

O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas

Ronaldo Santos Santana¹, Maria Candida Varone de Moraes Capecchi² e Fernanda Franzolin²

¹Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. ²Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Brasil. E-mails: prof.ronaldosantana@gmail.com, fernanda.franzolin@ufabc.edu.br, maria.capecchi@ufabc.edu.br.

Resumo: O ensino de ciências por investigação é uma abordagem didática que tem sido recomendada mundialmente. Esse ensino pode ser implementado pelos professores por meio de atividades nas quais os alunos investigam um problema proposto e tentam buscar hipóteses, soluções e considerações para respondê-lo. O objetivo desta pesquisa é investigar o que é possível aos professores colocar em prática e o que eles conseguem implementar em relação às atividades investigativas nos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa que utiliza elementos do referencial teórico/metodológico dos estudos de casos múltiplos e das pesquisas colaborativas. Os dados foram tratados por meio da análise de conteúdo. Como resultado, foi percebido que os professores conseguiram estabelecer, por meio da implementação de atividades investigativas, um diálogo interdisciplinar do ensino de ciências com outras áreas de conhecimento, realizar atividades experimentais investigativas em escolas sem laboratório didático, desenvolver questões sobre a natureza da ciência, dentre outras possibilidades. Espera-se que as considerações e questionamentos oriundos desta pesquisa possam contribuir com futuros trabalhos, para que se possa ampliar o conhecimento do fenômeno de implementação do ensino de ciências por investigação.

Palavras-chave: aprendizagem por investigação, experimentação, formação continuada de professores.

Title: Science inquiry-based teaching in early years: possibilities for the implementation of inquiry-based activities

Abstract: Science inquiry-based teaching is a didactic approach recommended worldwide. It may be implemented by teachers through activities in which students investigate a proposed problem and attempt to form hypotheses, solutions and considerations to answer said problem. The aim of the present study is to investigate what is possible for teachers to put into practice and implement concerning inquiry-based activities in the initial years of elementary education. A qualitative research was carried out, applying theoretical/methodological framework elements from multiple case studies and collaborative research. The data were treated by a content analysis. Results indicate that teachers were able to establish an interdisciplinary dialogue between science teaching and other knowledge

areas, through the implementation of inquiry-based activities, and were also able to carry out investigative experimental activities in schools without didactic laboratories and develop questions about the nature of science, among other possibilities. It is expected that the considerations and questions arising from this research may contribute to future studies, so that knowledge on the phenomenon of the implementation of science inquiry-based teaching may be broadened.

Keywords: inquiry-based teaching, experimentation, continuing teacher training.

Introdução

A alfabetização científica (AC) tem sido tomada por objetivo central do ensino de ciências em diversos documentos oficiais (Hofstein e Lunetta, 2004). Ela é usualmente concebida como uma maneira ampla e funcional de proporcionar o entendimento das pessoas sobre a Ciência para propósitos educacionais gerais, não tendo a finalidade de uma educação voltada para a preparação de cientistas (DeBoer, 2000). De maneira geral, Laugksch (2000) entende a AC como um conjunto de conteúdos, conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas à Ciência que devem ser ensinados de modo comum a todas as pessoas.

A iniciação desse processo é defendida desde o momento que o aluno entra na escola (Viecheneski, Lorenzetti e Carletto, 2012). Sobre o vínculo da alfabetização científica com o ensino de ciências, Sasseron (2015, p. 52) afirma:

[...] ensinar Ciências, sob essa perspectiva, implica dar atenção a seus produtos e a seus processos. Implica oportunizar o contato com um corpo de conhecimentos que integra uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas. Implica, portanto, não apenas reconhecer os termos e os conceitos canônicos das ciências de modo a poder aplicá-los em situações atuais, pois o componente da obsolescência integra a própria Ciência e o modo como dela e de seus conhecimentos nos apropriamos.

Dessa forma, neste trabalho, consideramos a alfabetização científica como um processo que visa a aproximar o aluno da cultura científica. Esta inclui os conhecimentos produzidos, as práticas realizadas, atitudes e valores. Esse processo de aproximação visa a uma formação educacional mais ampla, voltada para o desenvolvimento da criticidade e para o pleno exercício da cidadania.

Assim, o processo de alfabetização científica está muito relacionado com o ensino de ciências por investigação, pois uma das formas de se trabalhar a AC dentro das escolas seria por intermédio do ensino por investigação (AAAS, 1993; Gormally, Brickman, Hallar e Armstrong, 2009; Machado e Sasseron, 2012). É possível localizar, na literatura internacional, trabalhos que utilizam os pressupostos do ensino de ciências por investigação por meio de diversos termos, por exemplo: em espanhol por meio dos termos *Enseñanza por Investigación* (Gómez-Martínez, Carvalho e Sasseron, 2015; Rodríguez e León, 1995); e *Aprendizaje or Enseñanza por indagación*

(Godoy, Segra e Mauro, 2014; Torres Salas, 2010); em inglês por meio dos termos *Inquiry* (Anderson, 2002), *Inquiry-Based Science Education* (Abd-El-Khalick et al., 2004), *Inquiry Based Problem*, *Inquiry Based Learning* (Bayram, Oskay, Erdem, Özgür e Şen, 2013) ou *Inquiry-based instruction* (Velloo, Perumal e Vikneswary, 2013).

Na literatura científica nacional, os termos mais comumente utilizados são: ensino de ciências por investigação, ensino por descoberta, ensino e aprendizagem como investigação ou atividades investigativas (Zompero e Laburú, 2011). Há um número consistente de pesquisas sobre o ensino de ciências por investigação em âmbito nacional e internacional (Abd-El-Khalick et al., 2004; Bybee, 2000; Carvalho e Gil-Peréz, 1993; Carvalho, 2013; Colombo Junior, Lourenço, Sasseron e Carvalho, 2012; Gouw, Franzolin e Fejes, 2013; Munford e Lima, 2007; Minstrell e Van Zee, 2000; Wheeler, 2000; entre outros).

O ensino de ciências por investigação está associado às novas demandas que foram aparecendo no ensino de ciências, pois tanto pesquisadores quanto professores mais reflexivos perceberam que é preciso novas formas de ensinar (Carvalho, 1997), considerando que os alunos mudaram e os recursos disponíveis também. Segundo Spencer e Walker (2011), a origem do ensino de ciências por investigação se relaciona às ideias de John Dewey. Dentre essas ideias, estão a valorização da importância de possibilitar ao aluno que este utilize habilidades de pensamento crítico e reflexivo.

Dewey foi um dos primeiros a propor uma estratégia de ensino por investigação dentro da sala de aula. A concepção de atividades investigativas proposta pelo autor é próxima – em alguns aspectos – daquelas que são utilizadas atualmente, nas quais é implementada uma abordagem pedagógica que procura utilizar procedimentos investigativos similares aos utilizados pelos cientistas em suas investigações, envolvendo atividades experimentais e propondo aos alunos que investiguem situações-problema significativas do seu cotidiano (Rodríguez e León, 1995).

De acordo com os autores supracitados, tal proposta consistia, inicialmente, na proposição da situação-problema ao aluno. Após essa ação, o problema era delimitado e esclarecido para que, então, os estudantes procurassem hipóteses para solucioná-lo. No decorrer da atividade, os alunos poderiam buscar dados por meio de consulta bibliográfica ou realizar uma experiência. Após a parte prática, acontecia a reelaboração das hipóteses propostas anteriormente e a aplicação das ideias que tinham sido elaboradas, comprovando ou não sua validade.

Algumas obras de Joseph Schwab, biólogo que investigava teorias aplicadas à educação, publicadas a partir de 1960, foram também importantes para a construção do referencial teórico do ensino de ciências por investigação. O educador propunha um currículo para o ensino de ciências com uma abordagem investigativa contemplando reflexões a respeito dos conteúdos procedimentais, desenvolvendo, nos discentes, habilidades procedimentais próximas daquelas realizadas pelos cientistas. (Munford e Lima, 2007).

A respeito da definição do ensino de ciências por investigação ou das atividades investigativas, não há uma única definição bem delimitada

(Zompero e Laburú, 2011). Ao fazer um estudo sobre as diferentes propostas encontradas na literatura, esses autores verificaram diferentes abordagens. Para maioria dos autores analisados, o ensino por investigação se trata de uma abordagem de ensino que envolve a escolha do objeto de estudo e do problema a ser investigado, a expressão das ideias dos alunos e a emissão de hipóteses, o planejamento da investigação, a coleta de dados, a interpretação dos resultados e o estabelecimento de conclusões.

