



REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Literature review on teaching and learning in the context of the early childhood education

Arthur Philipe Cândido de Magalhães [arthurphilipe@yahoo.com.br]
Programa de Doctorado de Educación
Universidad de Burgos
Burgos, España

Jesus Meneses Villagrà [meneses@ubu.es]
Ileana Maria Greca [imgreca@ubu.es]
Departamento de Didácticas Específicas
Programa de Doctorado de Educación
Universidad de Burgos
Burgos, España

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão de estudos empíricos que envolvem processos de ensino e aprendizagem cujo objetivo é contribuir com a área de Educação em Ciências interessada em compreender o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Para tanto, coletaram-se dados em publicações de periódicos brasileiros e espanhóis, bem como no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. A análise foi feita sob a perspectiva teórica de Bardin (2011) e os resultados foram discutidos a partir das seguintes categorias: (1) utilização de metodologia que fazem uso de um processo investigativo associado à experimentação; (2) efeitos dessas metodologias na aprendizagem conceitual, procedimental (habilidades) e atitudinal dos estudantes; e (3) dificuldades apresentadas pelos estudantes nas atividades desenvolvidas. Foram constatadas algumas implicações, como a elaboração de um planejamento integrado que favoreça um ambiente propício ao desenvolvimento de conceitos, habilidades e atitudes científicas que possibilitem aos estudantes a construção de noções necessárias para um posicionamento crítico e socialmente responsável, fundamentado em argumentos e evidências científicas.

Palavras-chave: Experimentação nos anos iniciais; Metodologias investigativas; Anos iniciais do ensino fundamental; Conceitos, habilidades e atitudes científicas.

Abstract

This article presents a review of empirical studies on the teaching and learning processes whose purpose is to contribute to the area of Science Education interested in understanding science teaching in early childhood education. Therefore, we collected data in Brazilian and Spanish publications and scientific journals, as well as in the National Forum for Researches on Science Education - ENPEC. Data analysis is based on the theoretical perspective of Bardin (2011). Results were discussed according to the following categories: (1) use of methodology that leads to the use of an investigative process associated with experimentation; (2) effects of these methodologies in conceptual, procedural (skills), and attitudinal learning of students; and (3) difficulties presented by students in the activities that they carried out. We have found some implications, such as the elaboration of an integrated planning that favors an environment conducive to the development of concepts, skills, and scientific attitudes that helps students to construct the necessary knowledge for a critical and socially responsible position, based on scientific arguments and events.

Keywords: Experimentation in early education; Investigative methodologies; Early Childhood Education; Scientific concepts, skills, and attitudes.

INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos temas mais discutidos no ensino de ciências é a alfabetização científica, fundamento essencial para o exercício da cidadania e deve ser promovida no âmbito escolar, uma vez que constitui um dos pilares para o desenvolvimento social e cultural das sociedades (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016). Implica a necessidade de os cidadãos utilizarem os conhecimentos de cunho científico para lidar com as problemáticas do cotidiano e intervir nas tomadas de decisões, assim como capacitá-los para organizar seu pensamento lógico e dispor de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que os cerca (NRC, 1996; Sasseron & Carvalho, 2011a).

Sendo assim, o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais deve favorecer as primeiras noções da alfabetização científica como elemento necessário à participação de uma cultura regida pela Ciência. Deve prover ainda condições para que os alunos compreendam minimamente os fenômenos do mundo natural, e que os avanços científicos e tecnológicos são capazes de promover mudanças significativas. Dessa maneira, poderão entender que estão aptos a desfrutar ativamente dos conhecimentos gerados pela Ciência (Martí, 2012; Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016).

A alfabetização científica dispor de quatro aspectos fundamentais: aprender ciência com a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos de cunho conceitual e teórico; aprender as noções básicas da natureza da ciência, bem como a relação entre ciência, tecnologia e sociedade; aprender a construir conhecimento científico a partir do desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias à investigação científica, além da resolução de problemas e aprender a lidar com questões problemáticas da atualidade de forma crítica, sendo capaz de participar, analisar e tomar decisões responsáveis diante dessas situações (Hodson, 2014).

Harlen (2010; 2013) também destaca que é imprescindível aos estudantes aprenderem: conceitos, princípios, teorias e modelos que possam explicar os fenômenos da natureza; a compreensão de como esses conceitos, ideias, princípios e modelos são construídos para explicar os processos naturais; perspectivas que auxiliem a compreensão científica e o apreço pela atividade científica.

Para Ward, Roden, Hewlett e Foreman (2010), há uma relação muito próxima entre a utilização de abordagens científicas com o desenvolvimento do pensamento científico. Eles esclarecem que alguns autores enfatizam que a compreensão científica é construída por meio do desenvolvimento do entendimento conceitual, das habilidades e de atitudes. Porém, aliado a isso, é necessário ainda o desenvolvimento dos procedimentos científicos que, na visão deles, envolve a compreensão da natureza da ciência, a coleta e análise de evidências e o desenvolvimento das ideias científicas. Cabe ressaltar que o entendimento desses procedimentos possibilita a compreensão dos estudantes de como ocorre o processo de investigação na Ciência, e pode proporcionar que comecem a usar as ideias de modo científico.

Um aspecto importante a ser destacado é a necessidade de, nos anos iniciais, lecionar Ciências como produto e processo (NRC, 2000). A compreensão de Ciência como produto pressupõe o ensino de conceitos e do corpo de conhecimentos organizados, possibilitando a compreensão do funcionamento da natureza. Já a percepção de Ciência como processo implica esclarecimento dos caminhos percorridos para a construção do conhecimento, ou seja, como são gerados os novos conceitos e como podem ser aplicados no dia a dia (Furman, 2008; Ward *et al.*, 2010).

Para que os estudantes obtenham êxito no processo de alfabetização científica, o ensino deve estar centrado no desenvolvimento da competência científica (Pedicine, 2012). A esse respeito, explicam que a competência científica se refere a:

Um conjunto integrado de capacidades para utilizar o conhecimento científico a fim de descrever, explicar e prever fenômenos naturais, para compreender os traços característicos da ciência, para formular e investigar problemas e hipóteses, assim como para registrar, argumentar, tomar decisões pessoais e sociais sobre o mundo natural e as mudanças que a atividade humana gera nele (Pedicine, p. 31, 2012).

São os anos iniciais que constituem a etapa fundamental para o desenvolvimento progressivo da mesma (NRC, 2007; Martí, 2012; Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016). Ao desenvolver progressivamente tal competência, o estudante deve dispor de conhecimentos teóricos e metodológicos, assim como habilidades e atitudes que lhe permitam lidar com as situações concretas do dia a dia em diversos contextos (Pedicine, 2012).

Dessa forma, a ideia de competência está relacionada à capacidade de o indivíduo mobilizar saberes de diversas naturezas e aplicá-los a fim de realizar o que se pretende diante das problemáticas cotidianas com base em conhecimentos de cunho científico, além de ter condições para desenvolver esses saberes ao longo de toda a vida. Pedrecine (2012) explica ainda que, ao desenvolver progressivamente essa competência, o estudante deve dispor de conhecimentos teóricos, metodológicos, habilidades, atitudes que lhe permitam lidar com situações concretas do dia a dia em diversos contextos do mundo.

Tais conhecimentos, caracterizados como competências científicas, podem ser pensados como estratégias de pensamento e compreendem: observar, comparar, classificar, formular perguntas investigáveis, propor hipóteses e previsões, desenhar e realizar experimentos para responder perguntas, analisar resultados, propor explicações que estejam relacionadas aos resultados, buscar e interpretar informações científicas de textos e outras fontes e, por fim, argumentar (Gellon, Rossenvasser Feher, Furman Golombek, 2005; Furman, 2008).

Para que haja o desenvolvimento da competência científica, é necessária a aquisição integrada, contextualizada e progressiva de: conhecimentos de Ciências, ou dos conceitos construídos ao longo dos séculos; conhecimentos sobre a natureza do conhecimento científico; habilidades; atitudes (NRC, 2007; Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016).

No contexto dos anos iniciais, devem ser desenvolvidos aspectos como: conhecer, usar e interpretar as explicações científicas a respeito dos fenômenos naturais; gerar e avaliar evidências e explicações científicas; compreender a natureza e o desenvolvimento do conhecimento científico; dispor de uma atitude contínua de interesse em relação à ciência e ao desenvolvimento científico (NRC, 2007).

Logo, o desenvolvimento da competência científica e da alfabetização científica exige que os estudantes sejam envolvidos desde muito cedo em processos próprios da atividade científica. Nesse sentido, introduzir desde os anos iniciais estratégias metodológicas que envolvam os estudantes em investigações irá capacitá-los a compreender os conteúdos da ciência e da natureza da atividade científica (Oró, 1999; Marti, 2012; NRC, 2007). Cabe ressaltar que o desenvolvimento progressivo dessas competências não ocorre espontaneamente, é necessário intencionalidade e a utilização de uma estratégia adequada, que possa fazer com que essas competências sejam aprendidas desde a infância (Furman, 2008).

Este artigo, escrito a partir de artigos empíricos relacionados a processos de ensino e aprendizagem, tem por objetivo contribuir com toda a área de Educação em Ciências interessada em compreender o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Para tanto, buscou-se mapear os pressupostos teóricos que fundamentam esses trabalhos e os efeitos na aprendizagem dos estudantes quanto aos aspectos conceituais, habilidades e atitudes científicas, pois, na perspectiva de Pedrecine (2012), o desenvolvimento desses aspectos contribuem para a alfabetização científica.

Cabe ressaltar que uma das lacunas na área de ensino de ciências no contexto dos anos iniciais diz respeito à complexidade de fomentar um ensino que promova o desenvolvimento da competência científica e, conseqüentemente, da alfabetização científica. Isso implica uma educação científica progressiva e que seja iniciada desde as primeiras séries de estudo na infância, pois essa etapa é crucial para que se desenvolva a alfabetização científica desejável para a cidadania (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016).

