

Inquiry-based science education: revisão de uma década de produções científicas

Fabiana Pauletti*, Carla Morais**

Resumo

As pesquisas voltadas a educação científica, especificamente, sobre o tema do *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) eclodiram nos últimos anos. Investigar os principais contextos de aplicação, descobertas, dificuldades e desafios advindos do uso do IBSE na Educação Básica de Ciências. Foi realizada uma revisão de literatura, utilizando uma década de produções científicas – entre 2006 e 2016 – a partir da plataforma de busca avançada da Universidade do Porto que é fornecida pela EBSCO. O *corpus* de análise compreendeu 45 artigos. Os principais resultados indicam que o IBSE tem sido considerado uma abordagem muito eficaz, estimulando os estudantes a questionar e propor problemas, na construção de hipóteses e na divulgação e justificação dos resultados atingidos. A abordagem do IBSE permite que os estudantes aprendam num processo investigativo semelhante ao método científico, de modo cooperativo, construindo conexões com conceitos científicos e com questões cotidianas e preparando os estudantes para uma aprendizagem ao longo da vida. A prática do IBSE nas escolas não é uma tarefa fácil, existindo muitos desafios e dificuldades para os professores e estudantes, contudo, essas dificuldades e desafios impostos a prática do IBSE devem ser explorados e debatidos a fim de ser superados.

Palavras-chave: *Inquiry-based science education*; Educação Básica; revisão de literatura.

* Estágio Pós-doutoral em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Educação e Licenciada em Química pela UCS. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: fpauletti@utfpr.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5896-5110>

** Licenciada em Química, Mestre em Educação Multimídia e Doutorada em Ensino e Divulgação das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). É Professora Auxiliar e membro da Unidade de Ensino das Ciências nessa Faculdade. É também membro do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP – RG5: Educação, Comunicação de Ciência e Sociedade). Email: cmorais@fc.up.pt. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2136-0019>



Introdução

O *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) tem sido amplamente recomendando como modo de ensinar Ciências desde que os Estados Unidos da América (EUA) publicaram em 1996 o documento “*National Science Education Standards*” (NRC, 1996). De lá para cá outros documentos enfatizaram o *inquiry*, como, por exemplo, o “*Inquiry and the National Science Education Standards: a Guide for Teaching and Learning*” também publicado pela NRC. Contudo, Deboer (2006) é bastante preciso ao datar que desde meados do século XIX, o *inquiry* tem composto o espectro educacionnal. Zômpero e Laburú (2011, p. 71) são mais precisos ao delinear que “a inclusão do *inquiry* na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: the theory of inquiry*, publicado em 1938”.

Percebe-se que ensinar Ciências pelo *inquiry*, é um anseio ainda do século passado e sem dúvida um ensejo contemporâneo. Isso se justifica porque ensinar Ciências mediante o *inquiry* é possibilitar que os estudantes tenham um protagonismo no processo de ensino e de aprendizagem, na medida que os estudantes são desafiados a comunicar o que já conhecem (DURAN *et al.*, 2009), a elaborarem suas próprias perguntas (MEYER; CRAWFORD, 2011), reunir evidências (MARX *et al.*, 2004), fazerem previsões e a interpretar e comunicar as conclusões atingidas (BHATTACHARYYA *et al.*, 2013). Esse direcionamento além de incluir os estudantes ainda no limiar da investigação, possibilita que eles construam explicações derivadas dos conceitos científicos e de sua experiência (MARX *et al.*, 2004), aprendam a usarem o conhecimento científico para gerar e criticar processos e produtos científicos (THADANI *et al.*, 2010), possibilitando, ainda, que os estudantes participem dos processos e dos tipos de pensamentos próprios dos cientistas (MARX *et al.*, 2004), além de estimular o pensamento científico de um modo bastante atraente (DE-JONCKHEERE *et al.*, 2016). Em síntese, ensinar Ciências mediante o IBSE é criar oportunidades para os estudantes se envolverem e desenvolverem uma compreensão aprofundada da ciência (MEYER; CRAWFORD, 2011), fomentando o protagonismo e minimizando os problemas decorrentes da motivação e da falta de interesse dos estudantes (DEBOER, 2006; SANGER, 2008; DODICK; ARGAMON; CHASE, 2009; IOANNIDOU *et al.*, 2010; SANTAUI; RITTER, 2013; CHOWDHURY, 2014).

É importante indicar que em contexto brasileiro, por exemplo, existe o chamado ensino por investigação que se aproxima da proposição do IBSE, foco deste estudo.

Conforme Carvalho (2018) o ensino por investigação, consiste numa proposta de ensinar conteúdos programáticos a partir de um ambiente construídos pelo professor que permita que os estudantes pensem, leiam e reflitam sobre a estrutura do conhecimento, evidenciando argumentos construídos e escrevam sobre o assunto estudado. Em síntese, as principais etapas do ensino por investigação são: o problema, que deve ser proposto pelo professor; a sistematização do conhecimento que deve ser construída pelo grupo de estudantes e com auxílio do professor; e, a escrita ou o desenho sobre o entendimento daquela situação investigativa (CARVALHO, 2013).

Este estudo é decorrente de uma Revisão de Literatura (PICKERING; BYRNE, 2014) e o *corpus* de análise foi composto por artigos voltados a Educação Básica de Ciências. São 45 artigos que compõe o *corpus* de análise, contudo, apenas 33 puderam ser classificados em algum nível escolar (Tabela 1). Os demais artigos do nosso *corpus* envolviam mais de um nível escolar, como, por exemplo; quatro artigos voltados ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio. Outros quatro artigos, foram desenvolvidos no âmbito do Ensino Superior com vistas a aplicação no Ensino Fundamental e na Educação Básica. E, quatro artigos não estavam direcionados especificamente para nenhum nível escolar, mas acenavam para a Educação Básica.

Tabela 1: Quantidade de artigos em cada nível escolar

Nível escolar	Quantidade de artigos
Educação Infantil	3
Ensino Fundamental	19
Ensino Médio	11

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Desse modo, o presente artigo tem por objetivo investigar os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na última década na Educação Básica de Ciências. Para isso, as questões que orientam este trabalho são:

- 1) Quais são os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências?
- 2) Quais são as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências?
- 3) Quais são os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências?

Encontrar respostas para essas questões, pode ser um meio também de demonstrar para a comunidade científica e para os professores de Ciências a importância da adoção do IBSE, bem como os principais resultados decorrentes dessa prática investigativa. As principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes e pelos professores ao aprender e ensinar Ciências mediante o IBSE, também podem auxiliar tanto os pesquisadores, como os professores de Ciências a construir estratégias visando a minimização dessas e de outras dificuldades emergentes. O apontamento dos principais desafios pode municiar todos os sujeitos do contexto escolar, bem como do contexto universitário a promover formação continuada para professores de Ciências a fim de superar os desafios emergentes decorrentes dessa prática.