Abd-El-Khalick et al. (2004) definem o ensino por investigação como um método ou abordagem de ensino que visa a auxiliar o aluno a entender sobre a Ciência, os conteúdos produzidos por ela e sobre a natureza do conhecimento científico. Com o ensino por investigação, segundo os autores supracitados, os alunos também podem desenvolver habilidades científicas, tais como: reconhecimento de problemas que geram uma investigação; formulação, comunicação e defesa de hipóteses; e proposição de modelos e explicações que colocam à prova tais hipóteses. Os autores afirmam que o ensino de ciências por investigação é utilizado em diversos países, sendo conduzido com diferentes significados e por meio de diversos caminhos.

Para Bybee (2000), o ensino de ciências por investigação é uma abordagem que possibilita condições para desenvolver as habilidades e compreensões dos alunos sobre a Ciência e a pesquisa científica e, ao mesmo tempo, proporcionar o aprendizado de conteúdos científicos. O autor menciona que há diversas modalidades didáticas por meio das quais os professores da disciplina podem conseguir estes objetivos, por exemplo: atividades práticas investigativas; estudos do meio; jogos; entre outras.

Outra possibilidade de definição do ensino de ciências por investigação é a de Carvalho (2013). A autora o entende como uma sucessão de aulas que geralmente se iniciam pela investigação de um problema envolvendo um tema do currículo escolar, onde as atividades são pensadas com base nos materiais didáticos utilizados e nas possibilidades de interações realizadas, com o objetivo de desenvolver nos estudantes:

[...] condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2013, p. 9).

Dessa forma, o ensino por investigação poderia se dar por intermédio da problematização nas aulas de ciências. Investigar questões permite que o estudante seja criativo, propiciando a reflexão e a exploração, a fim de encontrar evidências que expliquem o problema de investigação (Machado e Sasseron, 2012).

Portanto, diferentes autores definem o ensino de ciências por investigação, havendo convergências entre suas ideias, como, por exemplo, o fato de que a partir dessa abordagem didática são ensinados conhecimentos científicos e conhecimentos sobre a Ciência. Com base nesses referenciais, na presente pesquisa, está sendo concebida como ensino de ciências por investigação a abordagem didática que procura envolver os alunos na busca de soluções para problemas, de modo que eles compreendam como o conhecimento científico é elaborado, desenvolvam

habilidades investigativas, podendo potencialmente aprender conceitos, conteúdos procedimentais, atitudinais e conhecimentos sobre a Ciência e a natureza do conhecimento científico. Há uma íntima relação entre o ensino de ciências por investigação e as atividades investigativas (AIs), já que acreditamos que esse ensino seja implementado em sala de aula pelos professores a partir de tais atividades.

No que se refere às atividades investigativas (AIs), elas podem ser reconhecidas por algumas características em comum e podem ser implementadas por diferentes percursos metodológicos. Uma definição muito citada pela literatura é a do *National Research Council* (NRC, 1996). No entanto, é importante deixar claro que o documento e os pesquisadores não tiveram a intenção de realizar uma definição fechada e delimitada. O documento tenta definir as AIs como atividades nas quais os alunos constroem e entendem o conhecimento produzido pela Ciência, podendo envolver observações, problematizações, pesquisas na literatura ou experimentação.

Outra definição de AIs é a de Carvalho (2013), que afirma que uma atividade investigativa pode ter como ponto de partida a proposição de uma questão problema que pode ser pesquisada pelos estudantes por meio de uma atividade de experimentação, manipulando vidrarias ou materiais na sala de aula ou em um laboratório, bem como desencadear uma pesquisa teórica, onde os dados para a investigação são trazidos pelo professor ou pesquisados na literatura (Carvalho, 2013). A autora afirma que, após a investigação, é importante uma atividade de sistematização do conhecimento que foi desenvolvido pelos alunos, uma atividade de contextualização e aplicação do conhecimento com o cotidiano dos estudantes e uma avaliação do que foi desenvolvido.

Zômpero e Laburú (2011), comparando os pressupostos das atividades investigativas segundo diferentes autores, afirmam que elas podem ser realizadas por meio de diversos caminhos e com vários pontos em comum. Segundo os autores, na maioria dos casos, a atividade parte de uma situação problema, incluindo a expressão de ideias e formulação de hipóteses iniciais pelos estudantes, e promove a aprendizagem de novos conhecimentos, além da expressão, exteriorização e comunicação dos resultados obtidos. Além disso, os autores afirmam que as AIs podem ou não incluir o planejamento da investigação pelos estudantes, a interpretação dos resultados obtidos e a formulação de considerações finais, uma recapitulação e síntese da atividade, a aplicação da atividade em novos contextos, atividades metacognitivas e uma proposta de atuação no meio.

A exploração de uma pergunta de investigação que possibilite liberdade intelectual e a implementação de ações que tenham o propósito de construção de conhecimento, e não apenas de manipular materiais, são questões importantes que devem ser consideradas em atividades investigativas (Gómez-Martínez, Carvalho e Sasseron, 2015).

Ainda sobre as AIs, Sasseron (2015) complementa que é importante ter clareza do fato de que a investigação e a argumentação dos alunos em sala nessas atividades não são idênticas àquelas realizadas pelos cientistas. No mesmo sentido, Chinn e Malhotra (2002) argumentam que as AIs, geralmente usadas nas escolas, envolvem processos de raciocínio que são

qualitativamente diferentes daqueles que os cientistas empregam ao realizar suas investigações no laboratório. Os autores defendem que as bases epistemológicas das atividades na escola e na Ciência são de diferentes naturezas. Eles definem as atividades que os cientistas realizam na Ciência como investigação científica autêntica, sendo esta uma complexa atividade que pode envolver equipamentos eletrônicos caros, formulação de protocolos e teorias especializadas.

Além disso, as atividades investigativas escolares são desenvolvidas por professores da Educação Básica, sendo investigações mais simples – quando comparadas àquelas realizadas na Ciência – podendo envolver observações ou experimentação (Chinn e Malhotra, 2002). Contudo, atividades investigativas envolvem práticas que possibilitam o esclarecimento, aos estudantes, acerca de como é a atividade dos cientistas que estão fazendo Ciência (Sasseron, 2015). Atividades com esse escopo possibilitam ao aluno a compreensão coerente da natureza da Ciência. Ao abordar essa questão, Abd-El-Khalick et al. (2004) discorrem sobre a importância de ensinar para as crianças que o conhecimento construído na Ciência é provisório e elaborado por meio de inúmeras tentativas.

Os autores anteriormente citados afirmam que é importante problematizar, nas atividades de Ciências, o fato de que: não há um único método científico; a concentração de provas não faz uma teoria se tornar lei; as atividades dos cientistas possuem diversas teorias e referências; o conhecimento produzido pela Ciência é obtido por meio de observações, construção de hipóteses, argumentação racional, criatividade, ceticismo; e, por fim, a produção intelectual da Ciência sofre influência do meio social e histórico. Todas essas orientações de Abd-El-Khalick et al. (2004) podem ser contempladas em atividades investigativas.

Diante dessas definições encontradas na literatura, o presente trabalho concebe as atividades investigativas como atividades propostas para colocar o ensino por investigação em prática. Elas se caracterizam por levar os estudantes a trabalhar em torno de uma pergunta, levantando hipóteses, coletando e analisando dados. Podem abranger maior ou menor autonomia para os alunos na proposição do problema, na delimitação da metodologia de coleta de dados, entre outras etapas. Ademais, podem ainda envolver a socialização dos dados, a aplicação social e a metacognição.

Entretanto, uma questão a ser pensada seria se essa abordagem didática – ensino de ciências por investigação – é apropriada também aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Considerando que uma ação comum na Ciência é a problematização de fenômenos, o ensino de ciências atualmente deve envolver essas problematizações em sala de aula, de modo a desafiar os alunos para que, assim, eles possam refletir, investigar e aprender os conhecimentos científicos. Além disso, é esperado do professor atuante nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental que este desperte a curiosidade dos alunos, aplicando atividades nas quais eles possam resolver problemas, sempre refletindo e investigando as situações propostas pelo professor (Zômpero, Passos e Carvalho, 2012).