Outro problema relacionado ao ensino de ciências é que a maioria dos estudantes não aprende o conhecimento científico ensinado na escola, enfrentam dificuldades quanto ao uso de estratégias cognitivas e solução de problemas, pois eles não adquirem habilidades necessárias e acabam por desenvolver atitudes inadequadas frente à ciência (Pozo & Crespo, 2009). É por isso que se faz necessário romper com aulas de ciências tradicionalmente livrescas e descontextualizadas, nas quais os estudantes somente decoram a matéria, sem que de fato haja compreensão dos conceitos, conhecimentos de como podem e devem aplicá-los, pouca ou nenhuma relação com as experiências dos estudantes, fazendo com que o ensino se torne difícil e desestimulante (Unesco, 2005; Moreira, 2010).

Embora para Cañal, García-Carmona e Guzmán (2016) as investigações na área do ensino de ciências tenham como foco o ensino de conceitos, é necessário ressaltar a compreensão quanto ao ensino e à aprendizagem das habilidades, atitudes e da natureza do conhecimento científico. Cabe ressaltar que tanto os conceitos estruturantes, como as habilidades, atitudes e compreensão da natureza da ciência devem ser aprendidos progressivamente durante as etapas do ensino fundamental.

Para NRC (2012), os conhecimentos de cunho conceitual, procedimental, atitudinal e da natureza da ciência sejam desenvolvidos de forma integrada na construção dos currículos escolares, nos processos de ensino e na avaliação da aprendizagem. Implica que a ênfase do ensino de ciências não seja somente no

desenvolvimento da compreensão conceitual dos fenômenos da natureza, mas que possam também construir noções de habilidades, atitudes e da natureza do conhecimento científico que o possibilite intervir na realidade que o cerca.

Marti (2012) destaca que o ensino de ciências para crianças deve ter como finalidade desenvolver os aspectos cognitivos, adquirir conhecimentos e métodos de ciências e desenvolver a competência científica. Ademais, destaca como lema “aprender a investigar”, referindo-se a aprender a fazer ciência e sobre a ciência, e “investigar para compreender”, o que estaria relacionado ao processo de investigação para adquirir conhecimento científico.

Nos anos iniciais de escolaridade, os estudantes devem compreender os conceitos estruturantes fundamentais para interpretar os múltiplos processos e fenômenos que ocorrem no mundo físico. Os conceitos estruturantes são: matéria, unidade e diversidade, padrões (simetrias, regulares, ciclos), sistema, mudanças (transformações)/estabilidade, causalidade, interação, estrutura e função, modelo e energia (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016).

As habilidades, também conhecidas como procedimentos, regras, técnicas, métodos ou destrezas, referem-se a um conjunto de ações ordenadas com objetivos, ou seja, focadas para realizar um objetivo (Zabala, 1999). Para aprendê-las, Zabala (1999) destaca que é necessário: realizar as ações, ou seja, se aprende realizando-as; exercitá-las, quantas vezes forem necessárias, até que os estudantes possam dominá-las; refletir sobre a própria ação, ou seja, é fundamental levar os estudantes a refletirem como estão realizando essas ações e sobre qual a maneira adequada de realizá-las a fim de melhorar as atividades; e aplicar em diferentes contextos, implicando uma variedade de atividades que exijam a mobilização dessas habilidades e possam ser realizadas em contextos e situações diferentes.

[...] o conteúdo procedimental é aprendido quando os alunos lhes atribuem sentido e significado, e isso é possível somente quando as atividades são conduzidas sobre conteúdos reais, o que significa, inevitavelmente, sua utilização sobre os objetos de conhecimento. Sem conteúdo conceituais sobre os quais aplicar procedimentos é impossível que eles sejam aprendidos de modo significativo, entendendo por isso a capacidade de serem utilizados em qualquer situação. No entanto, o mais substancial é que essas atividades são importantes não somente pelo fato de que com elas se aprendem técnicas e estratégias educativamente relevantes, mas também porque são o principal meio para que o aluno possa realizar a atividade mental necessária, com a finalidade de compreender os diferentes conteúdos conceituais imprescindíveis para entender o mundo no qual vivemos e os fenômenos que nele ocorrem (Zabala & Arnau, 2010, p. 56 e 57).

Aos ensinar essas habilidades, é fundamental: partir de situações significativas e funcionais; que as atividades de ensino permitam o progresso gradual e em ordem, com uma sequência clara e estruturada; a apresentação de modelos em que os estudantes possam ver todo o processo; a prática orientada para ajudar em diferentes graus e com base nas necessidades dos estudantes, a fim de que desenvolvam a responsabilidade na execução das habilidades e, por fim, o trabalho independente, no qual seja possível mostrar o domínio da ação (Zabala, 1999).

Na perspectiva de Orós (1999), o processo de aquisição de normas e atitudes, embora lento, é fundamental também para a aprendizagem conceitual. Cañal, García-Carmona e Guzmán (2016) explicam que as atitudes científicas devem ser desenvolvidas a partir de uma educação científica.

Cabe ressaltar que, no processo de aprendizagem, há uma interação entre os conceitos, habilidades e atitudes, pois a compreensão se dá mediante o uso de evidências, da reflexão, da curiosidade, do respeito pelas evidências e ter uma mente aberta. Ademais, o desenvolvimento desses aspectos inclui ainda o uso da linguagem escrita, oral e matemática (Harlen, 2010)

Com base nas discussões citadas anteriormente, o desenvolvimento de conceitos, habilidades e atitudes científicas requer um processo progressivo em que se possam desenvolver de forma integrada esses aspectos que compõem a competência científica. Assim, deve-se pensar aspectos como: Que tipo de metodologia de ensino é mais favorável ao desenvolvimento da competência científica no contexto das séries iniciais? Essa metodologia promove condições para o desenvolvimento de conceitos, habilidades e atitudes científicas e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa crítica das ciências da natureza?

Inicialmente, é importante destacar que, para que haja o desenvolvimento do pensamento científico ou da compreensão científica, é necessária a utilização de uma metodologia de ensino que fomente a capacidade de pensar, refletir e agir de forma integrada no ambiente da sala de aula (NRC, 2000; Furnan, 2008). Ademais, as metodologias que utilizam o processo investigativo contribuem para uma aprendizagem que proporciona a compreensão da ciência como corpos de conhecimentos ou processos, construtivos, reflexivos e interativos (Hodson, 1994).

A aprendizagem deve ser entendida como uma atividade investigativa. No âmbito escolar, é preciso haver discussão em torno de situações que promovam curiosidade, gerem perguntas e motivem os sujeitos a agir para encontrar respostas. Assim, a investigação pode constituir um processo de reflexão, planejamento, indagação, experimentação, exploração, atuação, entre outros aspectos, para que se possam dar respostas válidas às perguntas elaboradas a partir de situações-problema da vida cotidiana e em outros contextos, sejam eles escolares, ambientais, sociais, políticos, científicos, profissionais, entre outros (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016).

Um aspecto importante ao se considerar atividades de natureza investigativa é que elas promovem não só a participação ativa dos estudantes, mas os ajuda a ter maior consciência sobre o que estão fazendo e como estão fazendo. Isso implica metacognição, processo em que se proporciona um ambiente para avaliação e revisão da investigação, no qual se poderá discutir coletivamente os aspectos limitantes ou as potencialidades da experimentação realizada. Isso permite aos estudantes maior compreensão da natureza da ciência (Martí, 2012)

Assim, as atividades voltadas para uma educação em ciências devem considerar aspectos como: possibilitar a curiosidade, a satisfação e o assombro pelo desconhecido, bem como desenvolver a compreensão científica; ter relação com a vida, o cotidiano e o bem-estar dos estudantes; desenvolver ideias sobre as ciências, habilidades para investigação e condições para buscar e registrar dados; construir, mediante a mobilização de conhecimentos prévios, habilidades e atitudes, além de estimular esse desenvolvimento; proporcionar às crianças oportunidades de participar de experiências que as façam perceber como a atividade científica é compreendida na atualidade; promover a reflexão a respeito do próprio processo da aprendizagem por meio da avaliação formativa (Harlen, 2010).

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) destaca que o ensino deve possibilitar um novo olhar dos estudantes para o mundo que os cerca. Nesse sentido, o texto base enfatiza que devem ser executadas situações de aprendizagem em que eles possam planejar e trabalhar cooperativamente em situações de investigação. Embora o documento não dê ênfase a uma sequência de etapas, apresenta que os alunos possam iniciar o estudo por meio de questões desafiadoras ou problemas: levantar, analisar, representar resultados, comunicar conclusões e propor intervenções na realidade. O que a proposta da base tem de diferente de outros modelos de fases didáticas é o momento de intervenção da realidade.

Cabe salientar que, fundamentado em diversas perspectivas teóricas (NRC 1996), devem-se fomentar no ambiente educativo vários processos que possibilitem o desenvolvimento progressivo de conceitos, habilidades, atitudes científicas, bem como aspectos da natureza das ciências, por meio de:

- ✓ Um processo para aprender questionamentos a respeito da realidade natural no qual essas perguntas/problemas sejam lançadas pelo professor ou elaboradas pelos estudantes a partir de sua curiosidade acerca dos fenômenos da natureza e possam ser redimensionadas para uma perspectiva de pensar a realidade a partir de um pensamento mais científico;
- ✓ Um processo para aprender a levantar hipóteses e fazer previsão a respeito dos problemas levantados, considerando aspectos da incerteza do conhecimento e do erro como possibilidade de aprendizagem;
- ✓ Um processo no qual se aprenda a elaborar desenhos experimentais ou elaborações de investigações nos quais reflitam sobre as múltiplas possibilidades de utilizar estratégias e recursos disponíveis, bem como definir as variáveis a serem testadas;
- ✓ Um processo no qual aprendam a realizar atividades experimentais que estejam relacionadas com a tentativa de refletir sobre as hipóteses, testar as variáveis e dar respostas aos problemas levantados, além de aprender sobre normas e condutas de segurança para realização de experimentos;
- ✓ Um processo de coleta de dados/evidências, por meio de instrumentos ou ferramentas elaboradas, em que se possa verificar, medir, comparar esses dados/evidências;
- ✓ Um processo de pensamento crítico e lógico para análise das evidências encontradas;
- ✓ Um processo de construção de uma explicação com base nas evidências e discussão coletiva;

✓ Um processo de comunicação dos resultados encontrados, seja por meio oral, escrito, desenhos, plataformas digitais, que utilizem argumentos científicos mediante as evidências encontradas;

Esse viés metodológico necessário ao desenvolvimento desses aspectos que constituem a competência científica exige o envolvimento ativo dos estudantes em experiências progressivas no estudo de processos de investigação dos fenômenos da realidade. Implica uma nova postura voltada para a compreensão profunda de processos envolvidos no ato de investigar e o desenvolvimento de habilidades e posturas necessárias à investigação de cunho científico. Ou seja, transcende o ato de decorar passos ou etapas de pesquisa, requerendo uma nova forma de compreender como são gerados e construídos os conhecimentos que expliquem a realidade.