Método

Nesta seção descrevemos a abordagem metodológica utilizada para realizar a revisão de literatura, considerando as 15 fases propostas por Pickering e Byrne (2014). A base de dados, os filtros e os critérios de inclusão e de exclusão, bem como as combinações das palavras-chave para realizar esta pesquisa.

Procedimento

A investigação foi realizada através do “Serviço Descoberta U.PORTO” (<http://descoberta.up.pt>). A biblioteca virtual da Universidade do Porto disponibiliza o serviço de descoberta *EBSCO Discovery Service*, que permite efetuar pesquisas em todos os recursos eletrônicos subscritos por esta universidade e respetivamente indexados em diferentes bases de dados como, por exemplo, *Web of Science*, *SCOPUS*, *Academic Search Complete* e *ERIC*, dentre outras.

Determinamos critérios de inclusão e de exclusão diretamente na busca avançada na base de dados, mediante a ativação dos filtros presentes na plataforma. Os filtros utilizados foram: i) apenas artigos completos publicados em revistas acadêmicas; ii) no idioma inglês; iii) no período de publicação 2006 até 2016.

O conjunto de palavras-chave utilizadas para busca foram: “*inquiry-based science education*”, “*science teaching*” e “*chemistry education*”. Em relação às palavras-chave utilizadas na busca avançada, cabe citar que realizamos várias buscas com outras combinações, tais como, “*inquiry-based science education*” e “*chemistry teaching*”,

“*inquiry-based science education*” e “*science teaching*”, variando o campo, ou seja, selecionando se essas palavras deveriam constar no título ou no resumo dos artigos completos. Assim diante de várias combinações dessas palavras-chave é que as buscas mais representativas são decorrentes das palavras-chave “*inquiry-based science education*” no campo resumo e “*science teaching*” no campo título e a combinação das palavras-chave “*inquiry-based science education*” e “*chemistry education*” ambas no campo resumo. Em resultado, 62 artigos completos fizeram parte do *corpus* de análise inicial. Essa busca avançada foi realizada entre maio e junho de 2017.

A leitura do resumo dos artigos não foi suficiente para extrair as informações necessárias para esta pesquisa. Assim, para além da leitura de todos os resumos, uma pesquisadora leu as conclusões e, em alguns casos, todo o artigo e começou a construir a base de dados numa planilha *Excel*. Uma vez concluída esta primeira análise e codificação, os artigos foram revisados novamente pelas duas pesquisadoras/autoras a fim de rever a codificação realizada e discutir a permanência ou não de alguns artigos no *corpus* de análise. Foram excluídos os artigos que não estivessem dentro do foco do IBSE, isto é, artigos que apenas apontavam num único parágrafo que a prática do IBSE poderia resolver determinada problemática, mas sem abordar esse método. Muitos artigos voltados para a formação de professores, foram excluídos porque apresentavam o IBSE, como um método necessário a ser trabalhado nessa formação, no entanto, não apresentavam qualquer resultado relacionado com o IBSE. Os artigos voltados somente para a Educação Superior também foram excluídos deste *corpus* de análise, visto que o foco do presente estudo é a Educação Básica. Em resultado, esses artigos foram codificados, analisados e discutidos individualmente entre as pesquisadoras/autoras e assim definiu-se o *corpus* de análise final com 45 artigos.

Corpus de análise

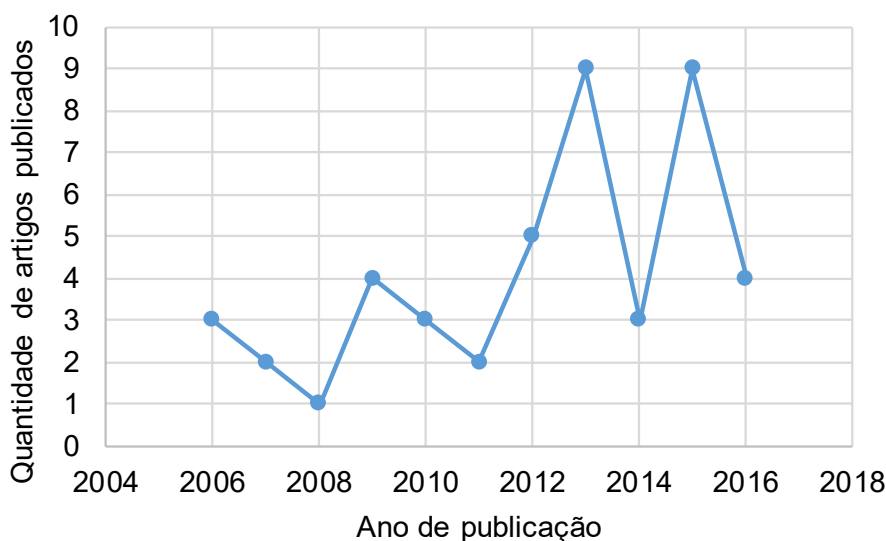
O *corpus* de análise compreende um total de 45 artigos completos publicados em revistas científicas indexadas (*Web of Science* e *SCOPUS*) e *proceedings* de conferências também indexadas (Quadro 1).

Quadro 1: Revistas das quais são provenientes os artigos analisados

Revistas científicas	ISSN / e-ISSN	Número de artigos
AIP Conference Proceedings	1551-7616	2
American Biology Teacher	0002-7685	1
Asia-Pacific Education Researcher	2243-7908	1
Biochemistry & Molecular Biology Education	1539-3429	1
Computer-Supported Collaborative Learning	1556-1615	1
Electronic Journal of Science Education	1087-3430	1
Equity & Excellence in Education	1547-3457	1
Eurasia - Journal of Mathematics, Science & Technology Education	1305-8223	3
Frontiers of Education in China	1673-3533	1
International Electronic Journal of Elementary Education - IEJEE	1307-9298	1
International Journal of Environmental & Science Education	1306-3065	2
International Journal of Science & Mathematics Education	1571-0068	1
International Journal of Science Education	1979-1986	4
Journal of Chemical Education	0021-9584	4
Journal of College Science Teaching	0047-231X	1
Journal of Elementary Science Education	1090-185X	1
Journal of Research in Science Teaching	0022-4308	1
Journal of Science & Arts	1844-9581	1
Journal of Science Education & Technology	1059-0145	1
Journal of Science Teacher Education	1573-1847	1
New Horizons in Education	1818-3352	1
Problems of Education in the 21st Century	1822-7864	1
Procedia - Social and Behavioral Sciences	1877-0428	4
Research in Science & Technological Education	1470-1138	1
Review of Educational Research	1935-1046	1
Science Education International	2077-2327	2
Studies in Science Education	1940-8412	1
Sustainability	2071-1050	1
The New Educator	1547-688X	1
The Science Teacher	0036-8555	1
Urban Review	1573-1960	1