Ademais, Spencer e Walker (2011) afirmam que a paixão pela Ciência começa nos primeiros anos de escolarização, pois as crianças pequenas têm tendência a ser mais curiosas e motivadas para aprender. As autoras

também defendem que estratégias didáticas baseadas na investigação são importantes para aumentar o interesse dos alunos no ensino de ciências. Dessa forma, consideramos o ensino de ciências por investigação como uma abordagem adequada a ser utilizada pelos professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental com seus estudantes.

Para Spencer e Walker (2011), o ensino por investigação é uma abordagem que os alunos podem utilizar para resolver incertezas. Segundo Grala e Moreira (2007), para ampliar as capacidades cognitivas dos alunos, os professores devem expô-los a problemas desafiadores, pois aprender é natural para as crianças tal como é comer e dormir. Com uma ideia similar, Leite, Rodrigues e Magalhães Júnior (2015) defendem que os alunos podem ser agentes ativos na construção de seu próprio conhecimento. Isso acontece quando o estudante entra em contato com um problema, cuja solução envolve investigação, interação com os professores, colegas e formulação de hipóteses. De acordo com Gillies, Nichols, Burgh e Haynes (2014), ensinar as crianças a fazer e responder questões é muito importante para que elas possam aprender a se comunicar e raciocinar de maneira eficaz, principalmente durante atividades nas quais elas são incentivadas a investigar, formular hipóteses e resolver problemas.

Diversas pesquisas publicadas trazem fortes evidências da eficácia do ensino por investigação com alunos e professores em diferentes perspectivas. Como exemplo, podemos destacar: aprendizagem de conteúdos conceituais (Azevedo, 2013; Lima, David e Magalhães, 2008; Minner, Levy e Century, 2010); argumentação (Colombo Junior et al., 2012); interações discursivas (Zanon e Freitas, 2007); atitudes relacionadas à Ciência (Hofstein e Lunetta, 2004); aprendizagem de professores e alunos (Lamonato e Passos, 2012); mudanças de concepções dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental quanto ao ensino de ciências (Van Zee, Hammer, Bell, Roy e Peter (2005); entre outros. De forma mais abrangente, outras pesquisas empíricas também apresentam resultados positivos de tal modalidade didática na aprendizagem (Anderson, 2002; Amaral, Garrison e Klentschy, 2002).

Ainda sobre as potencialidades da implementação de atividades investigativas, há menções quanto ao seu papel para explorar concepções prévias dos alunos (Gabini e Diniz, 2012); motivar o aluno a aprender (Benetti e Ramos, 2013; Gabini e Diniz, 2012; Zômpero, Figueiredo e Mello, 2013); realizar um trabalho colaborativo ou em grupo (Azevedo, 2008); observar fenômenos, formular hipóteses, manusear dados, resolver problemas via experimentação e tomar consciência do que foi realizado (Azevedo, 2008; Carvalho, 1997; Gabini e Diniz, 2012); aliar outras disciplinas ao ensino de ciências (Gouw, Franzolin e Fejes, 2013); trabalhar investigação com alunos dos anos iniciais com pouca idade (Gouw, Franzolin e Fejes, 2013); desenvolver habilidades procedimentais (Azevedo, 2008); produzir textos (Azevedo, 2008; Zômpero, Figueiredo e Mello, 2013); relacionar conteúdos estudados anteriormente (Azevedo, 2013); resolver problemas ligados ao conhecimento físico (Azevedo, 2013); realizar uma pesquisa bibliográfica (Gouw, Franzolin e Fejes, 2013); entre outras.

Neste trabalho, o objetivo foi investigar o que é possível aos professores colocar em prática e o que eles conseguem implementar em relação às

atividades investigativas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Percebe-se que o ensino de ciências por investigação já foi explorado por pesquisadores em alguns aspectos. Contudo, a presente pesquisa se justifica pelo caráter inovador da abordagem didática utilizada, sua relevância para o ensino de ciências, pelo diferencial em tomar como objeto de estudo um nível de ensino que, aparentemente, tem despertado pouco interesse por parte dos pesquisadores e, principalmente, diante da complexidade do fenômeno. Assim, o presente artigo busca contribuir com a literatura, ampliando o *corpus* de investigação.

Trata-se dos resultados de uma pesquisa de mestrado mais ampla, realizada pelo primeiro autor, que procurou verificar tanto as possibilidades como os desafios encontrados pelos professores na condução de tais atividades. Neste artigo, focaremos-nos em discorrer sobre o que é possível quando o docente procura colocar em prática o ensino por investigação neste nível de ensino, especificamente, ao trabalhar com crianças de 7 e 8 anos.

Metodologia

Para verificar as possibilidades de implementação das atividades investigativas na prática dos professores, julgou-se apropriado realizar uma pesquisa qualitativa. Essa abordagem metodológica é pertinente, pois o foco está sobre os *processos* que se desenrolam na sala de aula, assim como seu significado para os professores envolvidos. Portanto, a ênfase desta pesquisa não recai apenas sobre os resultados.

A intenção não é enquadrar a presente pesquisa em um único referencial teórico-metodológico. Em alguns aspectos, ela pode se aproximar de um estudo de casos múltiplos, pois foi realizada uma investigação da prática docente de três professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Yin (2005) define o estudo de caso como um método empírico, através do qual é investigado determinado fenômeno contemporâneo e que acontece em um determinado contexto específico da vida real, preferivelmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não apresentam uma definição clara. O autor afirma que há também os estudos de casos múltiplos. Ele os denomina como somente uma variante dos estudos de caso e diz que é possível que tais projetos sejam mais fortes do que aqueles de um único caso.

Além disso, o presente trabalho também se utiliza de alguns elementos das pesquisas colaborativas. Segundo Pimenta (2005), a metodologia utilizada em tais estudos se aproxima daquelas da pesquisa-ação. Em tais projetos, há uma expressiva relação entre os professores atuantes em uma determinada escola e um pesquisador ligado a alguma universidade ou instituição de pesquisa. Neste trabalho, essa relação se deu por meio do contato que as professoras dos Anos Iniciais tiveram com dois dos autores da presente pesquisa. O propósito não era realizar somente uma investigação sobre a prática de tais professores, nem determinar ações ou regras para que eles seguissem. O objetivo era realizar um trabalho de colaboração entre os pesquisadores e os professores em uma investigação com a escola.

Os sujeitos desta pesquisa foram selecionados em um curso de formação

continuada intitulado "Oficina Pedagógica – Ensinando Ciências com atividades investigativas". Tal curso foi realizado por integrantes do Grupo de Pesquisa GPEnCiBio (Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia – UFABC) financiado pela Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal do ABC. No curso, 37 interessados se inscreveram e, destes, 20 foram selecionados para participar do processo formativo. Foram selecionadas três professoras da oficina para a realização de um estudo de caso múltiplo. Os critérios para a seleção de tais professoras foram: estar atuando na rede pública; estar atuando nos Anos Iniciais; e participar do curso de formação supracitado. Na sequência, serão apresentados brevemente os perfis das três professoras que participaram da presente pesquisa.

Primeira docente (Caso 1): a professora será identificada como professora 7 (P7). Na ocasião de coleta de dados, a docente tinha 24 anos, formação inicial em Pedagogia e pós-graduação lato sensu em Alfabetização e Letramento. Era professora dos Anos Iniciais da Educação Básica havia dois anos e quatro meses e demonstrava muito interesse em sua formação continuada, tendo concluído alguns cursos durante sua trajetória e mantendo interesse em realizar outros. No período em que ocorreu a pesquisa, essa docente lecionava para alunos do terceiro ano dos Anos Iniciais. O Quadro 1 sintetiza o conjunto de atividades investigativas realizadas e/ou relatadas pela P7, por meio de suas respectivas perguntas de investigação.