Nessa perspectiva, é necessário haver diversas experiências investigativas de modo que os estudantes possam aprender os elementos essenciais da ciência, possibilitando o contato dos estudantes não somente com os conhecimentos produzidos, mas com a realidade, o que implica estudar o que ocorre em seu contexto próximo, fazer anotações, discutir com os colegas de classe e professores, comparar fatos, realizar experimentos e acompanhar o processo, entre outras situações (Ward *et al.*, 2010; Oró, 1999).

Porém, de acordo com o NRC (2000), a realização de experiências também deve estar em consonância com o desenvolvimento da compreensão científica baseada em evidência, na construção dos conceitos, dos procedimentos científicos, e refletir sobre os processos de como se constituiu toda a investigação.

Hodson (1994) discute a importância de não buscar passar uma ideia de ciência rígida por meio de passos ou etapas estabelecidas que devem ser seguidas fielmente. Na mesma perspectiva, Moreira e Ostermann (1993) afirmam que é necessário superar a ideia da ciência como processo de construção do conhecimento por meio de etapas rígidas estabelecidas. Questionam se não seria mais importante ensinar nas séries iniciais os procedimentos científicos em vez do “método científico”.

Halen (2000) destaca a importância de ensinar competências que possibilitem a compreensão dos processos da ciência no lugar de um método científico. Tais competências envolvem habilidades, como: observar, descrever, comparar e classificar, elaborar perguntas de cunho científico, levantar hipóteses, realizar previsões, desenhar atividades experimentais, coletar dados, analisar dados, elaborar explicações baseadas em evidências, comunicar resultados, entre outras. Para NRC (2007), é necessário construir essas noções para que os estudantes tenham condições de lidar com questões de cunho científico de forma que possam desenvolver o pensamento crítico e as habilidades e atitudes científicas necessárias à investigação.

Para o desenvolvimento das ideias científicas a partir das ideias prévias dos estudantes, há necessidade de que desenvolvam habilidades indispensáveis à atividade científica e Harlen (2010; 2014) indica algumas delas, como: formular perguntas, levantar hipóteses, fazer previsões, uso da observação e medição a fim de buscar e organizar dados, realizar as devidas interpretações para obter conclusões válidas com base nas provas encontradas e comunicar e informar os procedimentos utilizados no processo de investigação e as conclusões obtidas. Contudo, não basta somente conhecer essas habilidades, deve-se saber usá-las, ou seja, desenvolver a capacidade de mobilizar os conhecimentos para realizar uma investigação e conhecer o mundo natural que nos rodeia.

Um aspecto importante na compreensão de metodologias que utilizam a investigação é determinar se os estudantes respondem a perguntas de cunho científico por meio da análise de evidências coletadas no processo de estudo, contribuindo para diferenciar essa metodologia de outras que, embora possam favorecer elementos muito parecidos e sejam utilizadas em outras áreas dos componentes curriculares, não tratam especificamente do que estamos pensando a respeito de como ensinar ciências da natureza no contexto infantil. Isso significa que outras metodologias que não tenham essas características não se enquadram como atividades investigativas que desenvolvem o pensamento científico.

Portanto, espera-se promover em sala de aula uma metodologia de ensino que visa não somente discutir, a partir de situações problemas de cunho científico, conceitos e princípios, mas possa incentivar as primeiras noções dos procedimentos científicos (habilidades) necessários à investigação, à compreensão da importância desses procedimentos para a ciência, além da aprendizagem de atitudes científicas essenciais à formação de um indivíduo para a contemporaneidade.

METODOLOGIA

Para a realização da revisão de artigos de caráter empírico, com foco em resultados dos processos de ensino e aprendizagem, a fim de contribuir com a área de Educação em Ciências interessada em compreender o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, foram selecionados, inicialmente, por meio da busca eletrônica, 81 trabalhos referentes aos anos iniciais do Ensino Fundamental, no período de 2000 a 2018, em periódicos científicos, e de 2011 a 2017 nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência (ENPEC).

Na seleção dos artigos, foram como palavras-chave as seguintes palavras, expressões ou variações: alfabetização científica, anos iniciais do Ensino Fundamental, Ensino Fundamental I, criança, ciências da natureza, séries iniciais, conceitos, habilidades e atitudes científicas, ensino de ciências para crianças, educação básica. O Quadro 1 apresenta a quantidade de artigos selecionados.

Quadro 1 – Quantidade de artigos selecionados para revisão.

Periódico	Quantidade de trabalhos	Porcentagem
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2	5,1%
Enseñanza de las Ciencias	1	2,6%
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	4	10,2%
Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências	8	20,6%
Revista Ensaio	4	10,2%
Revista Ciência & Educação	3	7,6 %
Evento	Quantidade de trabalhos	Porcentagem
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	17	43,7%
Total	39	100%

Fonte: Autoria própria.

Utilizaram-se ainda as seguintes questões norteadoras para esta revisão:

- ✓ Quais são as evidências apresentadas a respeito dos efeitos das metodologias de ensino utilizadas em investigações no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental?
- ✓ Os estudos estão associados a alguma teoria de aprendizagem?
- ✓ Há pesquisas que relacionam teoria da aprendizagem e metodologia de ensino?
- ✓ Como é possível caracterizar esses resultados e o que aprender com eles?
- ✓ Que variáveis são percebidas como importantes no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes nos anos iniciais?
- ✓ Quais são os conteúdos científicos, habilidades e atitudes desenvolvidas ou abordadas nessas discussões? E como isso foi feito?
- ✓ Quais foram as principais dificuldades encontradas pelos estudantes?

O material coletado foi analisado a partir da perspectiva de Bardin (2011). Na pré-análise, selecionaram-se apenas 39 artigos a partir da leitura na íntegra do material, pois tinham como foco o desenvolvimento de práticas relacionadas ao ensino e à aprendizagem em Ciências da Natureza. Adotaram-se como critério de exclusão aqueles relacionados à formação dos professores dos anos iniciais, artigos teóricos, aqueles que investigam apenas concepções ou conhecimentos prévios das crianças, propostas didáticas, entre outros.

No processo de exploração do material, foram identificadas as tendências a partir de questões relacionadas à frequência de situações de ensino e aprendizagem apresentadas nas pesquisas e na interpretação dos resultados atribuídos pelos pesquisadores. Com base nisso, definiram-se três categorias a partir dos resultados dessas investigações: utilização de metodologia que faz uso de um processo investigativo associado à experimentação; efeitos dessas metodologias na aprendizagem conceitual, procedimental (habilidades) e atitudinal dos estudantes; e dificuldades apresentadas pelos estudantes nas atividades desenvolvidas.

Por fim, fez-se o tratamento dos dados encontrados, em busca dos significados expressos, inferências e interpretações que foram apresentados e discutidos em cada uma das categorias descritas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item, serão apresentados os resultados e as discussões inferidas a partir dos dados coletados.

Utilização de metodologias que fazem uso de um processo investigativo associado à experimentação

O tópico caracteriza as pesquisas nas quais se identificaram sequências didáticas que apontam para o uso de metodologias que empregam processos investigativos associados à experimentação. Esses processos investigativos se compreendem a partir do levantamento de uma situação-problema que os estudantes deveriam se envolver para resolvê-lo utilizando atividades experimentais. No Quadro 2, sintetizam-se algumas das sequências didáticas fundamentadas em aspectos metodológicos mencionados anteriormente e nas quais é possível detectar o tipo de estratégia ou metodologia utilizada.

Quadro 2 – Metodologias e/ou estratégias metodológicas utilizadas nas investigações

Metodologia/Estratégia metodológica	Referências
Sequência de Ensino Investigativa (SEI)	Moraes e Carvalho (2013), Moraes e Carvalho (2017), Raloni e Carvalho (2013), Benetti e Oliveira (2017).
Ensino por investigação	Brito e Fireman (2016), Sasseron e Carvalho (2014), Sasseron e Carvalho (2011b), Souto, França, Munford, Neves, Coutinho e Machado (2013), Machado e Queiroz (2013), Zertolli e Neves (2017).
Metodologia da indagação	Greca e Herrero (2017).
Metodologia da indagação guiada	Martín e Izquierdo (2014).
Unidade didática associada à experimentação	Pro e Moreno (2014), Biagini e Gonçalves (2017).
Investigação e experimentação no ensino: Projeto Pequenos Investigadores	León, Colón, e Alvarado (2013).
Estratégia didática interativa	Vílchez-González e Ramos-Tamajón (2015).
Atividade investigativa	Ramos, Reséndiz, Delgadillo, Palacios, (2008), Colombo Jr., Lourenço, Sasseron e Carvalho (2012), Borges e Duarte (2007), Fabri e Silveira (2013), Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013).
Aula com atividade experimental	Capecchi e Carvalho (2000), Franco e Munford (2017), Lira e Texeira (2011), Matos & Valadares (2001).
Atividades experimentais	Rosa e Pecatti (2007), Soares, Paula, Paula, Silva e Pereira (2013), Franco & Munford (2015).
Atividades experimentais fundamentadas nos princípios do Programa ABC na Educação Científica – Mão na Massa	Gomes e Sá (2011).
Problematização fundamentada em Delizoicov (2001) e Freire (2005).	Giassi e Delfino (217).
Três momentos pedagógicos.	Oliveira et al (2017).

Fonte: Autoria própria.