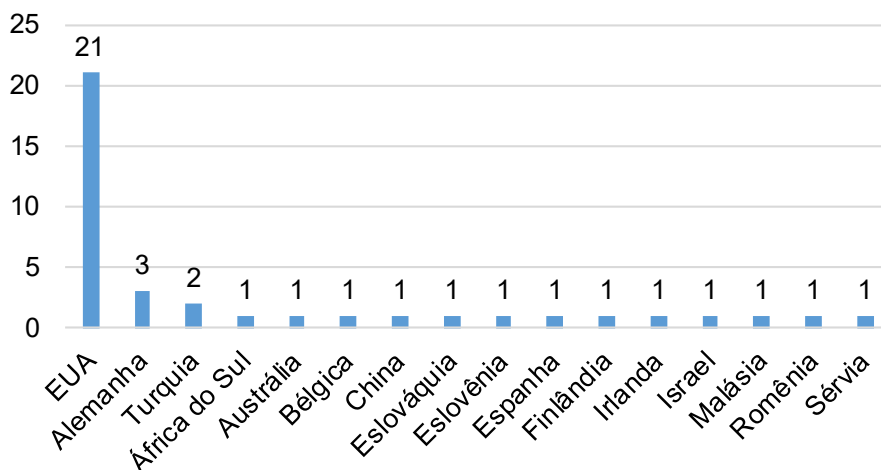
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Esses artigos foram publicados ininterruptamente de 2006 a 2016, com uma média de cerca de cinco artigos por ano; variando de um único artigo publicado em 2008 a nove artigos publicados em 2013 e 2015 (Gráfico 1).

Gráfico 1: Artigos publicados por ano na década de 2006 a 2016

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os artigos são na sua maioria de pesquisadores americanos, num total de 21 artigos. Três artigos desse *corpus* de análise são provenientes da Alemanha e dois da Turquia. O restante de artigos, são provenientes de países diferentes, com especial destaque para países da Europa (Gráfico 2).

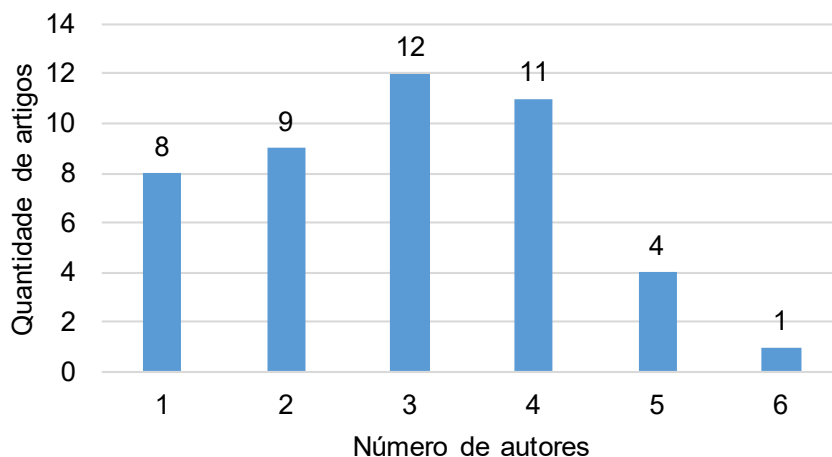
Gráfico 2: Países de proveniência dos artigos analisados

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Ademais, existem seis artigos que foram produzidos com coautoria de diferentes países. Os EUA, por exemplo, destacam-se por participar de cinco dessas coautorias juntamente com China, Alemanha, Irlanda, República da Coreia e Turquia. Enquanto que a República da Coreia participa de duas coautorias; uma com a Austrália e a outra já citada com EUA.

Um total de 131 autores estiveram envolvidos na produção dos artigos que constituem o nosso *corpus* de análise, sendo 84 mulheres e 47 homens. Cada artigo envolveu no mínimo um e no máximo seis autores (Gráfico 3).

Gráfico 3: Número de autores nos artigos analisados



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Categorias de análise

O *corpus* de análise foi classificado e codificado tendo em conta as seguintes categorias:

- i) Principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências. Esta categoria apresenta duas subcategorias: a primeira aborda os principais resultados do uso do IBSE na perspectiva dos estudantes; e, a segunda subcategoria, aborda os principais resultados do uso do IBSE na perspectiva dos professores.
- ii) Principais dificuldades enfrentadas na implementação do IBSE na Educação Básica de Ciências.
- iii) Principais desafios impostos a implementação do IBSE na Educação Básica de Ciências.

Resultados

Neste item vamos apresentar os resultados de forma a responder às três questões de investigação que orientaram este trabalho, a saber:

- 1) Quais são os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências?
- 2) Quais são as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências?
- 3) Quais são os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências?

Principais resultados decorrentes da abordagem IBSE

Nesta categoria apresentamos os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências em contextos internacionais.

Entre os vários autores que recomendam a abordagem do IBSE para o ensino de Ciências, como, por exemplo: Malina; Plunk; Lindell (2006), Sanger (2008), Desantis (2009), Furtado (2010), Leonard *et al.*, (2011), Garner, Siol e Eilks (2015). Variano e Taylor (2006, p. 4, tradução nossa) defendem o uso do IBSE em qualquer momento nas aulas de Ciências, seja mediante projetos de curto ou longo prazo a fim de “[...] permitir aos estudantes fazerem perguntas científicas, pensar em formas apropriadas para resolver suas questões e aprender a analisar criticamente evidências para chegar a conclusões apropriadas”. Korolija *et al.*, (2009, p. 117, tradução nossa) corroboram essa perspectiva relatando que a aprendizagem é beneficiada amplamente por meio de uma abordagem de IBSE “[...] em comparação com o método tradicional de ensino [...]”. Isso ocorre porque os estudantes aprendem a fazer perguntas, compreendem e aprendem no sentido de “[...] distribuírem adequadamente o desempenho das tarefas experimentais em um grupo, atitudes em relação ao trabalho e ao local de trabalho, interesse em trabalho extra, desejo de experimentar novas reações [...]” (KOROLIJA *et al.*, 2009, p. 117, tradução nossa).

Em outras palavras, os estudantes podem aprender os conceitos da ciência mediante métodos semelhantes aos empregados pelos cientistas (LONG, 2006; DESANTIS, 2009), criar conexões entre os conceitos científicos da ciência, com os acontecimentos e as questões do contexto (MAMLOK-NAAMAN; BARNEA, 2012; ZOELLNER; CHANT; WOOD, 2014).