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS REALIZADAS PELA PROFESSORA 7		
Identificação da atividade	Conteúdo	Pergunta de investigação utilizada na atividade investigativa
A1	Meio Ambiente e Poluição	Qual a relação entre as plantas e o processo de erosão do solo?
A2	Meio ambiente e Poluição	Qual a influência dos poluentes (como poeira) na atmosfera?
A3	Meio ambiente e Poluição	Qual o efeito dos poluentes na água? Como é possível tirar as impurezas contidas na água?
A4	Ciclo da água	Como é o funcionamento do ciclo da água e qual o impacto do homem no ciclo?
A5	Mudanças de Estado Físico da Água	Como acontece a solidificação e a fusão do gelo?
A6	Seres vivos	Como podemos classificar os seres vivos por diferentes critérios?
A7	Insetos	Como acontece o desenvolvimento da Mosca-das-frutas (<i>Drosophila melanogaster</i>)?

Quadro 1.- Atividades investigativas realizadas pela professora 7.

Em geral, a professora 7 conduzia as atividades investigativas com os seus alunos de diferentes maneiras. Por exemplo, em algumas atividades (exemplo: A7), ela trazia a pergunta de investigação para que os seus alunos realizassem a atividade a partir dela, formulando hipóteses e analisando os dados com base em uma metodologia que foi sugerida pela

docente. Assim, os alunos realizavam a análise e formulavam considerações finais. Contudo, houve atividades (exemplo: A6) em que os alunos puderam formular as suas próprias perguntas investigativas a partir de uma atividade investigativa anteriormente realizada e também a professora realizava AIs a partir de uma situação de interesse dos alunos e de problemas do seu cotidiano (exemplo: A3).

Segunda docente (Caso 2): a professora será identificada como professora 10 (P10). A docente tinha 46 anos, formação inicial em Pedagogia e intenção de realizar uma pós-graduação lato sensu no ano seguinte. Era professora dos Anos Iniciais havia dois anos e demonstrava interesse em sua formação continuada; no entanto, havia realizado apenas o curso de extensão. No período de coleta de dados para a pesquisa, lecionava para alunos do segundo ano do Ensino Fundamental. O Quadro 2 sintetiza o conjunto de atividades investigativas realizadas e/ou relatadas pela P10, por meio de suas respectivas perguntas de investigação.

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS REALIZADAS PELA PROFESSORA 10		
Identificação da atividade	Conteúdo	Pergunta de investigação utilizada na atividade investigativa
A8	Meio ambiente	Quais são as características das plantas que existem no entorno da escola?
A9	Meio ambiente	Quais transformações acontecem na horta da escola?
A10	Plantas	Quais transformações acontecem em uma fruta?
A11	Plantas	Como acontece a germinação de sementes de feijão em diferentes substratos?

Quadro 2.- Atividades investigativas realizadas pela professora 10.

De maneira geral, a professora 10 tinha mais dificuldades na realização das atividades investigativas e as realizava sempre a partir de um problema de pesquisa. A metodologia era também sugerida por ela e os alunos colocavam em prática essa metodologia analisando os dados e formulando considerações finais.

Terceira docente (Caso 3): a professora será identificada como professora 11 (P11). A docente tinha 39 anos, com formação inicial em Pedagogia e pós-graduação lato sensu em Educação Inclusiva e Educação Infantil. Era professora dos Anos Iniciais havia dez anos e demonstrava muito interesse em sua formação continuada. Essa docente declarou que costumava realizar cursos de extensão, no mínimo, duas vezes no ano. No período de coleta de dados da pesquisa, lecionava para alunos do terceiro ano do Ensino Fundamental. O Quadro 3 sintetiza o conjunto de atividades investigativas realizadas e/ou relatadas pela P11 por meio de suas respectivas perguntas de investigação.

De modo geral, a professora 11 realizava atividades investigativas nas quais o problema de pesquisa e a metodologia eram sugeridos por ela. Assim, os alunos realizavam a formulação de hipóteses, análise e interpretação dos dados, a formulação de considerações finais e a divulgação de alguns resultados para a escola na forma de cartazes. Outra questão que merece ser destacada na prática da P11 é que ela incluiu, em

uma atividade (A12), aspectos da natureza da Ciência, discutindo com os seus alunos a respeito de como os cientistas desenvolve o seu trabalho e como constrói conhecimento.

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS REALIZADAS PELA PROFESSORA 10		
Identificação da atividade	Conteúdo	Pergunta de investigação utilizada na atividade investigativa
A12	Paleontologia	Quais são as características dos animais que estão representados no registro fóssil?
A13	Seres vivos	Como são as características dos seres vivos presentes no entorno da escola?

Quadro 3.- Atividades investigativas realizadas pela professora 11.

Foram realizadas visitas semanais, nos primeiros meses, e quinzenais, nos últimos meses. Essas observações ocorreram somente nas aulas de ciências durante cinco meses, de abril a outubro de 2015. Em tais visitas, a intenção era observar na prática as possibilidades de implementação das atividades investigativas que as professoras conseguiam concretizar.

Também foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas, uma antes de iniciar as observações de campo e outra após essas observações. O objetivo era complementar os dados coletados na dinâmica da sala de aula. Na primeira entrevista, as professoras levantaram elementos e questões importantes sobre as atividades investigativas e, na segunda, tais elementos foram retomados para uma melhor reflexão da prática. Foram utilizadas também as transcrições das videogravações das oficinas de formação e o caderno de campo do pesquisador que acompanhou as aulas de ciências das três professoras.

A análise dos dados foi baseada nos elementos da análise de dados qualitativos descritos por Marshall e Rossman (2006). Segundo as autoras, os dados qualitativos podem ser analisados por meio de algumas etapas: organização dos dados; imersão nos dados; elaboração de categorias e temas; codificação; procura por entendimentos ou interpretações alternativas e redação do texto. Para colocar em prática esses elementos da análise de dados qualitativos apresentados por Marshall e Rossman (2006), utilizamos elementos da análise de conteúdo (Bardin, 2011). A proposta de Bardin (2011) foi utilizada de maneira complementar às etapas de Marshall e Rossman (2006), apresentadas anteriormente, principalmente no que se refere à codificação dos dados. Por sua vez, as etapas de imersão e de categorização de Marshall e Rossman (2006) vão ao encontro da pré-análise e da etapa de categorização propostas por Bardin (2011). Para a análise de conteúdo, Bardin (2011) traz uma proposta mais detalhada de técnica de análise de dados que possibilita ao pesquisador evidenciar os significados que estão latentes no conteúdo dos materiais (Bardin, 2011). Dessa forma, foi realizada uma análise de conteúdo de todo o material escrito (transcrições de entrevistas, observações na sala de aula, registros do pesquisador e documentos fornecidos pelos professores).

Portanto, a presente pesquisa envolveu as seguintes etapas:

a) *Organização dos dados*: para este artigo, foram utilizados dados oriundos de diversos instrumentos de coleta (entrevistas semiestruturadas,

observações na sala de aula, documentos de planejamento das professoras). Tais dados foram organizados, identificados e armazenados em dispositivos de armazenamento físico e virtual, para serem considerados posteriormente, no momento da análise e na triangulação.

b) *Imersão nos dados*: após a primeira etapa, foi realizada uma imersão nos dados. Foi feita, inicialmente, uma leitura flutuante em todos os dados, seguida de diversas leituras exaustivas, a fim de identificarem-se possíveis categorizações.

c) *Elaboração de categorias e temas*: a leitura exaustiva dos dados permitiu o aparecimento de possíveis categoriais de possibilidades na implementação de atividades investigativas. As categorias foram delineadas e discutidas entre os autores do trabalho, o grupo de pesquisa no qual o primeiro autor está inserido, e com outros pesquisadores da área. Bardin (2011) define "categorização" como o ato de classificar os elementos que constituem um todo. Quando elementos são categorizados, significa dizer que foi realizada uma investigação e depois houve o agrupamento de elementos que têm algo em comum. Portanto, as categorias seriam como grupos que reúnem elementos e são intituladas de maneira genérica, sendo reunidas segundo características comuns desses elementos. Conforme mencionado, as categorias foram delineadas *a posteriori*, a partir da imersão dos dados, pois, segundo Patton (1990), as categorias podem ser construídas *a priori* ou no decorrer da análise. Foi realizada essa opção, pois, em situações nas quais o pesquisador estabelece as categorias antes, elas podem estar mais distantes do mundo do sujeito da pesquisa e mais pautadas no mundo do pesquisador. Portanto, nesta pesquisa, a categorização não se deu a partir da literatura. O diálogo das categorias com a literatura se deu posteriormente, no momento em que se buscaram subsídios para a discussão dos resultados.

d) *Codificação dos dados*: após o aparecimento das categorias, foi realizada outra investigação sobre os dados, a fim de localizar o aparecimento de cada categoria dentro dos dados. Nesse momento, os dados qualitativos (material transcrito e escrito) foram codificados para gerarem dados quantitativos a fim de facilitar a tabulação, o relacionamento e a redação dos dados. Segundo Bardin (2011), a codificação consiste na transformação do material de análise com base em regras preestabelecidas, onde os dados brutos serão lapidados e agrupados em unidades, possibilitando a compreensão mais ampla das características do documento analisado e uma representação do conteúdo. A autora afirma que, na codificação, é necessária a escolha das unidades de registro e das regras de contagem.