Na análise desses artigos, percebeu-se que, em alguns casos, os autores fazem menção ao uso de experimentação, mas não há explicação se tais atividades estariam relacionadas a uma unidade didática com várias aulas ou somente a uma atividade prática ocorrida em uma única aula, como detectado em pesquisas de Capecchi e Carvalho (2000), Franco e Munford (2017), Lira e Texeira (2011), e Matos e Valadares (2001). Ademais, em algumas não está explícito como tais atividades ocorreram ou quais etapas os estudantes percorreram para a aprendizagem.

É importante destacar que as atividades experimentais são elementos-chave para a aprendizagem da ciência por meio de uma metodologia de ensino investigativa e partem de perguntas investigáveis adequadas à faixa etária dos estudantes e constituam um estímulo ou desafio. Com ela, pode-se realizar atividades com focos na observação, determinação de causas-efeitos, desenhos e construção e comprovação de uma ideia ou hipóteses levantadas (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016)

Em artigos que apresentam de forma clara a utilização de atividades experimentais em unidades didáticas, para além de uma aula, elas foram denominadas “Sequência de Ensino Investigativa (SEI)” nos estudos de Moraes e Carvalho (2013), Moraes e Carvalho (2017), Raloni e Carvalho (2013), Benetti e Oliveira (2017); “Unidade Didática Associada à Experimentação”, por Pro e Moreno (2014) e Biagini e Gonçalves (2017); e “Estratégia Didática Interativa”, em Vílchez-González e Ramos-Tamajón (2015).

Quando refletimos a respeito de pesquisas que ocorrem em uma única atividade e aquelas planejadas a partir de uma sequência didática – que dizem respeito à compreensão de que a aprendizagem é um processo pessoal que envolve compreensão cognitiva, transformação do conhecimento, armazenamento e uso da informação, como destaca Moreira (2011) –, é importante considerar a dinâmica da estrutura cognitiva que demanda processos em que o estudante precisa diferenciar, reconciliar e consolidar conhecimentos. Na mesma perspectiva, Zabala (1999) ressalta que aprender procedimentos (habilidades) requer muitos momentos de prática. Para Lemos (2011), aprender é uma construção pessoal progressiva (contínua) e requer intenso processo mental de elaboração, reelaboração, reflexão, questionamento, curiosidade, aplicação do conhecimento em novas situações, entre outros aspectos.

Cabe destacar que, em outras análises, detectou-se mais de uma unidade didática e mais de uma metodologia de ensino relacionada à área de Ciências da Natureza, como a do “Ensino por investigação”, apresentada e discutida em pesquisas realizadas por Brito e Fireman (2016), Sasseron e Carvalho (2014), Sasseron e Carvalho (2011b), Souto et al (2013), Machado e Queiroz (2013), e Zertolli e Neves (2017); e a denominada “Metodologia da indagação”, apresentada e discutida por Greca e Herrero (2017) e Martín e Izquierdo (2014), as quais fundamentam o processo de ensino nas investigações científicas.

Outro aspecto importante a ser destacado é que apenas 13 das 39 investigações selecionadas trazem fundamentos de uma teoria da aprendizagem que embasa a metodologia de ensino utilizada. Nelas, os teóricos mais citados foram Lev Vigotsky – nas pesquisas de Boss, Filho, Mianuttie Caluzi (2012), Girdelli e Almeida (2008), Viecheneski e Carletto (2013), Moraes e Carvalho (2017) e Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013) –; Lev Vigotsky e Ausubel –, em trabalhos de Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013), Freire em Giassi e Delfino (2017) e Oliveira, Riposati, Authé Epoglou (2017). Inferiu-se ainda que, nas pesquisas de Brito e Fireman (2016), Sasseron e Carvalho (2014), Sasseron e Carvalho (2011b), Souto *et al.* (2013), Machado e Queiroz (2013), e Zertolli e Neves (2017), foram utilizados fundamentos do ensino por investigação que tenham tido como referencial Jean Piaget e Lev Vigotsky, conforme apontado por Carvalho (2013).

Harlen (2006; 2010) faz uma crítica relacionada aos aspectos que algumas propostas investigativas deixam de lado, pois a finalidade muitas vezes é somente buscar explicações e responder a perguntas sobre os fenômenos do mundo natural que estejam relacionadas ao conteúdo da ciência. Contudo, esse processo de aprendizagem por atividades de investigação deveria também levar os estudantes a desenvolverem uma compreensão da natureza dos conhecimentos e da apreciação do significado da atividade científica e, dessa forma, alcançar o objetivo de uma educação integral.

Os autores enfatizam que há compreensões errôneas a respeito de algumas metodologias utilizadas nas aulas de ciências e, embora o estudante seja ativo no processo de ensino e aprendizagem, isso não implica a ausência de momentos explicativos realizados pelo professor, pois, de certa forma, é ele que tem condições para mediar a construção do conhecimento e perceber qualquer compreensão inadequada apresentada por algum estudante e, assim, ajudá-lo a encontrar uma explicação científica.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) enfatiza ser necessário que o ensino se dê por meio de investigações científicas e sugere algumas situações de aprendizagens em que os estudantes possam definir problemas, realizar experimentações, levantar, analisar e representar, comunicar e intervir; não descreve ações ou as condutas necessárias do docente, ou seja, não apresenta uma metodologia a ser seguida. Nesse sentido, cabe ao professor explicitar suas escolhas no âmbito do currículo e dos projetos pedagógicos com as devidas adequações à realidade de cada sistema de ensino, instituição, escola, contexto e características dos estudantes.

Por exemplo, o ensino por investigação proposto por Carvalho (2016) tem como finalidade desenvolver atividades em que os estudantes observem fenômenos, formulem perguntas, manipulem materiais e objetos, discutam resultados e organizem informações e utilizem diversos meios para comunicar os resultados. Pretende-se que aluno desenvolva liberdade para pensar e aprenda o processo de investigação. A proposta das fases didáticas são: distribuição de material experimental e proposição do problema inicial; etapa da resolução de problemas pelos alunos; etapa da sistematização do conhecimento elaborado pelo grupo, e etapa do escrever e desenhar.

Na mesma perspectiva, Furman (2008) enfatiza que, para o desenvolvimento do pensamento científico nas crianças, devemos ensiná-las a partir da sua curiosidade natural, a fim de que possam construir pensamentos mais sistemáticos, autônomos e críticos, pois a aprendizagem por processos investigativos pressupõe um ensino no qual construir conhecimentos ocorre por meio de um processo em que se faz uso de perguntas, problemas, experimento. Sua ênfase não está na memorização de informações, mas na compreensão que o aprendiz tem a partir do levantamento de problemas, de perguntas em torno deste problema, da busca e resposta a essas questões.

Efeitos das metodologias na aprendizagem dos estudantes

Perceberam-se alguns efeitos do uso dessas metodologias e/ou estratégias associadas à experimentação, relacionados à aprendizagem conceitual, desenvolvimento de habilidades e atitudes. Contudo, há uma tendência expressiva nas pesquisas quanto à busca por resultados relacionados muito mais às habilidades e atitudes científicas do que aos aspectos conceituais.

Efeitos na aprendizagem conceitual

Nos anos iniciais de escolaridade, os estudantes devem compreender os conceitos estruturantes fundamentais para interpretar os múltiplos processos e fenômenos que ocorrem no mundo físico. Na perspectiva de Espinoza (2010), os temas estruturantes são: matéria, energia, classificação e sistemas. Cañal, García-Carmonae Guzmán (2016) destacam que esses conceitos são: matéria, unidade e diversidade, padrões (simetrias, regulares, ciclos), sistemas, mudanças (transformações), estabilidade, causalidade, interação, estruturas, função, modelo e energia.

Por isso, Harlen (2006; 2010) explica que o ensino baseado em atividades investigativas e/ou experimentais promove maior compreensão conceitual que outras formas menos ativas de aprendizagem.

Na Tabela 1, apresentamos os conteúdos científicos abordados nesses artigos. Cabe ressaltar que, em alguns trabalhos, não foi possível perceber qual aspecto conceitual foi discutido em virtude do objetivo da investigação. A opção por apresentar os conceitos utilizados nessas pesquisas no ensino com as crianças tem relação com as possibilidades compreendê-los a partir de atividades experimentais.

Tabela 1 – Conteúdos científicos abordados nos artigos selecionados

Categories Produtos da ciência	Conteúdos científicos abordados nos artigos selecionados	Quantidade	
Fenômenos e processos físicos	Fenômenos relacionados à pressão.	1	13
	Fenômenos relacionados à velocidade e à altura.	1	
	Fenômenos relacionados a massa, equilíbrio, peso e volume.	1	
	Fenômenos magnéticos.	1	
	Fenômenos elétricos e magnéticos.	1	
	Fenômenos relacionados à luz.	1	
	Fenômenos térmicos relacionados à temperatura e sua manifestação no cotidiano.	1	
	Energia e eletricidade.	2	
	Energias renováveis e não renováveis.	1	
	Consumo e economia de energia.	1	
	Conceitos físicos de eletrodinâmica: lâmpadas, baterias e pilhas.	1	
	O ar.	1	
Ser humano e saúde	Órgãos dos sentidos e sabor dos alimentos.	1	4
	Sistema digestório.	1	
	Alimentação humana.	1	
	Alimentação saudável.	1	
Seres vivos e ecossistemas	Necessidade vital das plantas.	1	6
	Plantas.	1	
	Plantas: germinação de sementes.	1	
	Conhecimentos biológicos e meio ambiente.	1	
	Ciclo de vida das borboletas.	1	
Animais invertebrados.	1		
Terra e universo	Fenômenos astronômicos.	1	1
Processos tecnológicos	Desenvolvimento tecnológico e reciclagem do lixo.	1	1
Meio ambiente	Meio ambiente.	1	3
	Problemas ambientais.	1	
	A importância da água.	1	
	Total	28	
	Não mencionam	11	
	Total	39	

Fonte: autoria própria.

Os conceitos científicos são fundamentais para que os estudantes compreendam os fenômenos do cotidiano e possam, a partir da construção dos mesmos, chegar a uma nova reflexão das explicações que têm. Nesse sentido, é indispensável que se possa construir um referencial curricular que permita aos

estudantes uma aprendizagem progressiva dos conceitos ao longo dos anos iniciais, a fim de se constituírem no futuro como conhecimentos prévios que possibilitarão novas aprendizagens.