Em relação ao estudo coletivo ou individual no trabalho investigativo, poucos artigos abordam essa questão, mas é recomendável que existam momentos em que os estudantes trabalhem em pequenos grupos e em momentos que cada estudante trabalhe individualmente. Variano e Taylor (2006), por exemplo, citam que os estudantes podem trabalhar coletivamente ou individualmente no IBSE. A colaboração fomentada nesse modo de ensinar, também é destacada por alguns pesquisadores (DURAN *et al.*, 2009, DESANTIS, 2009; MAGEE; FLESSNER, 2012). Nesse espectro, ensinar Ciências mediante o IBSE prevê um aumento significativo da interação (BHATTACHARYYA *et al.*, 2013; NAM; SEUNG; GO, 2013), do interesse (SIKES; SCHWARTZ-BLOOM, 2009; KING, 2012), da motivação (KOROLIJA *et al.*, 2009; DONNELLY; MCGARR; O'REILLY, 2014; MUMBA *et al.*, 2015) e do entusiasmo dos estudantes (SHAMSUDIN; ABDULLAH; YAAMAT, 2013). Em síntese, o IBSE aproxima os conceitos científicos do contexto dos estudantes visto que os ajuda a determinar o que é importante numa investigação, a elaborar um esquema/experimento, bem como a perceber o que ainda não sabe e o que precisa aprender (HODOSYOVÁ *et al.*, 2015).

Os estudantes e o IBSE: principais resultados

Nesta subcategoria abordamos os principais resultados da utilização do IBSE no ensino de Ciências na perspectiva dos estudantes. De acordo com alguns autores o IBSE é importante porque possibilita que os estudantes aprendem a pensar por si próprios (MALINA; PLUNK; LINDELL, 2006), e a vivenciar experiências (ZOELLNER; CHANT; WOOD, 2014), preparando-os para uma aprendizagem ao longo da vida (DRĂGHICESCU *et al.*, 2013). Thadani *et al.*, (2010) ao relatarem uma intervenção científica em três escolas através do IBSE comprovaram que os estudantes que frequentaram essas aulas apresentaram maiores ganhos em aprendizagem. Nesse sentido, além de avanços na aprendizagem, é de grande importância realizar ações investigativas a fim de imergir as crianças na prática da ciência.

No entanto, algumas lacunas relativas aos estudantes nesse processo são apontadas por alguns pesquisadores e devem ser cuidadosamente observadas. Os resultados obtidos por Nehring *et al.*, (2015, p. 1358, tradução nossa) sugerem que “[...] os estudantes dependem em grande medida de diferentes competências e características na resolução de problemas por investigação, sendo que as variáveis cognitivas, como, inteligência, carga cognitiva e conhecimento conceitual [...]” são essenciais para

esta prática. Ainda, de acordo com estes autores, existem variáveis que interferem diretamente na aprendizagem por via do IBSE, como, o *status* social, a linguagem falada no ambiente familiar, a quantidade de livros na casa dos estudantes e a motivação. Ramnarain (2015) alerta quanto à carência dos estudantes em relação ao pensar científico. Um possível caminho para superar esse diagnóstico é sugerido por Dejonckheere *et al.*, (2016, p. 538, tradução nossa) “[...] o engajamento precoce na ciência estimula o desenvolvimento de conceitos de si mesmo como aprendiz de ciência e participante no processo de ciência”. Segundo esses autores, estimular o pensamento científico nas crianças de modo apropriado para cada idade pode ser um caminho de despertar o estudante para a ciência. Nehring *et al.*, (2015, p. 1359, tradução nossa), no entanto, ressaltam que os “estudantes dos níveis secundários são melhores nas atividades de investigação, pois seus conhecimentos conceituais, a inteligência e a capacidade para lidar com as informações complexas são mais elaboradas”.

Akkus, Gunel e Hand (2007) apresentam um estudo que visa comparar a eficácia de uma abordagem baseada no IBSE em relação às práticas tradicionais de ensino com objetivo de examinar o desempenho dos estudantes na implementação dessas duas formas de ensino. Curiosamente, os autores constaram que os estudantes de menor desempenho se beneficiam mais com a implementação do IBSE, enquanto que “[...] o escore médio para os estudantes de alto desempenho em qualquer condição de tratamento não variou - assim, qualquer abordagem foi igualmente valiosa para estudantes de alto desempenho porque eles foram capazes de se adaptar” (AKKUS; GUNEL; HAND, 2007, p. 1762, tradução nossa). Contudo, os estudantes de baixo desempenho não obtiveram bons resultados no ensino tradicional. Assim, os resultados deste estudo sugerem que os estudantes de menor desempenho podem obter melhores aprendizagens numa abordagem investigativa, mas para isso é necessário que tenham oportunidades investigativas, isto é, “[...] precisam ter oportunidades para debater e discutir reivindicações e padrões de evidência antes de ter que escrever seus argumentos científicos [...]” (AKKUS; GUNEL; HAND, 2007, p. 1763, tradução nossa). Loannidou *et al.*, (2010) corroboram esse resultado, destacando que os estudantes com menor desempenho ficam mais interessados e envolvidos na ciência do que os estudantes com níveis mais avançados.

Em contrapartida, Gao (2014), ao examinar se o ensino por IBSE é mais eficaz do que o ensino tradicional em três países diferentes (Singapura, China e Estados



Unidos), concluiu que “para os estudantes de baixo desempenho, nenhum dos itens de prática de ensino baseado em investigação (IBSE) medidos teve uma relação significativa com as realizações científicas em qualquer nível de desempenho de estudantes em qualquer país/região [...]” (GAO, 2014, p. 519, tradução nossa). Ademais, “[...] este estudo sugere que quase nenhuma dessas práticas de ensino por investigação (IBSE) e ensino tradicional são um preditor positivo para o desenvolvimento científico dos estudantes com níveis médios e altos de desempenho em qualquer um dos três lugares” (GAO, 2014, p. 542, tradução nossa). No entanto, ao afirmar que os estudantes com baixo desempenho não obtiveram ganhos na aprendizagem da ciência mediante o IBSE, abre-se uma lacuna que requer mais pesquisas que visem explorar essa divergência apresentada nessas pesquisas. Tendo em vista que o estudo de Gao (2014) é o mais recente e é composto de contextos culturais diferentes, é necessário que novos estudos sejam realizados a fim de aprofundar e examinar esses resultados dissonantes, bem como dilatar a compreensão sobre o impacto do uso do IBSE para estudantes de diferentes níveis.

Os professores e o IBSE: principais resultados

Nesta subcategoria abordamos os principais resultados da utilização do IBSE no ensino de Ciências na perspectiva dos professores. De acordo com o *corpus* de análise verificou-se um certo consenso em torno da ideia de que os cursos voltados ao desenvolvimento profissional, bem como projetos relativos ao IBSE fornecem benefícios significativos para os professores (ROEHRIG; KRUSE; KERN, 2007; SANGER, 2008; MURPHY; MANCINI-SAMUELSON, 2012; SAVEC; DEVETAK, 2013; MCLOUGHLIN *et al.*, 2015). Esses benefícios incluem; minimizar as dúvidas e a ansiedade dos professores em relação ao uso do IBSE (FURTADO, 2010), favorecer a cooperação (LEONARD *et al.*, 2011), promover discussões entre os sujeitos do processo (NAM; SEUNG; GO, 2013), contemplar os problemas emergentes (FURTADO, 2010), influenciar as concepções sobre a natureza da ciência (SANGER, 2008), favorecer o desenvolvimento e localização de novos recursos para ensinar Ciências (FURTADO, 2010), fortalecer visões de como a ciência é ensinada e aprendida (SANGER, 2008), potencializar a qualidade da aula (ROEHRIG *et al.*, 2011), subsidiar a compreensão conceitual da ciência (KING, 2012; SOPRANO; YANG, 2013; SULLIVAN-WATTS *et al.*, 2013) e consequente desenvolver de novas

competências que propiciam o aumento da compreensão sobre o IBSE (SOPRANO; YANG, 2013; DEJONCKHEERE *et al.*, 2016).