A respeito da unidade de registro, a autora afirma que esta "[...] é a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial" (Bardin, 2011, p. 104). Nesta pesquisa, a unidade de registro são as possibilidades evidenciadas pelos professores, com recortes a nível semântico (tema) e não linguísticos (palavra). Para a autora, em uma análise temática, o pesquisador tentará encontrar os: "[...] núcleos de sentido, que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido"

(Bardin, 2011, p. 105). Já a regra de contagem utilizada no processo de codificação foi a presença de determinada categoria de “possibilidade” na ação de cada professora, evidenciada em algum instrumento de registro analisado. Nesse caso, a contagem acontecia apenas uma vez em cada categoria, para cada docente pesquisada.

e) *Procura por entendimentos ou interpretações alternativas*: após a codificação, foi realizada a leitura e interpretação dos dados, agora tabulados e categorizados, a fim de compreender o significado que os professores davam às atividades investigativas e identificar possibilidades na implementação de AIs.

f) *Redação do texto*: a redação do texto referente à análise dos dados foi a última etapa da análise. Foi realizada a redação dos resultados para a posterior relação com a literatura e embasamento das considerações finais.

Após a codificação dos dados, Marshall e Rossman (2002) afirmam que, para algumas pesquisas, acontece a interpretação por meio de memorandos. No entanto, tal procedimento não foi realizado na presente pesquisa.

Resultados e discussão

Após a coleta e análise dos dados, foi possível relacioná-los em duas categorias de possibilidades na implementação: percursos que os professores podem tomar na implementação de atividades investigativas e apoio em atividades investigativas. O Quadro 4 ilustra todas as possibilidades na implementação evidenciadas nesta pesquisa.

Categoria	Subcategorias
Abordagem assumida pelos professores ao implementarem atividades investigativas	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar com atividades experimentais em escolas sem laboratório. • Relacionar o experimento a um problema real. • Iniciar investigações a partir de situações observadas pelos alunos. • Realizar atividades investigativas em ambientes externos. • Realizar outras investigações a partir da análise de dados de uma AI. • Trabalhar questões sobre a natureza da Ciência. • Integrar as AIs a outras áreas do conhecimento.
Apoio em atividades investigativas	<ul style="list-style-type: none"> • Receber apoio e/ou financiamento para compra de materiais para uso em atividades investigativas. • Receber apoio da equipe pedagógica escolar nas atividades.

Quadro 4.- Possibilidades na implementação de atividades investigativas evidenciadas no estudo de múltiplos casos (n= 3 professoras).

Na introdução desta pesquisa, foram apresentados alguns percursos metodológicos que os professores e pesquisadores geralmente utilizam ao desenvolver atividades investigativas. Além disso, foi defendida também a diversidade de percursos que professores e alunos podem tomar. A presente pesquisa evidenciou alguns destes sendo utilizados na prática.

Trabalhar com atividades experimentais em escolas sem laboratório

Em relação ao espaço nos quais podem ser realizadas as AI's, a professora 7 apresentou a possibilidade de realizar atividades investigativas experimentais dentro da sua própria sala de aula, pois sua escola não possuía laboratório específico para as aulas de ciências (dados oriundos das observações do pesquisador e registrado no caderno de campo). Um dos experimentos que a professora citada realizou era sobre poluição do solo com o objetivo de demonstrar a relação das plantas e o processo de erosão. Acerca da implementação desse experimento, a P7 afirma: *"eles manipulavam, a gente plantou a sementinha, nasceu, aí depois jogamos a água e viu (sic) que quando têm as plantinhas, a terra não sai. E quando não tem a plantinha, só a terra, ela cai, ela escorrega"*. Foi uma atividade investigativa envolvendo materiais simples, porém, rica para realizar formulação de hipóteses, comparações, inferências e considerações. Na primeira entrevista, P7 afirmou que os alunos participavam do processo não apenas observando, mas manipulando os materiais. Eles apenas não participaram do levantamento da pergunta de investigação.

Para algumas atividades investigativas, um laboratório e seus recursos seriam úteis, mas não imprescindíveis, assim, na ausência deste, a professora 7 utilizou outro caminho. Ela realizou uma atividade com o tema "ciclo da água" e utilizou atividades experimentais para abordar conceitos relacionados ao conhecimento da Física, Química e Biologia. Seus alunos investigaram como funcionava o ciclo da água, as mudanças no estado físico dessa molécula e os impactos ambientais causados pela ação do homem neste ciclo. Como em tal atividade era necessário algum instrumento para aquecimento da água, a professora pediu auxílio da equipe da merenda para realizar a fervura da água na ausência do *bico de bunsen*, um instrumento para realizar a fervura de substâncias.

Sasseron (2015, p. 52) defende que a relevância do laboratório de ciências nas aulas vai depender dos objetivos do professor. A autora afirma que *"o que torna esses espaços adequados ou apropriados está mais vinculado aos objetivos do ensino do que exatamente à sua constituição como espaço físico"*. No entanto, não são todas as escolas que dispõem da estrutura de um laboratório didático de ciências. Em vista disso, na literatura, são encontradas diversas atividades investigativas de ciências que são possíveis de ser implementadas em escolas sem laboratório de ciências (Carvalho, 2013; Colombo Junior et al., 2012; Locatelli e Carvalho, 2007; Zômpero, Figueiredo e Melo, 2013).

Relacionar o experimento a um problema real

O problema que os alunos investigam pode ser fictício, preparado e apresentado pelo professor ou estar relacionado a um problema real. Uma característica importante dos experimentos realizados pela P7 é que ela consegue relacionar o experimento a um problema real e, com isso, os alunos não apenas realizam um experimento pelo experimento. A P7 afirma: *"e na poluição da água, falamos dos agrotóxicos das indústrias que eles jogam no rio, o por que formam aquelas espumas no rio. Aí, fizemos o experimento do detergente no potinho com água e bicarbonato"*. Em alguns momentos a professora estabelece essa relação com um problema real e,

em outros, a relação é estabelecida pelos alunos.

Na mesma atividade investigativa relatada anteriormente, a professora diz: *"e eles entraram ainda naquela coisa de racionamento de água, do por que temos que economizar água, porque nem tudo que a gente tem aqui volta para nós"*. Quando os professores articulam as atividades de investigação com um problema real, há possibilidades dos alunos se envolverem em discussões que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos atitudinais.

Relacionar os problemas investigados em sala de aula a um problema real pode ser um indício de que o processo de alfabetização científica está começando a acontecer. Trivelato e Tonidandel (2015) afirmam que a alfabetização científica deve possibilitar a formação de cidadania, onde o indivíduo pode analisar aquelas situações do dia-a-dia, entender os problemas e desafios socioeconômicos, ambientais e se posicionar criticamente com base no conhecimento científico.

Iniciar investigações a partir de situações observadas pelos alunos

Os professores podem também iniciar investigações a partir de situações observadas pelos alunos, como realizou a professora 7. Em um determinado conteúdo – poluição – que estava presente no livro didático, enquanto os alunos estavam realizando uma atividade fora da sala de aula, eles notaram alguns aspectos daquele meio: *"nós estávamos fazendo uma atividade do lado de fora. Então, a gente foi fazer no meio ambiente e eles observaram que tinha muita poluição, então a gente foi pesquisar"*. De acordo com Spencer e Walker (2011), as observações também são usadas para ajudar os alunos a desenvolver suas próprias perguntas de análise. Além disso, o ensino por investigação nos primeiros anos de escolarização requer conduzi-los a realizar perguntas, com base no conhecimento científico e nas observações em seres vivos e elementos do mundo natural.