Na Tabela 1, apresentam-se as pesquisas em que houve um número maior de investigações associadas à aprendizagem de fenômenos físicos seguidos daqueles referentes ao seres vivos e ecossistemas. Logo, tem-se o questionamento: Há uma área consolidada de investigações acerca de campos conceituais de algum conceito estruturante e como eles podem, progressivamente, ser introduzidos nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

Dando início às reflexões a respeito da aprendizagem conceitual, Talamoni e Caldeira (2017) apontam que, no estudo relacionado ao sistema digestório, houve evolução conceitual, tanto em termos descritivos, quanto morfofuncionais. Sasseron e Carvalho (2011b), por sua vez, destacam o estudo de um fenômeno físico no qual as crianças demonstraram explicações elaboradas para justificar os eventos associados. Nas respostas apresentadas, evidenciou-se um alto grau de coerência interna no que tange a conexão das informações e melhor compreensão conceitual a partir da explicação de novas situações a elas propostas.

Gomes e Sá (2011) destacam a aprendizagem conceitual a partir da argumentação nos discursos dos estudantes, na qual se percebeu maior frequência em relação aos dados e conclusões. Para Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013), a simulação computacional contribuiu para a compreensão dos conceitos físicos de eletrodinâmica, pois os estudantes puderam realizar experimentos simulados e comparar os conceitos estudados em sala de aula com o cotidiano deles, despertando a curiosidade e a criatividade desses estudantes. Da mesma maneira, os experimentos no estudo de Matos e Valadares (2001) promoveram aquisição conceitual em relação ao magnetismo.

Machado e Queiroz (2015) aplicaram uma sequência didática, com vistas a desenvolver competências conceituais e atitudinais pelos alunos no estudo do conceito de energia, por meio de vídeo, experimentação e na construção de uma maquete da rede de distribuição de energia elétrica. No entanto, os resultados apresentados se concentraram muito mais nas habilidades e atitudes utilizadas para aprender do que nos conceitos.

Giassi e Delfino (2017) desenvolveram uma pesquisa na qual discutiram conteúdos conceituais quanto aos animais invertebrados com alunos do terceiro ano, e o ar com os do quarto, a partir da capacidade que demonstraram para expressar e colocar suas ideias. Sobreira, Viveiro e d'Abreu (2017) perceberam a melhora conceitual em relação à aquisição de vocabulário científico a respeito de temas científicos e tecnológicos, além de um avanço na compreensão de processos como geração e transformação de energia.

É necessário destacar que essas investigações, embora façam menção a uma aprendizagem conceitual, não dimensionam os aspectos adquiridos pelos alunos, o que de fato apreenderam sobre os conceitos estudados. Sabe-se que a aquisição conceitual leva tempo, em função do campo conceitual e da aprendizagem de outros termos essenciais para um melhor entendimento. Outra particularidade interessante diz respeito aos resultados dos artigos em não apresentar quais seriam as dificuldades conceituais que os participantes apresentavam antes, durante e após a aplicação do estudo. Será que os estudantes não tinham qualquer dificuldade em compreender os conceitos estudados? E, ao estudá-los, que outras fragilidades foram percebidas? Ou seja, a consideração dos conhecimentos prévios para a elaboração de uma sequência de ensino que pudesse atender às necessidades formativas do público investigado. Algo que poderia abrir possibilidades para outros pesquisadores avançarem nos estudos sobre a área conceitual com crianças.

Efeitos relacionados às habilidades científicas

As habilidades a serem discutidas dizem respeito àquelas necessárias à investigação científica (Ward *et al.*, 2010; Martí, 2012; Harlen, 2006; 2010, 2013) e podem ser classificadas como: procedimentos, regras, técnicas, métodos ou destrezas. Referem-se a um conjunto de ações ordenadas com objetivos, ou seja, focadas em realizar um objetivo (Zabala, 1999). Ao ensinar tais habilidades, é fundamental: partir de situações significativas e funcionais; permitir o progresso gradual e em ordem, com uma sequência clara e estruturada; apresentar modelos em que os estudantes possam perceber o processo como um todo; que a prática seja orientada e possa ajudar em diferentes graus, com base nas necessidades dos estudantes, a fim de que desenvolvam a responsabilidade na execução das habilidades; e, por fim, um trabalho independente, no qual seja possível que mostrem o domínio da ação (Zabala, 1999).

Para categorizar as habilidades relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Ciências aprendidas por estudantes e apresentadas nas pesquisas, optou-se pela classificação de Orós (1999), que são:

procedimentos relacionados ao trabalho experimental, procedimentos relacionados à informação e à comunicação e procedimentos relacionados à conceituação e aplicação dos conceitos. As habilidades mencionadas nos estudos anteriores estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Habilidades mencionadas nas investigações

Tipo de Habilidades	Autores	Resultado	Nº	%
<p>(1) Procedimentos relacionados ao trabalho experimental: utilizar objetos, montar dispositivos, observar, mensurar, coletar, descrever, classificar, identificar variáveis, formular hipóteses, entre outros)</p>	Brito e Fireman (2016)	Manipulação de variáveis e organização de dados.	2	<p>(27) 38,6%</p>
	Benetti e Oliveira (2017)	Elaboração de hipóteses.	1	
	Capecchi e Carvalho (2000)	Elaboração de hipóteses a partir das conclusões.	1	
	Pro e Moreno (2014)	Identificação de ideias, descrição das observações e análise de dados de caráter numérico.	3	
	Moraes e Carvalho (2013)	Percepção dos processos de investigação, exploração de materiais, elaboração de perguntas, previsões, manuseio de equipamentos e materiais e descrição de suas observações a fim de usá-las como evidências.	6	
	Giraldelli e Almeida (2008)	Mobilização da atenção dos participantes.	1	
	Talamoni e Caldeira (2017)	Classificação, seriação de informações, localização no tempo e no espaço dos fenômenos observados, representações.	5	
	Martín e Izquierdo (2014)	Organização de dados e elaboração do desenho experimental.	2	
	Moraes e Carvalho (2017)	Capacidade de imaginação, possibilitando a projeção, previsão e levantamento de hipóteses.	4	
	Souto et al (2013a)	Observação e caracterização.	2	
<p>(2) Procedimentos relacionados com a informação e a comunicação: uso de vocabulário científico, expressão adequada da aprendizagem, dos resultados das experiências, extrair informações, organizar ideias, entre outras</p>	Viecheneski e Carletto (2013)	Produção escrita, desenhos e expressão oral nas discussões coletivas.	3	<p>(37) 52,8%</p>
	Moraes e Carvalho (2013)	Engajamento nas discussões e na produção de desenhos sobre as atividades. Apresentação de dúvidas e certezas, traduzidas no material produzido.	3	
	Brito e Fireman (2016)	Discussão de situações controversas, comunicação, trabalho em grupo, elaboração de acordos coletivos a respeito do estudo.	4	
	Ramos et al (2008)	Discussões em grupo e expressão de ideias prévias.	2	
	Moraes e Carvalho (2017)	Expressão de como ocorrem as atividades, bem como o que é possível perceber delas por meio de desenhos.	2	
	Capecchi e Carvalho (2000)	Uso da argumentação, apresentação de informações como justificativas a partir dos dados coletados, resolução do problema e elaboração de hipóteses a partir das conclusões elaboradas.	5	
	Colombo Jr. et al (2012)	Argumentação nas aulas, a partir do levantamento de hipóteses e exploração de explicações.	3	
	Sasseron e Carvalho (2011b)	Explicações elaboradas pelas crianças para justificar os eventos.	1	
	Gomes e Sá (2011)	Argumentação nos discursos dos estudantes, nos quais se percebe maior frequência em relação aos dados e conclusões.	1	
	Rosa, Rosa, e Pecatti (2007)	Relatos de conhecimentos prévios e hipóteses sobre o que aprenderam ao grande grupo. Discussão sobre atividades que iriam desenvolver e expressão de sentimentos, angústias e ansiedades, vinculados à dimensão afetiva.	5	
	Franco e Munford (2015)	Envolvimento nas discussões, com proposta do uso de evidências para responder às perguntas e desenvolver relações entre diferentes questões na argumentação.	3	
	Giassi e Delfino (2017)	Expressão e colocação de ideias.	2	
	Sobreira, Viveiro, e d'Abreu (2017)	Enriquecimento de vocabulário.	1	
	Góes e Santos (2017)	Aumento sutil no nível da argumentação dos estudantes.	1	
Benetti & Oliveira (2017)	Explicação dos resultados de seus experimentos.	1		

Tipo de Habilidades	Autores	Resultado	Nº	%
(3) Procedimentos relacionados com a conceituação e aplicação dos conceitos: montar esquemas conceituais, sínteses, construção de conceitos, entre outros.	Lira e Texeira (2011)	Argumentação escrita, por meio de uma reorganização e melhor sistematização das ideias.	2	(6) 8,6%
	Moraes e Carvalho (2017)	Expressão de como ocorreu a atividade, por meio da organização das ideias e desenhos.	2	
	Talamoni e Caldeira (2017)	Conceituação e definição.	2	
Total de habilidades mencionadas			70	100%

Fonte: Autoria própria.

Com relação à análise dos procedimentos relacionados ao trabalho experimental (Quadro 3), definiram-se os seguintes indicadores para classificar as habilidades apresentadas nas investigações: elaboração de perguntas e hipóteses; identificação de variáveis; realização e imaginação de previsões; coleta e organização de dados; elaboração de desenhos experimentais; manuseio de equipamentos e materiais na experimentação; análise de dados; descrição de uma observação; atenção para a observação e percepção do processo investigativo. Percebe-se um índice maior em referência à organização dos dados, seguido da realização de previsões. Cabe ressaltar que é possível inferir que as demais habilidades foram contempladas nos estudos, porém, ao comunicar os resultados, os autores enfatizaram apenas algumas delas.

Quanto aos resultados dos procedimentos relacionados à informação e à comunicação (Quadro 3), percebe-se que muitos estão relacionadas à expressão oral nas discussões coletivas. Isso se refere ao fato de que as atividades investigativas associadas à experimentação promovem maior interação social, demandando um ambiente mais dialógico em sala. É por meio do diálogo em grupo, ou com toda a sala, que há uma troca mais intensa de significados entre estudantes e professores, seja nas atividades prévias, no momento de levantar hipóteses, no período de manipulação de objetos para a atividade experimental, durante a coleta e análise dos dados, ou na comunicação dos resultados. Nesse sentido, esses resultados apontam para inúmeras expressões de cunho oral.