Em síntese, os resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências na perspectiva dos professores nos fornecem subsídios suficientes para advogar em favor dessa prática. Sanger (2008, p. 301, tradução nossa) destaca a eficácia dos cursos voltados à formação dos professores de Ciências por meio do IBSE, pois “[...] levou a um maior interesse e à confiança no ensino da Ciência no Ensino Fundamental, e a uma maior probabilidade de que eles ensinem Ciências utilizando o IBSE”. Roehrig *et al.*, (2011) destacam que após um programa de desenvolvimento profissional as atitudes dos professores melhoraram significativamente. Decorre dali a relevância desses cursos, não só para a formação docente, mas também para que mudanças nas práticas pedagógicas se efetivem. Magee e Flessner (2012) acreditam que um dos modos dos professores utilizarem o IBSE é possibilitar inúmeras experiências dessa natureza para ajudá-los a identificar, aprender e trabalhar de forma prática.

Em contrapartida, é preciso destacar que para ensinar Ciências mediante o IBSE é necessário que os professores tenham profundo conhecimento do conteúdo científico que se propõe a investigar (BHATTACHARYYA *et al.*, 2013). Esse alerta deve-se, possivelmente, porque “ensinar usando o IBSE é muito mais complexo e diferente do ensino tradicional em sala de aula. Exige do professor diferentes tipos de competências e um alto nível de especialização” (MAMLOK-NAAMAN; BARNEA, 2012, p. 50, tradução nossa). Assim, é necessário que os programas de formação continuada para docentes e os cursos de licenciatura abordem sistematicamente o IBSE para capacitar esses profissionais, além de potencializar a confiança no uso dessa prática pedagógica. Isso se faz necessário, porque alguns estudos apontaram a formação incipiente e inadequada dos professores em relação ao IBSE (ROEHRIG; KRUSE; KERN, 2007; PARK; CHU; MARTIN, 2016). Além disso, Ratinen *et al.*, (2015) descobriram que nem sempre existe coerência das crenças dos professores com o modo de ensinar Ciências mediante o IBSE, visto que alguns professores conheciam o IBSE, entretanto, não conseguiam adotá-lo em sala de aula. Krämer, Nessler e Schlüter (2015), por exemplo, fizeram um estudo exploratório com intuito de identificar as principais problemáticas dos professores em relação ao IBSE e descobriram que os problemas se iniciam ainda na formação e são exibidos nas próprias autoavaliações desses sujeitos quando “[...] os professores percebem sub-



jetivamente que não possuem conhecimento pedagógico e funcional” (NESSLER; SCHLÜTER, 2015, p. 339, tradução nossa) para ensinar mediante o IBSE. Nam, Seung e Go (2013, p. 831, tradução nossa) ao investigar um programa de tutoria colaborativa, com foco no ensino de Ciências baseado no IBSE, atestaram “[...] que os professores iniciantes não possuíam conhecimento prático sobre o ensino por meio da investigação”.

Em contrapartida, Santau e Ritter (2013), ao entrevistarem professores descobriram que os novatos possuíam ideias mais sofisticadas, articuladas e detalhadas sobre o IBSE, se comparado com os professores mais veteranos, os quais mencionaram ensinar Ciências predominantemente por práticas tradicionais. De acordo com os autores, esses resultados refletem que as reformas educacionais estão sendo efetivadas na prática. No entanto, nem os professores veteranos e nem os novatos pareciam conhecer muitos estudos baseados no IBSE. Isso indica que ambos os professores, provavelmente, não farão uso do IBSE para ensinar cotidianamente.

Dessa maneira, urge a necessidade de superar possíveis resistências dos professores, visto que segundo King (2012) mesmo após 20 anos de implementação de práticas investigativas existem professores que ainda relutam na adoção desse modo de ensinar.

Principais dificuldades enfrentadas na implementação do IBSE

Nesta categoria, apresentamos as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências. Destacamos que nem sempre os autores dos artigos analisados expuseram as possíveis dificuldades emergentes do uso do IBSE. Magee e Flessner (2012) salientam o quão difícil é entender e fazer uso do IBSE para ensinar. Já para outros autores a dificuldade perpassa o descrever, caracterizar e implementar o IBSE em sala de aula (FURTAK *et al.*, 2012, SANTA; RITTER, 2013; DONNELLY; MCGARR; O'REILLY, 2014). Akkus, Gunel e Hand (2007, p. 1745, tradução nossa) destacam que “a parte difícil para o sucesso é mudar as práticas dos professores das formas de ensino tradicionais percebidas para abordagens mais baseadas em investigação”. A falta de conhecimento prático dos professores e a pouca participação dos estudantes também representaram dificuldades na prática do IBSE.

Unlu, Dokme e Tufekci (2015, p. 51, tradução nossa) demonstram as dificuldades relativas às múltiplas funções do docente: “[...] foi difícil para o professor também ser o pesquisador, tanto para fornecer orientação quanto para fazer observações no processo de atividade”. Bhattacharyya *et al.*, (2013) destacam que a falta de conhecimento do conteúdo por parte de alguns professores limitou a prática do IBSE, visto que a confiança desses docentes não foi adequada. Park, Chu e Martin (2016) também pontuam o conhecimento limitado do conteúdo científico como uma dificuldade emergente. Em relação às dificuldades decorrentes da aplicação do IBSE pela perspectiva dos professores Rodríguez-Arteche e Martínez-Aznar (2016) apresentam uma série de dúvidas que esses sujeitos tiveram na prática do IBSE, desde identificar variáveis, tomar decisões e analisar criticamente os resultados obtidos.

Já em relação às principais dificuldades dos estudantes decorrentes do IBSE no ensino de Ciências, King (2012) destaca que esses sujeitos possuem dificuldades de aplicar os conceitos aprendidos por meio do IBSE em contextos externos à escola. Nehring *et al.*, (2015, p. 1344, tradução nossa) mostram que “[...] os estudantes têm dificuldades em desenvolver competências de investigação científica e uma compreensão adequada sobre a natureza da investigação científica”. Em outras palavras, Shamsudin, Abdullah e Yaamat (2013, p. 584, tradução nossa) apontam que existem “[...] dificuldades em despertar e manter os interesses dos estudantes à medida que se envolviam com o IBSE”.