Realizar atividades investigativas em ambientes externos

Além de realizar atividades práticas investigativas dentro da sala de aula, os professores podem também realizá-las no ambiente externo, assim como a professora 11. Ela afirma que, em sua atividade, *"a pergunta de investigação era: quais os seres vivos que eram possíveis ser encontrados na escola"*. Nessa atividade, a professora encontrou alguns desafios também: *"então, alguns fizeram, a maioria fez, mas alguns extrapolaram. Mas a gente fez o que era importante"* (P11). Mesmo com os desafios, eles cumpriram o objetivo de pesquisar os animais que viviam no entorno da escola. Como destaca a professora, apenas alguns alunos se comportaram de maneira inadequada em alguns momentos.

A professora revela ainda, nessa mesma entrevista, que procura sempre retornar à sala de aula e sistematizar a etapa da coleta de dados externa, pois, segundo ela, no espaço fechado, algumas crianças conseguem se concentrar melhor na atividade. Di Roma e Camargo (2015) também evidenciam essa possibilidade. Em sua pesquisa, eles implementaram uma atividade investigativa em um espaço aberto de sua escola com os conteúdos de Astronomia, tendo o objetivo de observar e investigar alguns aspectos do céu.

Realizar outras investigações a partir da análise de dados de uma AI

A possibilidade de realizar outras investigações a partir da análise de dados de uma AI é evidenciada pela P7. Um exemplo de tal possibilidade foi apresentado no momento em que ela estava realizando uma atividade investigativa sobre o ciclo da água e surgiram novas perguntas para investigação, possivelmente, oriundas do interesse dos alunos. A respeito dessa atividade, a P7 diz:

[...] a pergunta era como funcionava o ciclo da água e, também, uma pergunta que eles elaboraram era como que a gente conseguia limpar a água. E aí depois, ao final, eles até perceberam que mesmo que a quantidade de água suja era maior, a evaporação da água era muito pouca pela quantidade de chuva que tinha.

Tal pergunta de investigação – “Como é possível tirar as impurezas contidas na água?” – não foi pré-determinada ou planejada pela professora. No entanto, ela aproveitou a situação para realizar novas investigações, valorizando, assim, as questões propostas pelos alunos e iniciando novas investigações a partir de dados de uma atividade investigativa. Hodson (1994) afirma que é comum os professores de alunos mais jovens os deixarem realizar atividades investigativas a partir do interesse dos estudantes e com pouco direcionamento. No entanto, o autor diz que, muitas vezes, os professores dos Anos Finais não fazem isso e, por isso, os discentes acabam perdendo o interesse e o entusiasmo na realização das atividades propostas.

Em outra atividade investigativa, a professora 7 explora novamente essa possibilidade quando, a partir de uma AI de classificação, surge uma sequência de novas atividades oriundas de uma pergunta inicial. Sobre a pergunta de investigação, ela afirma que a primeira era sobre: “*qual era a classificação (de alguns seres vivos pesquisados por eles), se era mamífero, anfíbio, réptil, peixe ou ave*” (P7). A professora diz que a pergunta inicial era uma e, depois que os alunos realizaram essa investigação, eles desejaram novamente investigar e classificaram os animais pesquisados utilizando outros critérios, como sua alimentação e seu habitat.

Trabalhar questões sobre a Natureza da Ciência

Durante uma atividade investigativa que envolvia o conteúdo de fósseis, a professora 11 desenvolveu a possibilidade de trabalhar questões sobre a natureza da Ciência. Nessa atividade, os alunos investigariam perguntas próximas daquelas que os paleontólogos pesquisam, como a interpretação de registros fósseis deixados por seres vivos.

A professora preparou algumas réplicas de fósseis utilizando argila. Em uma aula, ela disponibilizou esses materiais e propôs que os alunos investigassem e interpretassem tais registros. Ao final da atividade, eles deveriam produzir um texto que seria divulgado para os colegas de outros grupos e, posteriormente, para toda a escola. Com essa atividade, a professora trabalhou também questões sobre como o conhecimento científico é produzido e validado. A proposta da professora era a de que dois grupos distintos interpretassem o mesmo registro fóssil. P11 afirma:

[...] cinco crianças analisaram o mesmo fóssil. Dividi esse grupo em 2 subgrupos, então um subgrupo vai escrever um texto e outro subgrupo outro. Para posteriormente confrontarmos os textos, para ver se pensam a mesma coisa ou não.

Com tal atividade, a professora trabalha com os alunos de maneira prática as diversas interpretações que podem ser inferidas sobre um mesmo fenômeno ou objeto. Veloo, Perumal e Vikneswary (2013) ressaltam, em sua pesquisa, o papel positivo e potencial do ensino por investigação na compreensão da natureza do conhecimento científico pelos alunos. Spencer e Walker (2011) afirmam que o ensino por investigação ajuda os estudantes a compreender a Ciência de maneira mais aprofundada.

Abd-el-khalick et al. (2004) atentam para o perigo de se desatrelar o ensino da natureza do conhecimento científico do ensino de ciências. Os autores afirmam que é perigoso se focar apenas no ensino de habilidades científicas, a despeito do entendimento sobre a Ciência e a investigação científica. Do contrário, é possível que os estudantes fiquem hábeis em realizar observações ou classificações, mas não compreendam o que fizeram ou o conhecimento que foi produzido por eles. Sendo assim, eles, no futuro, não serão capazes de resolver problemas de seu cotidiano, fazer decisões e opinar sobre as questões pessoais e sociais que estão relacionadas à Ciência. Para Trivelato e Tonidandel (2015), o fato de se envolver aspectos da natureza da Ciência é um forte indicio de que tal atividade esteja utilizando o método do ensino por investigação.

Ademais, a atividade realizada pela professora 11 mostrou-se muito satisfatória por possibilitar trabalhar não apenas os conteúdos conceituais, mas também os procedimentais e atitudinais. Outros autores também evidenciaram tal possibilidade. Şimşek e Kabapđnar (2010) apresentam, nos resultados de sua pesquisa, dados que indicam que o ensino por investigação teve um impacto positivo na aprendizagem de conteúdos conceituais e no uso de habilidades científicas por seus alunos. Capecchi e Carvalho (2000) apresentam um exemplo explícito de atividades investigativas desenvolvendo conteúdos procedimentais e atitudinais nas quais os alunos cooperavam uns com os outros durante a manipulação dos dados e respeitavam as considerações dos colegas, sendo autoconfiantes ao apresentar considerações diferentes daquelas dos demais.

A literatura (Borges, 2002; Zômpero e Laburú, 2011; Colombo Junior et al., 2012, entre outros) também defende que nem sempre os alunos vão aprender, nessas atividades, apenas conteúdos conceituais. Essas atividades também proporcionam aprendizagem de conteúdos relacionados a procedimentos e valores. Os autores defendem que as atividades investigativas, seja por meio de uma aula prática ou não, proporcionam a aprendizagem tanto de conteúdos conceituais como procedimentais e possibilitam aos alunos entender como se dá a construção de conhecimentos científicos, propiciando o desenvolvimento físico e intelectual do discente.

Integrar as AIs a outras áreas do conhecimento

O ensino de ciências, muitas vezes, é deixado de lado nas primeiras séries dos Anos Iniciais pela justificativa de se priorizar o ensino de outras

disciplinas "mais importantes", como Língua Portuguesa e Matemática (Ramos e Rosa, 2008; Rosa, Perez e Drum, 2007). No entanto, autores já apontam há algum tempo o potencial integrador do ensino de ciências (Amaral, Garrison e Klentschy, 2002; Nunes e Julio, 2013; Oliveira, 2009; Oliveira e Carvalho, 2005; Souza, 2010, entre outros).

Além de realizar uma atividade investigativa, a professora 11 utilizou uma etapa da atividade para atrelar o ensino de ciências à produção textual. Além da produção textual manual, ela utilizou também o computador com o objetivo de iniciar a produção de textos neste aparelho (digitação). Ela argumenta, no trecho a seguir, que, em vez de ela digitalizar os textos dos alunos, ela fez com eles:

[...] direto a digitação. Porque aí já vou passando para eles como que é uma digitação, ou seja, digitar um texto na informática. E aí foi muito legal, porque já aproveitei e trabalhei a questão de textos científicos, então eu li vários textos científicos para eles.