Quadro 3 – Resumo das habilidades mencionadas nas investigações

Categorias	Resumo das habilidades apresentadas nas investigações
Procedimentos relacionados ao trabalho experimental	Estruturar perguntas e hipóteses; identificar variáveis; fazer e imaginar previsões; coletar e organizar dados; elaborar desenhos experimentais; manusear equipamentos e materiais na experimentação; analisar dados; descrever observações; mobilizar atenção para observação; perceber o processo investigativo.
Procedimentos relacionados à informação e comunicação	Uso de vocabulário científico; expressão de ideias prévias, argumentos e justificativas; exteriorização da aprendizagem, ou da dificuldade; expressão do processo ou etapas de estudo; expressão oral dos resultados das experiências; demonstração escrita dos resultados das experiências; compartilhamento de ideias em discussões coletivas; extração e apresentação de informações; e capacitação para organizar ideias coletivamente e expressar sentimentos.
Procedimentos relacionados à conceituação e aplicação dos conceitos	Síntese; construção de conceitos; organização das ideias aprendidas; argumentação escrita; e produção escrita do processo de investigação.

Fonte: Autoria própria.

Contudo, cabe refletir não somente sobre a expressão antes e durante as atividades investigativas, mas também como os resultados podem ser comunicados para além de discussões coletivas, produção de desenhos ou textos. É necessário pensar em outras possibilidades, que fomentem a habilidade em expressar o conhecimento construído, não só por meio da oralidade, mas com o emprego de outras ferramentas que permitam aos estudantes reelaborar o conhecimento aprendido para expressá-lo por meio de cartas, artigos de opinião, mapas conceituais, jornaizinhos, *blogs*, vídeos e dramatizações. Assim, a questão que se coloca é: não seria necessário pensar, planejar e executar outras possibilidades de comunicação do conhecimento aprendido para aqueles considerados nativos digitais?

Quanto aos resultados referentes às habilidades relacionadas à conceitualização e à aplicação dos conceitos (Quadro 3), percebeu-se um número reduzido de menções. Esse resultado pode estar ligado ao fato de as crianças ainda estarem em fase de formação e, portanto, no início da assimilação conceitual. Implica dizer que a aquisição de habilidades relacionadas a conceituar, sintetizar ou mesmo aplicar conceitos em outras realidades é uma tarefa que exige muitas intervenções. Todavia, é fundamental que o processo de aprendizagem aconteça nessa faixa etária, a fim de que os estudantes possam ter maior autonomia em séries posteriores.

Um aspecto não percebido nas discussões diz respeito à necessidade de que os estudantes aprendam algumas regras relacionadas às questões de segurança à medida que realizam atividades experimentais. Isso porque a maioria das atividades foi feita com objetos e materiais simples, sem a preocupação com essas questões, porém, faz-se importante esclarecê-las desde os anos iniciais.

Efeitos relacionados às atitudes científicas

A aprendizagem de atitudes científicas demanda mais tempo para ser assimilada, em comparação aos conceitos e habilidades (Orós, 1999). E é por meio de uma educação científica que essas atitudes podem ser desenvolvidas na escola (Cañal, García-Carmona, & Guzmán, 2016). As posturas necessárias ao fazer científico se referem a aspectos como curiosidade, respeito pelas evidências, disposição para tolerar a incerteza do conhecimento, criatividade e inventividade, ter a mente aberta, reflexão crítica, cooperação com outras pessoas, entre outros (Ward *et al.*, 2010).

Tal processo envolve aspectos relacionados a atitudes científicas, ao fazer científico e ao reconhecimento das características inerentes ao conhecimento, além de atitudes pessoais derivadas desse saber, com vistas a um crescimento individual e coletivo. Isso inclui desde hábitos de higiene a atitudes frente às implicações sociais da Ciência (García-Carmona, & Guzmán, 2016). Propõe-se utilizar como objeto da análise apenas atitudes referentes ao fazer, nas quais, de alguma maneira, os estudantes dos anos iniciais tenham tido a possibilidade de um maior envolvimento durante as aulas, e as que foram apresentadas nos trabalhos citados.

A Tabela 3 expõe um resumo dos resultados apresentados nas investigações e que fazem menção às atitudes desenvolvidas.

Tabela 3 – Atitudes mencionadas nas investigações

Atitudes detectadas	Autores	Descrição	Nº de atitudes	%
Motivação	Greca e Herrero (2017)	Alto nível de motivação.	2	4,5%
	Soares <i>et al.</i> (2013)	As atividades experimentais desempenharam um papel fundamental na motivação dos alunos.		
Curiosidade	Viecheneski e Carletto (2013)	Curiosidade quanto às questões propostas.	3	6,9%
	Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013)	Curiosidade quanto ao estudo.		
	Colombo Jr. <i>et al.</i> (2012)	Curiosidade despertada pela atividade.		
Interesse	Viecheneski e Carletto (2013)	Expressão de interesse pelo conteúdo científico.	4	9%
	Boss <i>et al.</i> (2012)	Interesse dos participantes.		
	Benetti e Oliveira (2017)	Interesse em explicar os resultados obtidos		
	León, Colón, e Alvarado (2013)	Interesse pelo processo investigativo.		
Participação, envolvimento e interação	Boss <i>et al.</i> (2012)	Participação e interação entre professor e aluno.	10	22,7%
	Talamoni e Caldeira (2017)	Melhora da relação afetiva entre professor e alunos.		
	Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013)	Participação e trabalho em grupo.		
	Greca e Herrero (2017)	Alto nível de participação dos alunos no processo investigativo.		
	Gomes e Sá (2011)	Participação ativa.		
	Matos e Valadares (2001)	Participação ativa.		
	Machado e Queiroz (2015)	Maior envolvimento nas aulas.		
	Benetti e Oliveira (2017)	Envolvimento dos alunos.		
Giassi e Delfino (2017)	Melhora da interação entre os estudantes.			
Respeito, colaboração,	Biagini e Gonçalves (2017)	Atitudes relacionadas ao respeito, cooperação e solidariedade; resolução de problemas de relacionamento; reconhecimento das dificuldades	15	34%

Atitudes detectadas	Autores	Descrição	Nº de atitudes	%
cooperação, solidariedade		dos colegas e suporte aos que apresentaram desempenho inferior.		
	Matos e Valadares (2001)	Cooperação no estudo.		
	Benetti e Oliveira (2017)	Convivência cooperativa; respeito às diferentes formas de pensar; autocrítica antes de realizar uma afirmação; autoconfiança para defender seus pontos de vista.		
	Soares <i>et al.</i> (2013)	Participação nas aulas.		
	Capecchi e Carvalho (2000)	Cooperação, atitude de respeito às diferentes explicações e capacidade de receber posicionamentos contrário às suas ideias.		
Reflexão	Matos e Valadares (2001)	Reflexão a respeito das atividades.	6	13,6%
	Fabri e Silveira (2013)	Reflexão a respeito das questões sociais, desenvolvimento científico e tecnológico. Conscientização do papel dos artefatos cotidianos no contexto em que vivem.		
	Ramos <i>et al.</i> (2008)	Reflexões pessoais e coletivas. Atitude crítica frente à variedade de ideias surgidas nas atividades.		
	Machado e Queiroz (2015)	Reflexões a partir de trabalhos em grupo e debates em sala de aula.		
Criatividade	Bulegon, Cristofio, e Pretto (2013)	Mais criatividade.	3	6,9%
	Sobreira, Viveiro, e d'Abreu (2017)	Autonomia e criatividade na realização das atividades propostas.		
Tomada de decisão	Machado e Queiroz (2015)	Tomada de decisões acerca das atividades realizadas.	1	2,3
Total			44	100%

Fonte: Autoria própria.

Dos 39 trabalhos selecionados, 17 fazem menção a resultados relacionados às atitudes, sendo que alguns deles apresentam as posturas em mais de uma dimensão. Esses resultados foram categorizados a partir dos próprios elementos apresentados nas pesquisas, e constataram-se 44 menções a atitudes, algumas referidas juntamente a outras, mas sempre na mesma categoria.

Do percentual mencionado, 34% das atitudes estão relacionadas a respeito, colaboração, cooperação e solidariedade, principalmente quando as práticas foram realizadas em grupos pequenos, como nas atividades investigativas. Logo, é preciso lembrar a importância de deixar claro aos alunos que a ciência é uma atividade coletiva e envolve inúmeros sujeitos. Verificou-se ainda que 22,7% das atitudes se relacionam a participação, envolvimento e interação, necessárias para aprender e continuar aprendendo. Os demais resultados se referem a: posturas reflexivas, com um percentual de 13,6%; interesse, 9%; criatividade, 6,9%; curiosidade, 6,9%; motivação, 4,5%; e tomadas de decisão, 2,3%.

Para Harlen (2014), uma das características do desenvolvimento da competência científica diz respeito a uma atitude frente ao conhecimento, aquela em que o sujeito demonstra desejo e capacidade de seguir aprendendo. Cabe salientar ainda que as atividades investigativas em grupo proporcionam aos alunos a vivência dos aspectos sociais da ciência, além de habilidades de aprendizagem necessárias à coletividade. Ao trabalharem cooperativamente, têm possibilidade de compartilhar significados, refinar o vocabulário científico, aprendem a cooperar, entre outras possibilidades (Ward *et al.*, 2010).

Dos trabalhos analisados, nenhum integrou de forma direta uma relação entre conceitos, habilidades e atitudes. Os trabalhos de Biagini e Gonçalves (2017) e Capecchi e Carvalho (2000) relacionaram as atividades experimentais à promoção de habilidades e atitudes científicas. Gomes e Sá (2011) relacionaram habilidades e aprendizagem conceitual, enquanto Gomes e Sá (2011) relacionaram competências conceituais e atitudinais. Para Zabala (1999), é inviável pensar em situações didáticas que desvinculem aspectos procedimentais (habilidades) dos conceituais e, conseqüentemente, dos atitudinais. A estratégia utilizada pelos professores deve conter todos esses aspectos de forma que se possa desenvolvê-los à medida que se investigam os fenômenos.