A falta de acesso aos recursos e materiais necessários para o IBSE também foi apontada por Roehrig *et al.*, (2011, p. 573, tradução nossa): “[...] os professores relataram não ter acesso a livros e recursos científicos ou matemáticos”. Garner, Siol e Eilks (2015, p. 1809, tradução nossa) também acenam para a falta de materiais e outras limitações como: “[...] equipamento insuficiente, restrições de tempo e limitações nas instalações escolares”. Ramnarain (2015) destaca que muitas escolas, sobretudo, as das áreas rurais não possuem equipamentos básicos e laboratórios, condições, essas, que muitas vezes inviabilizam a prática do IBSE. Por fim, a defasagem estrutural e a carência de recursos e materiais, bem como a falta de tempo também foram apontadas por alguns professores como dificuldades decorrentes da prática do IBSE (KRÄMER; NESSLER; SCHLÜTER, 2015).



Principais desafios impostos a implementação do IBSE

Nesta categoria apresentamos os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências. Consideramos nesta categoria como sinônimas as demandas e as necessidades que emergem do IBSE. Convém salientar, também, que nem todos os autores desse *corpus* de análise apontaram os desafios impostos ao IBSE no contexto investigado.

Ratinen *et al.*, (2015) destacam que o principal desafio imposto ao IBSE no ensino de Ciências é a superação da cultura escolar dominante, visto que esta não permite inovações, tão pouco a formação inicial e continuada dos professores a partir de outras (novas) perspectivas didáticas. Desantis (2009) destaca que o desafio é ainda a utilização do IBSE. King (2012) também corrobora essa perspectiva e acrescenta que a maioria das aulas de Química ainda não utiliza o IBSE. Santau e Ritter (2013, p. 258, tradução nossa) salientam que os padrões e as diretrizes que outorgam o IBSE “[...] são frequentemente subestimados, mal interpretados ou não implementados [...]”. Para Garner, Siol e Eilks (2015, p. 1801, tradução nossa) o desafio é a incorporação de ambientes informais (ou não formais): “os ambientes de aprendizagem fora da escola precisam ser incorporados”. Já para Duran *et al.*, (2009), a variedade de termos utilizados por diferentes pesquisadores, dificulta a compreensão dessa prática. Sendo assim, o desafio é estabelecer critérios que configurem e definam o IBSE numa linguagem universal.

Contudo, outros pesquisadores destacam que os desafios vão desde a inserção da tecnologia educacional (MALINA; PLUNK; LINDELL, 2006; ÇETIN, 2016), a redução com a preocupação demasiada com o sucesso escolar (SHAMSUDIN; ABDULLAH; YAAMAT, 2013), a escolha das atividades adequadas para a investigação (SOPRANO; YANG, 2013), o atendimento às necessidades dos professores (ROEHRIG *et al.*, 2011) e a integração da ciência com a leitura e com a escrita (FURTADO, 2010).

Soprano e Yang (2013) apontam que a abordagem do IBSE é ainda um desafio na formação dos professores. Para Roehrig *et al.*, (2011, p. 577, tradução nossa) é ainda um desafio para os responsáveis pelos cursos de formação de professores, trabalhar com “[...] estratégias de ensino que conectam os conteúdos e processos que ajudem os professores entender o papel que os interesses dos estudantes têm nessa tentativa”. Oportunizar aos futuros professores de Ciências o conhecimento

prático dessa abordagem de ensino e de aprendizagem é ainda um desafio: “os futuros professores devem experimentar pessoalmente os métodos do IBSE e refletir sobre a sua natureza [...]” (RODRÍGUEZ-ARTECHE; MARTÍNEZ-AZNAR, 2016, p. 1529, tradução nossa).

De acordo com Leonard *et al.*, (2011) é imprescindível que os responsáveis pelos cursos de formação de professores desenvolvam atividades de reflexão, para que os futuros professores consigam examinar seus pressupostos e crenças, sobre os estudantes e sobre os conteúdos científicos, bem como equipá-los com recursos didáticos adequados. Outros autores sugerem pesquisas mais amplas (KOROLIJA *et al.*, 2009; KING, 2012; CHANG; ZHANG; CHANG, 2014) e longas junto aos professores (NAM; SEUNG; GO, 2013; ÇETIN, 2016) para compreender-se como as crenças e preconceitos influenciam o ensino (PARK; CHU; MARTIN, 2016), visto a inter-relação entre as crenças com a forma que os professores ensinam. Ensinar por meio do IBSE é um constante desafio na ótica de Mamlok-Naaman e Barnea (2012) em função da complexidade implícita nesse método de ensino, o qual requer do professor múltiplas habilidades e significativo nível de especialização. Roehrig, Kruse e Kern (2007) asseguram que os desafios em torno do IBSE emergem da necessidade dos professores ouvirem e observarem mais o trabalho e os estudantes, no sentido de perceber seus interesses e suas ideias.

Conclusões

Resgatando os objetivos deste trabalho, que consiste em investigar os principais resultados da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências e conhecer as principais dificuldades e desafios da aplicação do IBSE, percebemos que os resultados dessa prática investigativa indica melhorias na aprendizagem dos estudantes, sendo possível motivá-los para aprender assuntos de interesse a partir da utilização de métodos e procedimentos semelhantes aos que os cientistas utilizam. É fundamental que os estudantes saibam fazer perguntas, identificar problemas do contexto e utilizar o conhecimento disponível para resolver essas problemáticas, seja de modo coletivo e individual. O contexto escolar permite que os estudantes aprendam os conhecimentos científicos, que foram construídos ao longo da história a fim de possibilitar melhorias sociais, econômicas, ambientais e políticas, bem como promover o avanço gradual na sociedade, por isso é imprescindível que os estudantes



conheçam os processos e produtos da ciências. Entretanto, não podemos esquecer que conhecer os caminhos, métodos e processos para construir esses produtos, é que legitima a educação escolar. A aprendizagem mediante o IBSE além de fazer com que os estudantes experienciem esses processos e métodos científicos, contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da inteligência dos estudantes, agiganta a potencialidade de resolução de problemas, possibilita a interação entre os estudantes, favorece o “pensar por si próprio” e o desenvolvimento conceitual. O ensino de Ciências pelo IBSE, requer um pensar sobre o método investigativo visto que a linguagem falada, o *status* social, a motivação e a quantidade de livros na casa dos estudantes são variáveis que subsidiam/interferem diretamente nessa prática. Assim, é necessário o engajamento não só da equipe escolar, mas dos pais e responsáveis pelos estudantes, enfim, de toda a comunidade escolar.