Quando o ensino por investigação tem subsídio e recursos tecnológicos, os alunos têm mais tempo de observar, refletir e construir conhecimento (Hofstein e Lunetta, 2004). Esses autores afirmam que os professores podem utilizar *software*, como simuladores, para subsidiar as investigações dos alunos. Com isso, os discentes podem entrar em contato com uma nova linguagem, como a leitura de gráficos que oferecem uma melhor visualização de fenômenos, por exemplo.

A professora 11 foi além do ensino de ciências e da produção textual, ela aproveita a oportunidade para trabalhar com os alunos conteúdos relacionados à leitura e escrita científica. Segundo ela: "*procuramos no dicionário as palavras que eles não conheciam, que eram diferentes para eles. Não ficou só na questão de trabalhar o conteúdo de Ciências*".

A professora 7 também apresenta essa possibilidade em uma sequência didática envolvendo três experimentos com o objetivo de investigar o efeito dos poluentes na água e como seria possível se retirar as impurezas dela. Ao final da sequência, a professora realiza uma atividade que atrela produção textual e o ensino de ciências. Ela afirma: "*Aí, para finalizar, eles decidiram fazer um livrinho. Aí fizemos um livrinho da turma da Mônica com textos falando de agrotóxicos e tal. Aí é um bichinho falando para o outro personagem da turma da Mônica*". Outro fato importante é que a professora valoriza sempre as sugestões dos alunos. Na fala acima, é notado que os alunos decidiram produzir um gibi a partir do conhecimento que adquiriram nas atividades. Tal ação, além de desenvolver a produção textual dos alunos, realiza a função de uma maneira lúdica e com uma linguagem menos hermética.

Em seu trabalho, Malheiro e Fernandes (2015) encontraram uma situação oposta. No relato acima, são encontrados alunos empolgados com a atividade e sugerindo a produção textual em um gênero mais descontraído. Já no relato dos pesquisadores, os professores encontraram dificuldades em relação à produção textual. Eles afirmam que, ao final de atividades investigativas em laboratórios, é comum a solicitação de um relatório e os professores dizem que alguns alunos não gostam deste momento: "*eles gostam pouco de fazer o relatório... O que gostam é de fazer as*

experiências" (Malheiro e Fernandes, 2015, p. 88). Percebe-se que o tipo de produção textual é diferente nos dois casos relatados, onde há empolgação no primeiro e aversão no segundo. No primeiro tipo, onde os alunos se entusiasmaram com a ideia, foi produzido um gibi como forma de registro, já no segundo caso, possivelmente, foi solicitado um relatório em um estilo mais tradicional.

No entanto, os autores anteriormente citados se referem aos Anos Finais de escolarização e, nesse caso, há a exigência de um maior rigor no formato dos registros. Porém, uma questão importante para reflexão diz respeito à possibilidade de dar-se maior sentido a esse formalismo a partir da imersão dos estudantes na cultura científica desde os Anos Iniciais. É possível que alunos acostumados a essa cultura possam perceber mais sentido no rigor em tais atividades e, assim, estas podem ser mais significativas para eles.

Receber apoio e/ou financiamento para compra de materiais para uso em atividades investigativas.

A P11 afirma que o material para a realização das atividades investigativas, em alguns casos, não é uma dificuldade, já que os professores podem receber apoio e/ou financiamento para a compra de materiais para uso em atividades investigativas. No entanto, tais materiais, muitas vezes, não são disponibilizados de imediato e isso faz com que muitos professores acabem comprando os materiais necessários.

Contudo, a professora diz: *"aí me perguntaram: você comprou tudo? Eu comprei, mas se eu tivesse pedido antes a direção teria comprado. Então, todo material que você pede, primeiro, eles verificam se é possível, se está dentro de um projeto, a gente consegue comprar"*. Esse foi o caso da professora que optou por financiar a compra dos materiais para sua atividade investigativa. No entanto, ela não colocou isso como um desafio porque a escola só arcaria com os custos desses materiais se ela não tivesse comprado e se tivesse apresentado um projeto.

Receber apoio da equipe pedagógica escolar nas atividades.

A professora 7 aponta a importância do apoio da escola ou da equipe gestora em tais atividades. Durante uma entrevista, a professora narra um caso que aconteceu enquanto desenvolvia uma atividade envolvendo uma investigação sobre o ciclo de vida da *Drosophila melanogaster*, onde a proposta era que os alunos investigassem o desenvolvimento desta mosca.

No momento em que P7 foi fazer a atividade com os alunos, as profissionais da limpeza que trabalhavam na escola, inicialmente, não entenderam a importância da atividade. A coordenadora pedagógica da escola interveio na situação: *"a da banana, por exemplo, quando a gente foi fazer, as meninas da limpeza comentaram: ah, mas vai ficar aí? Aí, ela (a coordenadora) falou: Sim! Vai ficar aí porque é atividade das crianças e elas vão deixar as atividades aí"*. As profissionais queriam jogar fora o recipiente no qual os insetos estavam completando o seu desenvolvimento. Graças à intervenção e apoio da coordenadora pedagógica, não aconteceu o descarte e os alunos puderam acompanhar todo o ciclo desta mosca.

Conclusões e implicações

Conforme mencionado na introdução deste trabalho, a literatura preocupa-se em defender a importância das atividades investigativas e o uso de determinados procedimentos para a sua condução. Todavia, torna-se importante verificar o que é possível que os professores coloquem em prática, o que eles realmente conseguem fazer em suas realidades escolares e os desafios que encontram. A compreensão destes fatores possibilita delinear essa modalidade didática não apenas como um procedimento desejável, mas compreendê-la em sua factibilidade.

Com essa preocupação, o presente trabalho procurou acompanhar as aulas de três professoras e concluiu que elas conseguem, em sua prática: trabalhar com atividades experimentais em escolas sem laboratório; relacionar o experimento a um problema real; iniciar investigações a partir de situações observadas pelos alunos; realizar atividades investigativas em ambientes externos; realizar outras investigações a partir da análise de dados de uma AI; trabalhar questões sobre a natureza da Ciência; integrar as AIs a outras áreas do conhecimento; receber apoio e/ou financiamento para compra de materiais para uso em atividades investigativas; receber apoio da equipe pedagógica escolar nas atividades.

Com a análise das possibilidades evidenciadas pelas três professoras, observa-se que aquelas que conseguiram aplicar mais atividades investigativas apresentaram uma maior diversidade de percursos e apresentaram mais possibilidades. A professora 10, a título de exemplo, implementou poucas atividades investigativas no período de coleta de dados. Devido a isso, seus alunos não passaram por todas as experiências que os alunos das outras professoras tiveram e, possivelmente, não desenvolveram as habilidades e potencialidades das AIs que estão explicitadas na introdução teórica desta pesquisa.

Por outro lado, a professora 7 tentou implementar o máximo de atividades investigativas, logo, seus alunos tiveram mais experiência com essa prática e os dados recolhidos investigando a prática dessa professora evidenciaram diversas possibilidades na implementação. Futuras pesquisas qualitativas, como estudos de caso e pesquisas etnográficas, poderiam ser realizadas em cada nível a fim de verificar quais possibilidades são evidenciadas e se elas são específicas em diferentes níveis de ensino. Há poucas pesquisas realizadas no contexto dos Anos Finais e do Ensino Médio e, para melhor compreensão deste fenômeno, é necessária a realização de mais pesquisas.

As professoras apresentaram também diversas possibilidades, sendo que muitas delas podem promover habilidades que fazem parte do processo de alfabetização científica no aluno. Processo que tem sido fortemente recomendado como objetivo para o ensino de ciências na Educação Básica em diversos países. Com as AIs, os professores conseguem desenvolver em seus alunos habilidades que vão desde conteúdos conceituais até procedimentais e atitudinais. A literatura recomenda as atividades investigativas como meio para apresentar uma visão adequada sobre como é produzido o conhecimento científico. Essa possibilidade foi evidenciada nesta pesquisa e, também, é apontada por pesquisadores e documentos oficiais.