Dificuldades apresentadas pelos estudantes nas atividades desenvolvidas

Outro aspecto importante avaliado diz respeito às dificuldades demonstradas pelos estudantes durante o processo de aprendizagem. Espera-se, assim, contribuir para a melhora nas intervenções e

superação desses obstáculos em outras investigações. O Quadro 4 apresenta algumas dessas dificuldades, compartilhadas pelos pesquisadores.

Quadro 4 – Dificuldades mencionadas nas investigações

Dimensões	Autores	Dificuldades
Dificuldades quanto ao desenvolvimento de habilidades	Borges e Duarte (2007)	Estabelecimento de relações entre os seres vivos e o meio físico, pois não deveriam apenas identificar uma realidade, nem estabelecer e descrever relações.
	Pro e Moreno (2014)	Busca de informações numéricas. Significado de expressões e identificação da ideia central em um dos textos utilizados. Em relação às competências básicas, desenvolvimentos distintos como: inferências que poderiam ser feitas a partir do material apresentado; diferença entre a descrição e a interpretação de algo; e realização de cálculos.
	Gomes e Sá (2011)	Não conseguirem apresentar ideias de forma clara e realizar uma descrição dos procedimentos adotados.
	Martín e Izquierdo (2014)	Formulação de hipóteses, identificação de conceitos, leis, teorias, efetivação de transformações e comunicação das conclusões por meio da argumentação.
	Greca e Herrero (2017)	Cumprimento das etapas do estudo, pela falta de familiaridade com a estratégia de ensino.
	Biagini e Gonçalves (2017)	Com aluno cego, em relação à participação nos procedimentos necessários para a realização da atividade experimental.
Dificuldades referentes a atitudes	Greca e Herrero (2017)	Interação social nos grupos de estudos, embora dissessem que gostaram das atividades colaborativas.
	Biagini e Gonçalves (2017)	Desenvolver as atividades em grupo. A centralidade de alguns estudantes na direção dos estudos. Dificuldades na realização de debates e relacionamento. Pouca responsabilidade por parte de alguns alunos com as funções que lhes foram atribuídas.
Dificuldades relacionadas ao tempo de execução	Vílchez-González e Ramos-Tamajón (2015)	Lidar com alguns fenômenos astronômicos em poucas aulas de ciências, uma vez que alguns fenômenos necessitam de longos períodos de observação direta.
Dificuldades relacionadas à leitura e escrita	Machado e Queiroz (2015)	Alunos alfabetizados, mas com fragilidades na leitura e na escrita e uma pequena parcela de alunos não totalmente alfabetizada.
Dificuldades relacionadas às intencionalidades dos sujeitos	Colombo Jr. et al (2012)	Propósitos diferentes entre estudantes e professores.

Fonte: Autoria própria.

Foram detectados 11 artigos, dentre os 39 selecionados, que apresentam as dificuldades das crianças no processo de investigação. Um percentual significativo dos entraves detectados está relacionado à realização de procedimentos (habilidades), como nos estudos de Borges e Duarte (2007), Gomes e Sá (2011), Pro e Moreno (2014), Martín e Izquierdo (2014), Greca e Herrero (2017), Biagini e Gonçalves (2017).

Cabe ressaltar que, em alguns artigos selecionados, não foi possível identificar quais seriam os resultados conceituais, habilidades ou atitudes, uma vez que não apresentam coerência entre os resultados e as conclusões do estudo. Ademais, outros expuseram nas considerações finais aspectos que deveriam estar na sessão dos resultados e discussões, dificultando o entendimento das leituras.

Embora sejam mencionadas essas dificuldades, é importante lembrar que a aprendizagem, seja ela em que aspecto for, precisa de tempo para ser consolidada. O que se percebeu é que, como algumas investigações tiveram pouco tempo de aplicação, não se pode ter uma ideia de quais seriam os resultados se a aplicação fosse de meses ou anos, em vez de uma ou duas aulas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta resultados de investigações de cunho empírico aplicadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental selecionadas a partir de periódicos científicos e de um evento na área de Ensino de Ciências e tem como objetivo contribuir com toda a área de Educação em Ciências interessada em compreender o ensino de Ciências nos anos iniciais.

Os resultados apontam para pesquisas que utilizaram processos investigativos associados a atividades experimentais. Isso permitiu analisar o efeito dessas metodologias e/ou estratégias na aprendizagem dos estudantes, além das dificuldades apresentadas durante o estudo. Os resultados desta revisão apontam aspectos importantes para a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal. No entanto, não se percebeu a integralidade desses conteúdos nas abordagens investigadas. Obviamente, tal aspecto pode ter resultado da necessidade de dar um foco em alguns detalhes da aprendizagem.

A partir das análises realizadas no material coletado, chegou-se a uma série de considerações e possíveis implicações para uma pesquisa empírica, que deve ser desenvolvida com crianças, a fim de que compreendam conceitos e desenvolvam habilidades e atitudes no estudo de fenômenos físicos. As considerações são as seguintes:

➤ Há evidências nessas investigações de que o uso de metodologias que envolvem atividades experimentais fomenta a curiosidade, a motivação e a participação ativa. No entanto, faz-se necessária a realização de pesquisas que demonstrem essas variáveis observadas em longo prazo, e não especificamente em uma ou duas aulas, e como são desenvolvidas essas habilidades e atitudes. As pesquisas mencionam que os estudantes mobilizaram esses procedimentos e posturas, mas não parece ter ficado claro como elas foram desenvolvidas. Considera-se que as atividades experimentais possibilitaram maior interesse e envolvimento dos participantes na busca da solução das questões propostas, implicando que essas posturas sejam favorecidas.

➤ As metodologias e estratégias apresentadas nesses artigos apresentam indícios de que os experimentos e o estudo em grupo favoreceram a interação social e maior capacidade de diálogo nas aulas. É nos grupos de estudo que os alunos têm a possibilidade de compartilhar significados pessoais e reelaborá-los, na medida em que novas ideias surgem durante as discussões com os colegas, nas intervenções docentes e na apresentação dos resultados dos estudos. Além do mais, quando trabalham em grupo, desenvolvem acordos a fim de apresentar as soluções mais adequadas à situação proposta.

➤ Um aspecto a ser considerado diz respeito ao número pequeno de trabalhos que expressam fundamentos referentes a teorias de aprendizagem associadas a metodologias ou estratégias de investigação. Da mesma maneira, poucas pesquisas integram os aspectos conceituais, habilidades e atitudes no ensino e na aprendizagem, gerando a necessidade de um planejamento que integre essas aprendizagens, além da necessidade de uma metodologia que a favorecesse e uma avaliação coerente com a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal.

➤ Os resultados possibilitam considerar, para outras investigações, as variáveis a serem observadas em cada área de aprendizagem, a fim de melhor compreensão de como elas se desenvolvem ou podem ser favorecidas nos anos iniciais. Em relação aos aspectos conceituais, considerar quais as relações conceituais devem ser aprendidas em cada faixa etária, por meio de um mapa conceitual da matéria de ensino. Quanto às habilidades, aspectos, como: levantamento de problema; elaboração de hipóteses; construção de desenho experimental; realização de experimentos (manipulação de materiais); identificação das variáveis; medidas; coleta, organização e análise dos dados; elaboração das conclusões do estudo e comunicação dos resultados encontrados. Além disso, é importante também a aquisição e a utilização de vocabulário científico e expressão oral e escrita dos significados pessoais ao longo do estudo. E, em relação às atitudes, variáveis, como: motivação, curiosidade, interesse, participação ativa, interação coletiva, respeito, colaboração, cooperação, solidariedade, reflexão crítica, criatividade e compreensão das normas de segurança devem ser levadas em conta para a realização de atividades experimentais.

➤ É possível destacar possíveis variáveis que poderão ser analisadas também ao longo de futuras investigações, como: de que maneira a “metodologia do ensino” contribui para o desenvolvimento de “habilidades e atitudes”?; como implica a “motivação e curiosidade intelectual”, a “disposição para aprender e participação ativa”?; de que forma contribuiu para a aquisição de novos significados quanto à aprendizagem conceitual, ampliando os significados iniciais da variável “conhecimento prévio”?; e se essa metodologia é favorável à aprendizagem integrada de conceitos, habilidades e atitudes científicas(?).

Os resultados da revisão possibilitaram algumas considerações para estudos futuros, como: (1) utilização de uma metodologia de ensino que tenha relação com o uso de experimentos que promovam a participação ativa, a interação social e as atividades colaborativas dos estudantes, a fim de que possam desenvolver não somente conceitos, mas também habilidades e atitudes científicas nas aulas de Ciências. Compreende-se a necessidade de que os estudantes adquiram habilidades importantes para a investigação científica, como: levantar hipóteses; coletar e analisar dados; construir um discurso coerente, no qual dados e evidências sejam relacionados para se chegar a conclusões; lidar com acordos com todos os demais sujeitos envolvidos no processo. Significa dizer que é imprescindível que, desde os anos iniciais, se construam as noções dos procedimentos que serão necessários à investigação científica; (2) o emprego por um tempo considerável de utilização de uma metodologia que favoreça os processos investigativos associados à experimentação, e avaliações tanto dos aspectos conceituais, quanto das habilidades e das atitudes; (3) importância do docente no compartilhamento de significados da matéria de ensino no processo de experimentação, ajudando os alunos a observarem os aspectos que ainda não conseguem perceber sem a ajuda de alguém mais experiente.

Por fim, cabe destacar que os resultados deste artigo são de grande importância para que se possa perceber a necessidade não só de uma aprendizagem conceitual, mas também de que se fomente em sala de aula o desenvolvimento de habilidades e atitudes indispensáveis à investigação científica na escola.