Ao se comparar o ensino tradicional e o IBSE as pesquisas divergem quanto aos benefícios atestados pelo IBSE aos estudantes de menor desempenho e isso carece de mais pesquisas para que saibamos se de fato o IBSE pode favorecer todos os estudantes em quaisquer os níveis da Educação Básica. Contudo, independente desses resultados dissonantes, devemos reconhecer que para a prática do IBSE seja de uso corrente nas escolas é essencial que os professores sejam capacitados em cursos de formação sobre esse método de ensino. Esses cursos devem desenvolver novas competências sobre o IBSE, promovendo a discussão, a cooperação, a abordagem dos problemas emergentes, a identificação de recursos e estratégias, a construção e fortalecimento de uma visão sobre os modos de ensinar e aprender Ciências, a fim de identificar e vivenciar os benesses dessa prática investigativa. Somente pela aprendizagem de formas de ensinar pelo IBSE e pela vivência de práticas investigativas é que os professores sentir-se-ão seguros e confiantes da adoção desse método investigativo no contexto escolar. Ensinar Ciências mediante o IBSE, é muito mais complexo e trabalhoso do que ensinar pelo modo tradicional, o qual a maioria dos professores aprendeu e ensinou durante suas vidas, por isso é de importância capital que os professores tenham significativo conhecimento científico sobre a temática em estudo. Também, não basta capacitar os professores sobre modos de ensinar pelo IBSE é fundamental acompanhar e dar suporte aos professores durante algum tempo, pois nem sempre existe coerência entre as narrativas dos professores e a prática em sala de aula.

Em relação as dificuldades expressas foi possível perceber que a falta de uma definição universal em torno do IBSE dificulta o entendimento e a implementação desse método em sala de aula. A falta de conhecimento dos professores sobre o IBSE também foi apontado como uma dificuldade emergente, contudo, como já ressaltamos é fundamental a capacitação dos professores para uso e vivência desse modo de ensinar investigativo. É pela formação dos professores a respeito do IBSE que os estudantes terão suas dificuldades minimizadas, visto que aprender mediante a investigação se aproxima dos modelos de fazer ciência, de construir conhecimentos científicos e, essa pode ser uma maneira de motivar e despertar o interesse dos estudantes. Contudo, para podermos ensinar mediante o IBSE precisamos de espaços (escolas) minimamente equipadas, com recursos e ambientes propícios a investigação de problemas que emanam do contexto.

Um dos desafios impostos ao ensino pelo IBSE se refere a superação de uma cultura escolar dominante, a qual não permite o uso de abordagens pedagógicas diferenciadas, tão pouco a inovação didática. Ambientes educacionais que ultrapassam a sala de aula, o uso da tecnologia, dos instrumentos culturalmente construídos e a exploração de linguagens próprias da ciências e do contexto escolar, devem ser sistematicamente intercaladas a fim de permitir que tanto estudantes, como professores, sejam sujeitos que visam uma aprendizagem para vida; uma aprendizagem que ultrapassa qualquer ambiente e espaço físico. Uma aprendizagem que atende as necessidades pessoais e sociais. Uma aprendizagem que não se detem somente ao “sucesso escolar”. Uma aprendizagem que supere os desafios e dificuldades impostos cotidianamente pelas mais variadas variáveis. Uma aprendizagem que experimente caminhos e métodos variados. Uma aprendizagem que permita a elaboração de hipóteses e meios de ação. Uma aprendizagem que permita aos sujeitos errarem e aprenderem com os erros. Uma aprendizagem que se construa e reconstrua de acordo com as novas compreensões atingidas. Uma aprendizagem que capacite os sujeitos se comunicar e justificar os resultados alcançados. Enfim, uma aprendizagem que atenda também as demandas exteriores, que acenam para o uso do IBSE há mais de um século, por acreditarem que esse pode ser sim, um meio de incentivar e motivar os estudantes com sua própria aprendizagem, mormente porque os conhecimentos dos estudantes já construídos são considerados, bem como existe a concomitância entre a teoria e a prática.



Inquiry-based science education: review of a decade of scientific production

Abstract

Research on science education, specifically on the subject of Inquiry-Based Science Education (IBSE) has emerged in recent years. One of the reasons for this outbreak is that teaching at IBSE seems to improve students' learning by promoting an understanding of science processes and products. To investigate the main contexts of application, discoveries, difficulties and challenges arising from the use of IBSE in Basic Education of Sciences. A literature review was carried out, using a decade of scientific production - between 2006 and 2016 - using the University of Porto's advanced search platform provided by EBSCO. The analysis corpus comprised 45 articles. The main results indicate that IBSE has been considered a very effective approach, encouraging students to question and propose problems, in the construction of hypotheses and in the dissemination and justification of the results achieved. The IBSE approach allows students to learn in an investigative process similar to the scientific method, in a cooperative way, building connections with scientific concepts and everyday issues and preparing students for lifelong learning. The practice of IBSE in schools is not an easy task, with many challenges and difficulties for teachers and students, however, these difficulties and challenges imposed by the practice of IBSE must be explored and debated in order to be overcome.

Keywords: Inquiry-based science education; Basic Education; literature review.

Referências

- AKKUS, R.; GUNEL, M.; HAND, B. Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: are there differences? **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 14, p. 1745-1765, 2007.
- BHATTACHARYYA, S. *et al.* Effectiveness of science method teaching in teacher education: a longitudinal case study. **Electronic Journal of Science Education**, v. 17, n. 2, p. 1-27, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- _____. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- CHANG, H. Y.; ZHANG, Z. H.; CHANG, S. Y. Adaptation of an inquiry visualization curriculum and its impact on chemistry learning. **Asia-Pacific Education Researcher**, v. 23, n. 3, p. 605-619, 2014.
- CHOWDHURY, M. A. The necessity to incorporate TQM and QA study into the undergraduate chemistry/science/engineering curriculum. **The TQM Journal**, v. 26, n. 1, p. 2-13, 2014.
- DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: Flick, L. B.; Ledreman, N. G. (eds.). **Scientific inquiry and nature of Science**, 2006.
- DEJONCKHEERE, P. J. N. *et al.* Exploring the classroom: teaching science in early childhood. **IEJEE**, v. 8, n. 4, p. 537-558, 2016.

