qualitativo e quantitativo, este instrumento requer uma logística robusta para sua aplicação, no tocante a quantidade de indivíduos avaliados e tempo de resolução do instrumento.

O *VNOS* é um instrumento que visa entender o conhecimento de aspectos referentes à natureza da ciência dentre alunos e professores. Utiliza-se de entrevistas individuais e questionário aberto. Posteriormente foi dividido em três versões, *VNOS-a*, *VNOS-b*, *VNOS-c*.

O *VNOS-a* é estruturado em um questionário de sete questões abertas mais uma entrevista individual que versam sobre aspectos referentes à natureza da ciência e é direcionado a estudantes de ensino médio.

O *VNOS-b* usa parte do *VNOS-a* e é direcionado aos professores do secundário, desde os com que apresentavam mais tempo de trabalho, quanto os professores mais jovens, no início de carreira. Este instrumento é estruturado em um questionário e uma entrevista individual que objetivam avaliar as visões sobre a natureza da ciência no tocante a sua construção, inferências, tentativas empíricas, criatividade e formação de teorias, além da função e da relação entre as teorias e as leis científicas.

Por sua vez o *VNOS-c*, que também é estruturado em um questionário e entrevista individual, possui nos questionamentos um direcionamento sobre as influências culturais e sociais e seu enraizamento no estudo de ciências, bem como aspectos da utilização do método científico e de sua universalidade.

Entretanto, e a despeito da grande aplicabilidade, além do caráter inovador e de ser considerado efetivo pelo acesso às visões e posicionamentos frente aos aspectos importantes da natureza da ciência e as influências sociais e culturais frente ao estudo de ciências, o instrumento VNOS não é considerado um instrumento universal (LEDERMAN *et al.*, 2002). Uma vez que é de caráter essencialmente qualitativo e, dada à logística de suas aplicações que envolvem a resolução de questionário e posteriormente uma entrevista individual, fica quase impossibilitada à abordagem de grandes amostras por cada uma de suas aplicações.

Uma vez que os professores devem ensinar sobre os processos de metodologia e investigação científica, questionamentos de como estes aspectos são aplicados em sala de aula adquirem grande importância. Para se responder a estes questionamentos, foi desenvolvido um instrumento que avalia os processos de entendimento sobre a natureza do questionamento científico, denominado de *VOSI*.

O *VOSI* é um instrumento qualitativo que também mescla um questionário aberto com entrevistas. É estruturado em quatro questionamentos que versam sobre a investigação e metodologia científica. No questionário, todas as questões são abertas.

A efetividade do uso do questionário *VOSI* é ampla e considerada necessária quando se objetiva conhecer os pontos de vista de professores, cientistas e estudantes com relação aos processos do método e questionamento científico.

Entretanto, considera-se que não há apenas uma única abordagem para se conhecer as visões dos estudantes e professores frente ao entendimento sobre os processos que formam o conhecimento científico (LEDERMAN, 2006). Novamente entram em discussão os tipos de instrumentos aplicados como avaliadores educacionais e como suas estruturas podem nos auxiliar a ter um entendimento mais amplo em relação a estes aspectos.

Neste sentido, o instrumento *VASI* foi desenvolvido para abordar outra característica da formação do conhecimento científico, não apenas o entendimento dos estudantes e professores quanto ao método e questionamento científico, mas quais diferenças e semelhanças existem entre o que é proposto pelos currículos para ser ensinado em detrimento do que é aplicado e entendido.

O *VASI* é um instrumento derivado do questionário *VOSI* devido à efetividade e vasta utilização deste instrumento para avaliar as visões sobre o método e questionamento científico, porém, os desenvolvedores tentavam obter um maior aprofundamento de todos os aspectos referentes à investigação científica.

O *VASI* é um instrumento qualitativo dividido em questionário e entrevista individual e ambos versam especificamente de aspectos referentes à formação do questionamento científico.

Semelhante aos últimos três instrumentos descritos neste estudo, o *VASI* também apresenta uma ampla efetividade da qual é necessária quando se deseja conhecer o quadro geral de como processos específicos do conhecimento científico são aplicados e desenvolvidos. Porém, o caráter qualitativo e, novamente, a logística envolvida nas aplicações deste instrumento, que devido ser aplicado em um questionário e posteriormente entrevista individual fazem com que grandes quantidades de respondentes não sejam alcançadas ao mesmo tempo.

No sentido de se estabelecer uma estratégia para associar o ensino e o entendimento da ciência com os perfis dos respondentes, avaliando e considerando suas posturas e desejos, foi criado um instrumento de caráter qualitativo e quantitativo que avalia a relevância da educação científica em um contexto mais amplo, o instrumento *ROSE*.

Este instrumento tem por alvo estudantes que estão no final do ensino secundário e início do ensino médio, em torno dos 15 anos de idade. É um questionário, composto principalmente por questões fechadas com escalas de Likert de quatro pontos. Subdivido em oito seções, com média de 26 questões em cada uma delas. Três das seções são destinadas aos desejos de aprendizado dos respondentes, uma as aspirações de um futuro emprego, uma destinada aos problemas ambientais,

uma seção sobre as aulas de ciências, uma destinada à ciência e tecnologia e uma que versa sobre as experiências dos respondentes sobre experiências fora das escolas.