REFERÊNCIAS

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Benetti, B., & Oliveira, J. C. B. de. (2017). O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental e a perspectiva de atividades investigativas. *In Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2493-1.pdf>
- Biagini, B., & Gonçalves, F. P. (2017). Atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental: Análise em um contexto com estudante cego. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 19. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190130>
- Borges, F., & Duarte, M. C. (2017). A problemática ambiental no 1º ciclo do Ensino Básico: uma intervenção pedagógica com alunos portugueses do 4º ano de escolaridade. *Revista Eletrónica Enseñanza de las Ciencias*, 6(1). Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N1.pdf
- Boss, S. L. B., Filho, M. P. S., Mianutti, J., & Caluzi, J. J. (2012). Inserção de conceitos e experimentos físicos nos anos iniciais do Ensino fundamental: uma análise à luz da teoria de Vigotski. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 14(3), 289-312. Recuperado de <https://www.scielo.br/ipecc/a/dGyvX8vqRwxRwCF4sVJGcv/?format=pdf&lang=pt>
- Brito, L. O., & Fireman, E. C. (2016). Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(1), 123-146. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180107>
- Bulegon, A. M., Cristofio, P. R., & Pretto, V. (2013). O uso de uma simulação para auxiliar a compreensão de conceitos de eletrodinâmica nos anos iniciais do ensino. *In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1146-1.pdf>
- Cañal, P., García-Carmona, A., & Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias experimentales em educación primaria*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Capecchi, M. C. V. M., & Carvalho, A. M. P. (2000). Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 171-189. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/592/383>
- Carvalho, A. M. P. (2016). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, SP: Cengage Learning.

- Colombo, Jr., P. D., Lourenço, A. B., Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2012). Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 489-507. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/200>
- Espinoza, A. M. (2010). *Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos*. São Paulo, SP: Ática.
- Fabri, F., Silveira, R., & Monteiro, C. F. (2013). O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1), 77-105. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/161>
- França, E. S., Munford, D., & Neves, V. F. A. (2017). Quando o contexto não escolar da casa encontra a ciência escolar: a construção discursiva de relações entre imaginação e ciência em atividades investigativas nos anos iniciais. In *Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0437-1.pdf>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2015). Uso de evidências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: uma análise das interações discursivas em aulas de Ciências. In *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia. SP. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0815-1.PDF>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2017). Quando as crianças argumentam: a construção discursiva do uso de evidências em aulas investigativas de ciências. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 22(3), 102-124. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/731>
- Furman, M. (2008). Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico. In *IV Foro Latinoamericano de Educación Aprender y enseñar ciencias*. Desafíos, estrategias y Oportunidades. Buenos Aires. Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262935422_CIENCIAS_NATURALES_EN_LA_ESCUELA_PRI-MARIA_COLOCANDO_LAS_PIEDRAS_FUNDAMENTALES_DEL_PENSAMIENTO_CIENTIFICO
- García-Carmona, A., & Criado, A.M. (2013). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 87-102. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285796>
- Gellon, G., Rossenvasser Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. (2005). La Ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla. Buenos Aires, Argentina: Paidós. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262935330_La_ciencia_en_el_aula_Lo_que_nos_dice_la_ciencia_sobre_como_enseñarla
- Giassi, M. G., & Delfino, G. P. (2017). A problematização como ferramenta no processo ensino aprendizagem de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In *Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2193-1.pdf>
- Giraldelli, C. G. C. M., & Almeida, M. J. P. M. (2008). Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o ensino das ciências. *Ensaio Pesquisa Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 10(1), 44-62. Recuperado de <https://www.scielo.br/ipepec/a/pmpxBXRJRFqKR6n8Kdxc6tz/?lang=pt>
- Góes, F. B. S., & Santos, P. J. S. (2017). O Discurso Argumentativo na Aula de Ciências. In *Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1284-1.pdf>
- Gomes, F. S., & Sá, L. P. (2011). A argumentação de crianças em atividades investigativas de Ciências baseadas no Programa ABC da Educação Científica - Mão na Massa. In *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0564-2.pdf

- González, S. M. G., & Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5(10), 75-91. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477247214005.pdf>
- Greca, I. M., & Jerez-Herrero, E. (2017). Propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales em Educación Primaria en un aula inclusiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 385–397. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.07
- Harlen, W. (2006). *On the relationship between assessment for formative and summative purposes*. In J. Gardner. *Assessment and learning*. London, England and the United Kingdom: Sage.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of Science Education*. Hatfield, United Kingdom: Association for Science Education. Recuperado de <https://www.ase.org.uk/bigideas>
- Harlen, W. (2013). *Evaluación y educación en ciencias basada en la indagación: aspectos de la política y la práctica*. Trieste, Italy: Global Network of Academies (IAP).
- Harlen, W. (2014). *Helping children's development of inquiry skills. Inquiry in primary science education (IPSE) 1(1)*, 5-19. Recuperado de <https://ipsejournal.files.wordpress.com/2015/03/3-ipse-volume-1-no-1-wynne-harlen-p-5-19.pdf>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea]*, 12(3), 299-13. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>
- Lemos, E. S. (2011). A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, 1(3), 47-52. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID17/v1_n3_a2011.pdf
- León, M. P., Colón, A. O., & Alvarado, F. C. (2013). ¿Cómo promover la educación científica en el alumnado de primaria? Una experiencia desde el contexto ecuatoriano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 199-209, 2013. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92026042010>
- Lira, M., & Teixeira, F. M. (2011). Alfabetização científica e argumentação escrita: proposições reflexivas. In *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campinas, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1387-1.pdf
- Machado, P. M. S., & Queiroz, J. R. O. (2015). Ensino de ciências nos anos iniciais: despertando competências conceituais e atitudinais. In *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia, SP. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1635-1.PDF>
- Martí, J. (2012) *Aprender ciencias en educación primaria: didáctica de las ciencias experimentales*. (v.1). Barcelona, España: Graó.
- Martín, E. H. S., & Izquierdo, M. (2014). Indagación guiada con diagrama uve para un aprendizaje significativo en primaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(3), 643-656. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/78>
- Matos, M. G., & Valadares, J. (2001). O efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico. *Investigações em Ensino de Ciência*, 6(2), 227-239. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/930>
- MEC (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192

- MEC – Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Moraes, T. S. V., & Carvalho, A. M. P. (2013). Desenvolvimento de habilidades de investigação em crianças pequenas: um caminho para a promoção da alfabetização científica. *In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindoia, SP. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1033-1.pdf>
- Moraes, T. S. V., & Carvalho, A. M. P. (2017). Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23(4), 941-961. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040009>
- Moreira, M. A., & Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 10(2), 108-117. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275/14939>
- Moreira, M. A. (2010). Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf>
- Moreira, M. A. (2011). *Teorias da aprendizagem Significativa*. (2a ed. ampl.). São Paulo, SP: Epu.
- NRC - National Research Council .(1996). National science education standards. Washington, United States of America: The National Academy Press.
- NRC - National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, United States of America: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9596>.
- NRC - National Research Council. (2007). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Washington, United States of America: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11625>
- NRC - National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Washington, United States of America: The National Academies Press. Recuperado de <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Oliveira, A. C., Ruposati, A., Auth, M., & Epoglou, A. (2017). Atividades experimentais – a ampliação na leitura de mundo dos alunos nos anos iniciais. *In Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1615-1.pdf>
- Oró, I. (1999). *Conhecimento do meio natural*. In: *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. A. Zabala (Org.). (2a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Pedrinaci, E. (2012). *El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de certa competência científica*. In E. Pedrinaci (Coord.), A. Caamaño, P. Cañal, & A. Pro. 11 ideias clave: El desarrollo de la competencia científica. Barcelona, España: Graó.
- Pro, A., & Moreno, J. R. (2014) Ahorrando energía en Educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 151-170. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.910>
- Raboni, P. C. A., & Carvalho, A. M. P. (2013). Solução de problemas experimentais em aulas de ciências nas séries iniciais e o uso da linguagem cotidiana na construção do conhecimento científico. *In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindoia, SP. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1376-1.pdf>

- Ramos, M. A. S., Reséndiz, C. G., Delgado, L. H., & Palacios, M. R. (2008). ¿Con qué saboreamos? Tareas y experiencias para un taller de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 200-211. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3756>
- Rosa, C. W., Rosa, Á. B., & Pecatti, C. (2007). Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 263-274. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N2.pdf
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lúcio, P. B. (2006). *Metodologia de pesquisa*. (3a. ed.). São Paulo, SP: McGraw-Hill.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011a). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011b). Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de toulmin. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(1), 97-114. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2014). A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(2), 393-410. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000200009>
- Soares, K. C. M., Paula, L. M.; Paula L. M., Silva, R. C., & Pereira, G. R. (2013). Experimentos de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: uma ferramenta para a motivação em sala de aula. *In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindoia. SP. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1712-1.pdf>
- Sobreira, E. S. R., Viveiro, A. A., & D'Abreu, J. V. V. (2017). Programação com Arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *In Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2125-1.pdf>
- Souto, K. C. N., França, E. S., Munford, D., Neves, V. F. A., Coutinho, F. Â., & Machado, M. G. (2017). Prática investigativa na sala de aula de Ciências: vozes e saberes nos discursos das crianças de 6 anos. *In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0766-1.pdf
- Talamoni, A. C. B., & Caldeira, A. M. A. (2017). *Ensino e aprendizagem de conteúdos científicos nas séries iniciais do ensino fundamental: o sistema digestório*. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(3), 01-15. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/401>
- Unesco (2005). *Ensino de Ciências: o futuro em risco*. Série Debates VI, p. 1-5. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948>
- Viecheneski, J. P., & Carletto, M. R. (2013). Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(3), 525-543. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/112/76>
- Vílchez-González, J. M., & Ramos-Tamajón, C. M. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 2-21. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.02
- Ward, H., Roden, J., Hewlett, C., & Foreman, J. (2010). *Ensino de ciências*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Zabala, A. (Org.). (1999). *Como trabalhar conteúdos procedimentais em aula*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul.
- Zabala, A., & Arnau, L. (2010). *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Zanotello, M., Esturari, E. M. B., & Santos, V. G. (2017). Investigando eletrização nas séries iniciais da educação básica com uso de TIC. *In Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0931-1.pdf>

Zerlottini, K. G., & Neves, M. L. R. C. (2017). A autonomia de crianças das séries iniciais em aulas de ciências com caráter investigativo: um fator motivacional para aprendizagem sobre o ciclo da água. *In Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1836-1.pdf>

Recebido em: 11.05.2021

Aceito em: 28.09.2021