- DESANTIS, L. R. G. Teaching evolution through inquiry-based lessons of uncontroversial science. **The American Biology Teacher**, v. 71, n. 2, p. 106-111, 2009.
- DODICK, J.; ARGAMON, S.; CHASE, P. Understanding scientific methodology in the historical and experimental sciences via language analysis. **Science & Education**, v. 18, p. 985-1004, 2009.
- DONNELLY, D. F.; MCGARR, O.; O'REILLY, J. "Just be quiet and listen to exactly what he's saying": conceptualising power relations in inquiry-oriented classrooms. **International Journal of Science Education**, v. 36, n.12, p. 2029-2054, 2014.
- DURAN, E. *et al.* The impact of a professional development program integrating informal science education on early childhood teachers' self-efficacy and beliefs about inquiry-based science teaching. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 4, p. 53-70, 2009.
- DRĂGHICESCU, L. M. *et al.* Pleading for an integrated curriculum. **Journal of Science and Arts**, ano 13, v. 1, n. 22, p. 89-95, 2013.
- FURTADO, L. Kindergarten teachers' perceptions of an inquiry-based science teaching and learning professional development intervention. **New Horizons in Education**, v. 58, n. 2, p. 104-120, 2010.
- FURTAK, E. M. *et al.* Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012.
- GAO, S. Relationship between science teaching practices and students' achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An Analysis Using TIMSS 2011 Data. **Frontiers of Education in China**, v. 9, n. 4, p. 519-551, 2014.
- GARNER, N.; SIOL, A.; EILKS, I. The potential of non-formal laboratory environments for innovating the chemistry curriculum and promoting secondary school level students education for sustainability. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 1798-1818, 2015.
- HODOSYOVÁ, M. *et al.* The development of science process skills in physics education. **Procedia**, v. 186, p. 982-989, 2015.
- ÇETIN, N. I. Effects of a teacher professional development program on science teachers' views about using computers in teaching and learning. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 11, n. 15, p. 8026-8039, 2016.
- IOANNIDOU, A. *et al.* Mr. vetro: a collective simulation for teaching health science. **Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 5, n. 2, p. 141-166, 2010.
- KING, D. New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. **Studies in Science Education**, v. 48, n. 1, p. 51-87, 2012.
- KOROLIJA, J. N. *et al.* A contribution to science for all: learning about polymers. **Problems of education in the 21st century**, v. 17, 2009.
- KRÄMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLÜTER, K. Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 3, p. 325-343, 2015.
- LEONARD, J. *et al.* Teaching science inquiry in urban contexts: the role of elementary preservice teachers' beliefs. **Urban Review**, v. 43, n.1, p. 124-150, 2011.
- LONG, S. The science teacher: education on safety. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 6, p. 830-832, 2006.

MAGEE, P. A.; FLESSNER, R. Collaborating to improve inquiry-based teaching in elementary science and mathematics methods courses. **Science Education International**, v. 23, n. 4, p. 353-365, 2012.

MALINA, E.; PLUNK, D.; LINDELL, R. Development of a standards-based integrated science course for elementary teachers. **American Institute of Physics**, v. 818, n. 19, p. 19-22, 2006.

MAMLOK-NAAMAN, R.; BARNEA, N. Laboratory activities in Israel. **Eurasia**, v. 8, n. 1, p. 49-57, 2012.

MARX, R. W. *et al.* Inquiry-based science in the middle grades: assessment of learning in urban systemic reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 1063-1080, 2004.

MEYER, X.; CRAWFORD, B. A. Teaching science as a cultural way of knowing: merging authentic inquiry, nature of science, and multicultural strategies. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, p. 525-547, 2011.

MCLOUGHLIN, E. *et al.* Teaching, learning, and assessing inquiry-based science education. **American Institute of Physics**, v. 1697, p. 120010-1-2, 2015.

MUMBA, F. *et al.* Chemistry teachers' perceived benefits and challenges of inquiry-based instruction in inclusive chemistry classrooms. **Science Education International**, v. 26, n. 2, p. 180-194, 2015.

MURPHY, T. P.; MANCINI-SAMUELSON, G. J. Graduating stem competent and confident teachers: the creation of a stem certificate for elementary education majors. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 2, p. 18-23, 2012.

NAM, J.; SEUNG, E.; GO, M. The effect of a collaborative mentoring program on beginning science teachers' inquiry-based teaching practice. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 5, p. 815-836, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **National Science Education Standards (NSES)**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NEHRING, A. *et al.* Predicting students' skills in the context of scientific inquiry with cognitive, motivational, and sociodemographic variables. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 9, p. 1343-1363, 2015.

PARK, J.; CHU, H. E.; MARTIN, S. N. Exploring how Korean teacher's attitudes and self-efficacy for using inquiry and language based teaching practices impacts learning for culturally and linguistically diverse students: Implications for science teacher education. **Eurasia**, v. 12, n. 7, p. 1799-1841, 2016.

PICKERING, C.; BYRNE, J. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. **Higher Education Research and Development**, v. 33, n. 3, 534-548, 2014.

RAMNARAIN, U. Connecting the hands-on to the minds-on: a video case analysis of South African physical sciences lessons for student thinking. **Eurasia**, v. 11, n. 5, p. 1151-1163, 2015.

RATINEN, I. *et al.* Primary Student-Teachers' Practical Knowledge of Inquiry-Based Science Teaching and Classroom Communication of Climate Change. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 10, n. 5, p. 649-670, 2015.

RODRÍGUEZ-ARTECHE, I.; MARTÍNEZ-AZNAR, M. M. Introducing inquiry-based methodologies during initial secondary education teacher training using an open-ended problem about chemical change. **Journal of Chemical Education**, v. 93, p. 1528-1535, 2016.

ROEHRIG, G. H.; KRUSE, R. A.; KERN, A. Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. **Journal of Research In Science Teaching**, v. 44, n. 7, p. 883-907, 2007.

ROEHRIG, G. H. *et al.* We look more, listen more, notice more: impact of sustained professional development on head start teachers' inquiry-based and culturally-relevant science teaching practices. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, p. 566-578, 2011.

SANGER, M. J. How does inquiry-based instruction affect teaching majors' views about teaching and learning science? **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, 297-302, 2008.

SANTAU, A. O.; RITTER, J. K. What to teach and how to teach it: elementary teachers' views on teaching inquiry-based, interdisciplinary science and social studies in urban settings. **The New Educator**, v. 9, n. 4, p. 255-286, 2013.

SAVEC, V. F.; DEVETAK, I. Evaluating the effectiveness of students' active learning in chemistry. **Procedia**, v. 106, p. 1113-1121, 2013.

SHAMSUDIN, N. M.; ABDULLAH, N.; YAAMAT, N. Strategies of teaching science using an inquiry based science education (IBSE) by novice chemistry teachers. **Procedia**, v. 90, p. 583-592, 2013.

SIKES, S. S.; SCHWARTZ-BLOOM, R. D. Direction discovery: a science enrichment program for high school students. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 37, n. 2, p. 77-83, 2009.

SOPRANO, K.; YANG, L. Inquiring into my science teaching through action research: a case study on one pre-service teacher's inquiry-based science teaching and self-efficacy. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 11, p. 1351-1368, 2013.

SULLIVAN-WATTS, B. K. *et al.* Sustaining reform-based science teaching of preservice and inservice elementary school teachers. **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 5, p. 879-905, 2013.

THADANI, V. *et al.* The possibilities and limitations of curriculum-based science inquiry interventions for challenging the "pedagogy of poverty". **Equity & Excellence in Education**, v. 43, n. 1, p. 21-37, 2010.

UNLU, Z. K.; DOKME, I.; TUFEKCI, A. An action research on teaching science through technology supported inquiry - based learning: a pilot study. **Procedia**, v. 186, p. 46-52; 2015.

VARIANO, E.; TAYLOR, K. Inquiry in limnology lessons. **The Science Teacher**. 2006.

ZOELLNER, B. P.; CHANT, R. H.; WOOD, K. "But aren't diesel engines just for big, smelly trucks?" an interdisciplinary curriculum project for high school chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 4, p. 497-504, 2014.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