Conhecer as possibilidades de implementação nos permite verificar o que realmente os professores conseguem realizar nos seus contextos escolares. Divulgar os exemplos resultantes desta pesquisa para os próprios professores, através de sua publicação ou de sua utilização em cursos de formação, pode fazê-los compreender quais propostas são implementáveis e não apenas idealizáveis. Conhecer os desafios ainda possibilita investigar possíveis soluções.

É importante a multiplicação de pesquisas que analisem os fenômenos envolvidos com as atividades investigativas. Tais pesquisas contribuem para o aperfeiçoamento da prática do ensino de ciências por investigação e para sua valoração diante dos professores que trabalham com essa disciplina em qualquer nível de ensino. Nesse sentido, novas pesquisas podem aprofundar a investigação aqui realizada por meio de estudos de casos ou pesquisas-ações que investiguem cada possibilidade e desafio em particular, tentando compreender ainda mais suas especificidades.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal do ABC e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio e financiamento às atividades de ensino, pesquisa e extensão nas quais os autores deste grupo estão envolvidos. Além desses, agradecemos a leitura e sugestões do Prof. Ms. Enios Carlos Duarte em uma versão inicial do presente artigo.

Referências bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- AAAS. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Amaral, O. M., Garrison, L., e Klentschy, M. (2002). Helping English Learners Increase Achievement through Inquiry-Based Science Instruction, *Bilingual Research Journal*, 26(2), 213–239.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Azevedo, M. N. (2008). *Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências* (Dissertação Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Azevedo, M. N. (2013). *Mediação discursiva em aulas de Ciências, motivos e sentidos no desenvolvimento profissional docente* (Tese Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bayram, Z., Oskay, Ö. Ö., Erdem, E., Özgür, S.D., e Şen, Ş. (2013). Effect of Inquiry based Learning Method on Students' Motivation, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106(2013), 988–996.

Benetti, B., e Ramos, E. M. (2013). Atividades experimentais no Ensino de Ciências no nível Fundamental: perspectivas de professoras dos Anos Iniciais. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*. Águas de Lindóia, São Paulo, Brasil.

Borges, A. T. (2002). Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, 19(3) 291-313.

Bybee, R. W. (2000). Teaching science as inquiry. Em E. Van Zee (Ed.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Washington: American Association for the Advancement of Science.

Capecchi, M. C. V. M., e Carvalho, A. M. P. (2000). Argumentação em uma aula de conhecimentos físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em ensino de ciências*, 5(3), 171-189.

Carvalho, A. M. P. (2013). *O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. Em: A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P., e Gil-Perez, D. (1993). *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez Editora.

Carvalho, A. M. P. (1997). Ciências no Ensino Fundamental. *Caderno de Pesquisa*, (110), 153-168.

Chinn, C. A., e Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.

Colombo Junior, P. D., Lourenço, A. B., Sasserón, L. H., e Carvalho, A. M. P. (2012). Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da argumentação na resolução de uma "atividade de conhecimento físico". *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 489-507.

Deboer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Di Roma, A. F., e Camargo, E. P. (2015). Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo sobre a aquisição de conceitos científicos para alunos com surdez. *Crítica Educativa*, 1(2), 142-160.

Gabini, W. S., e Diniz, R. E. S. (2012). Formação docente e o ensino de ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: O foco na escola. *Atas Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (XVI ENDIPE)*. São Paulo. Campinas: UNICAMP, Brasil.

Gillies, R. M., Nichols, K., Burgh, G., e Haynes, M. (2014). Primary students' scientific reasoning and discourse during cooperative inquiry-based science activities. *International Journal of Educational Research*, 63, 127-140.

Godoy, A. V., Segrra, C. I., e Mauro, M. F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*,

Cádiz, 11(3), p.381-397.

Gómez-Martínez, Y., Carvalho, A. M. P., e Sasseron, L. H. (2015). Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. *Revista de Enseñanza de La Física, Córdoba, 27(2)*, 19-27.

Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., e Armstrong, N. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 3(2)*, 1-22.

Gouw, A. M. S., Franzolin, F., e Fejes, M. E. (2013). Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de Ciências. *Ciência & Educação, Bauru, 19(2)*, 439-454.

Grala, R. M., e Moreira, M. A. (2007). A Física como facilitadora na formação de conceitos científicos por crianças. *Experiências em ensino de ciências, 2(1)*, 12-26.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias, 12(3)*, 299-313.

Hofstein, A., e Llunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education, 88(1)*, 28-54.

Lamonato, M., e Passos, C. L. B. (2012). Siga os exemplos dos alunos: aprendizagens em aulas exploratório-investigativas no 4º ano do ensino fundamental. *Revista Eletrônica de Educação (São Carlos), 6(1)*, 243-265.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education, 84(1)*, 71-94.

Leite, J. C., Rodrigues, M. A., e Magalhães Júnior, C. A. O. (2015). Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 8(2)*, 42-56.

Lima, M. E. C. C., David, M. A., e Magalhães, W. F. (2008). Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores. *Química nova na escola, (29)*, 24-29.

Locatelli, R. J., e Carvalho, A. M. P. (2007). Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 7(3)*, 01-18.

Machado, V. F., e Sasseron, L. H. (2012). As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 12(2)*, 29-44.

Malheiro, J. M. S., e Fernandes, P. (2015). O recurso ao trabalho experimental e investigativo: percepções de professores de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências, 20(1)*, 79-96.

Marshall. C., e Rossman, G. B. (2006). *Designing Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Minner, D. D., Levy, A. J., e Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

Minstrell, J., e Van Zee, E. H. (2000). *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Munford, D., e Lima, M. E. C. C. E. (2007). Ensinar Ciências por investigação: O que estamos de acordo? *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1), 72-89.

National Research Council, NRC. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy.

Nunes, M. B. T., e Julio, J. M. (2013). A produção escrita como estruturadora em aulas investigativas de Ciências no 5º ano do Ensino Fundamental. *Atas Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*. Águas de Lindóia, São Paulo, Brasil.

Oliveira, C. M. A. (2009). *Do discurso oral ao texto escrito nas aulas de Ciências* (Tese Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Oliveira, C. M. A., e Carvalho, A. M. P. (2005). Escrevendo em aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, 11(3), 347-366.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Pimenta, S. G. (2005). Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação. *Educação e Pesquisa (USP)*, São Paulo, 31(3), 521-539.

Ramos, L. B. C., e Rosa, P. R. S. (2008). O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 299-331.

Rodríguez, J. J. G., e León, P. C. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la escuela*, (25), 5-16.

Rosa, C. W., Perez, C. A. S., e Drum, C. (2007). Ensino de Física nas séries iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 357-368.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio*, 17(n. especial), 49-67.

Şimşek, P., e Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 2(2), 1190-1194.

Souza, L. S. (2010). *Compreensão leitora nas aulas de Ciências* (Tese Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Spencer, T. S., e Walker, T. M. (2011). Creating a Love for Science for Elementary Students through Inquiry-based Learning. *Journal of Virginia Science Education*, 4(2), 18-25.

Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142.

Trivelato, S. L. F., e Tonidandel, S. M. R. (2015). Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, 17(n. especial), 97-114.

Van Zee, E. H., Hammer, D., Bell, M., Roy, P., e Peter J. (2005). Learning and teaching science as inquiry: A case study of elementary school teachers' investigations of light. *Science Education*, 8(6), 1007-1042.

Veloo, A., Perumal, S., e Vikneswary, R. (2013). Inquiry-based instruction, students' attitudes and teachers' support towards science achievement in rural primary schools, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93(2013), 65-69.

Viecheneski, J. P., Lorenzetti, L., e Carletto, M. R. (2012). Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Atos de Pesquisa em Educação (FURB)*, 7(3), 853-876.

Wheeler, G. F. (2000). The Three Faces of Inquiry. Em J. Minstrell e E. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 14-19). Washington: American Association for the Advancement of Science.

Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.

Zanon, D. A. V., e Freitas, D. (2007). A aula de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 10(1), 93-103.

Zômpero, A. F., Passos, A. Q., e Carvalho. (2012). A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)*, 7(1), 43-54.

Zômpero, A. F., e Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 13(3), 67-80.

Zômpero, A. F., Figueiredo, H. R. S., e Mello, K. C. (2013). Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos Anos Iniciais em atividades investigativas: uma abordagem ausubeliana. *Experiências em ensino de ciências*, 8(2), 116-125.