É um projeto de avaliação educacional a nível internacional que se destina mostrar quais fatores afetivos e do cotidiano dos estudantes tem importância no processo de aprendizagem da ciência e tecnologia. Dada à estrutura de abordagem qualitativa e quantitativa, público almejado e o caráter internacional, o instrumento *ROSE* é aplicado para grandes amostras.

O *ROSE* é efetivo tanto quanto os outros instrumentos citados em alcançar o objetivo proposto. Entretanto sofre críticas referentes à complexa logística envolvida na obtenção de dados, que necessita de grandes amostras para se alcançar toda a efetividade do instrumento, tendo sido estipulado pelos autores, no mínimo 600 indivíduos para a aplicação do instrumento e, principalmente quanto às comparações internacionais possíveis (FERGUSON *et al.*, 2012; TOLENTINO-NETO, 2008).

Os instrumentos *VNOS*, *VOSI* e *VASI*, são efetivos quanto às avaliações referentes ao conhecimento científico. Entretanto, possuem especificidade quanto às suas abordagens e aplicações, exigindo, portanto, logísticas diferentes. A abordagem qualitativa destes instrumentos é efetiva e permite um entendimento amplo sobre o tema analisado.

No entanto, questionários unicamente qualitativos, não permitem alcançar profundamente todas as visões sobre o conhecimento científico. Fazem-se necessários instrumentos que mesquem as abordagens qualitativas e quantitativas no mesmo instrumento, como os questionários *SUSSI* e *ROSE*. Estes instrumentos são do tipo *dual response*, o que permite um amplo entendimento nas duas abordagens utilizadas. A questão, no caso destes dois questionários é referente à logística envolvida nas aplicações. Uma vez que necessitam de grandes amostras e podem não ser efetivos de maneira total se aplicado em pequenas proporções.

Conclusão

A análise da literatura demonstrou que os instrumentos avaliados neste estudo são amplamente efetivos quanto às avaliações referentes às visões e posicionamentos de estudantes e professores sobre aspectos referentes à construção do conhecimento científico. Porém, possuem fragilidades, principalmente com relação à logística envolvida em suas aplicações.

Apesar da efetividade dos instrumentos citados torna-se necessário um entendimento sobre o questionamento e objetivo específico a ser avaliado para que, posteriormente, ocorra a escolha do instrumento que melhor se adequa a estes itens e proporcione amplo e profundo entendimento sobre o que se está sendo analisado, levando-se em consideração pontos positivos bem como as fragilidades, logística e variações culturais e sociais envolvidas.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F., **The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science.** Unpublished dissertation. Oregon State University. 1998.

CHWAB, J. **The teaching of science as enquiry.** In J.J. Schwab and P.F. Brandwein (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1-103). Cambridge, MA: Harvard University. 1962.

FERGUSON, J.; OLIVER, C. AND WALTER, M. **Astrobiology Outreach and the Nature of Science: The Role of Creativity.** *Journal of Astrobiology.* 2012.

LEDERMAN, N. G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L., & SCHWARTZ, R. S. **Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science.** *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521. 2002.

LEDERMAN, J. S., LEDERMAN, G. N., BARTOS, S. A., BARTELS, S. L., MEYER, A. A., SHWARTZ, R. S. **Meaningful Assessments of Learners' Understanding About Scientific Inquiry-The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire.** *Journal of Research In Science Teaching*. Vol. 51, NO. 1, PP. 65-83. 2014.

LEDERMAN, N. G. **Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future.** In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7, (2006). Disponível em: <from http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue1/foreword/index.htm> Acesso em 04 Ago. 2016.

LIANG, L. L., CHEN, S., CHEN, X., KAYA, O. N., ADAMS, A. D., MACKLIN, M., & EBENEZER, J. **Student understanding of science and scientific inquiry: revision and further validation of an assessment instrument.** In Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST). San Francisco, CA. 2006.

SCHREINER, C. **Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science—seen as signs of late modern identities.** Doctoral thesis, University of Oslo, Faculty of Education, Department of Teacher Education and School Development, Oslo. 2006.

SCHREINER, C., SJOBERG, S. **Science education and youth's identity construction—two incompatible projects? In The Re-Emergence of Values in the Science Curriculum**, edited by D. Corrigan, J. Dillon, and R. Gunstones, Sense Publishers, Rotterdam, pp 1–17. 2007.

SCHWARTZ, R. S., LEDERMAN, N. G., LEDERMAN, J. S. **An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire.** In Paper presented at the international conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST). Baltimore, MD. 2008.

SCHWARTZ, R. S., LEDERMAN, N. G., THOMPSON, R. **Grade nine students' views of nature of science and scientific inquiry: The effects of an inquiry-enthusiast's approach to teaching science as inquiry.** Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO. 2001.

SJOBERG, S., SCHREINER, C. **The ROSE project: an overview and key findings.** University of Oslo, Oslo. 2010.

TOLENTINO NETO, L. C. B. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil.** 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-16062008-155323/>>. Acesso em: 28 Abr. 2016.

WILLIAMS, A. T., RUDGE, D. W., **Emphasizing the History of Genetics in na Explicit and Reflective Approach to Teaching the Nature of Science: A pilot study.** *Sci & Educ*. 25:407-427. 2016.

WOLFF, L. **Educational Assessments in Latin America: Current Progress and Future Challenges.** Programa de Promocion de la Reforma Educativa en America Latina y el Caribe (PREAL), Washington, 1998.