



# UMA ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA NACIONAL SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

## *A CRITICAL REVIEW OF THE NATIONAL LITERATURE ABOUT SCIENCE INQUIRY-TEACHING.*

**José Galúcio Campos**

jose.campos@ifam.edu.br

*Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Centro*

**Josefina Barrera Kalhil**

josefinabk@gmail.com

*Universidade do Estado do Amazonas – Escola Normal Superior*

### RESUMO

Neste artigo apresenta-se uma análise crítica da literatura nacional sobre o ensino de Ciências por investigação. Para tanto, foram analisados 30 artigos publicados em periódicos especializados em educação e ensino de Ciências nos últimos 12 anos. Como resultado, estes artigos foram agrupados em três categorias conceituais; quais sejam: atribuindo sentido, desenvolvendo habilidades e aprendendo pela pesquisa. Constatou-se que esta abordagem didática, no Brasil, ainda é desconhecida por muitos; ademais, vem sendo usada, primariamente, para o desenvolvimento de habilidades importantes para o processo de investigação autêntica como a proposição de hipóteses e argumentação, por exemplo. A Química e as Ciências Naturais foram os cursos que mais se utilizaram desta abordagem; o primeiro no Ensino Médio e o segundo no Ensino Fundamental. A Física, dentro do prazo analisado, pouco recrutou às atividades investigativas. Ao final, apresenta-se uma visão pessoal caracterizando desta abordagem diante de seu uso em sala de aula, bem como das pesquisas que dela se utilizam.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino por investigação; Modelos pedagógicos; Pesquisa bibliográfica.

### ABSTRACT

*This article presents a critical analysis of the national literature on the teaching of science by investigation over the last 12 years. To this end, 30 articles published in specialized periodicals in Education and Science Teaching were analyzed. As a result, these articles were grouped into three conceptual categories: assigning meaning, developing skills, and learning from research. It was found that this didactic approach in Brazil is still unknown; in addition, it has been used primarily for the development of skills important to the authentic inquiry process such as hypothesis proposition and argumentation, for example. Chemistry and Natural Sciences were the courses that most used this approach; the first one in High School and the second one in Elementary School. Physics, within the timeframe analyzed, recruited little to*

*investigative activities. At the end, we present a personal view characterizing this approach in view of its use in the classroom, as well as the researches that made use of it.*

**KEYWORDS:** *Science inquiry-teaching; Pedagogical models; Bibliographic research.*

## INTRODUÇÃO

Neste presente trabalho apresentamos uma revisão crítica da literatura nacional sobre a abordagem didática denominada ensino de por investigação.

O ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática que remonta ao início do século XX, e, desde então, ela vem sofrendo modificações sobre o seu significado e propósito. As principais modificações deram-se diante das reformas curriculares ocorridas no ensino de Ciências nos Estados Unidos e na Europa. Após inspecionarmos alguns trabalhos sobre o tema, percebemos que, em algumas situações, esta abordagem didática se mostra como uma metodologia de ensino-aprendizagem, e, em outras, como conteúdo curricular (TRÓPIA, 2011).

Como consequência dessas modificações, o ensino de Ciências por investigação adquiriu uma herança polissêmica, fazendo-o atender por diversos nomes; quais sejam: aprendizagem baseada em projetos, ensino por descoberta e aprendizagem baseada em problemas, entre outros. Logo, atribui-se ao ensino de Ciências por investigação uma gama de metodologias de ensino-aprendizagem que, fundamentalmente, podem recrutar diferentes bases epistemológicas para seu bom desenvolvimento no contexto escolar (TRÓPIA, 2011; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Se essa abordagem é polissêmica – e ela o é – e ainda se perfaz por meio de diferentes bases epistemológicas – que também é fato, – então, o modelo de ensino se modifica; conseqüentemente, modifica-se, também, o papel do professor ao longo desse processo.

O ensino de Ciências por investigação emergiu como crítica ao sistema educacional jesuítico vigente no início do século XX. Tal abordagem tivera o fim de legitimar metodologias que: (i) viabilizassem a aprendizagem das ciências, fazendo-se uma aproximação entre a ciência de referência ou ciência autêntica - que é aquela praticada pelo cientista – da ciência ensinada nas escolas, modelando-se adequadamente as etapas do método científico utilizado e consagrado historicamente pelas ciências naturais; e, (ii) que colocassem os alunos diante de problemas reais e que lhes fossem relevantes (RODRIGUES e BORGES, 2008; CARVALHO, 2014).

Um aspecto relevante defendido por alguns teóricos e que inerem às metodologias do ensino de Ciências por investigação é que a aprendizagem se dá por meio do fazer, ou mais apropriadamente, no aprender fazendo. Como será exposto mais adiante, isso representa a primazia da ação em detrimento do pensamento, típico do pragmatismo filosófico (BASSOLI, 2014; MORRA, 2001).

Espera-se com o aprender fazendo que ocorra certa aproximação com a ciência de referência, seja pela modelagem das etapas do método científico, ou seja pelo enfrentamento de problemas reais. Como consequência disso, abre-se um precedente no contexto escolar para falar sobre ciências, mas que meramente ensinar conteúdos científicos como era a prática usual de ensino. Essa é uma das principais diferenças entre o ensino de Ciências por investigação daquela prática tradicional, verbalista, intelectualista, típica da escola do início do século XX (CARVALHO, 2014).

Veja-se que o fazer ciências quer nos remeter as etapas da produção científica, desde a análise do problema, da formulação de hipóteses, do planejamento de experimentos, da observação, catalogação e análise de dados, explicação baseada em evidências, até a etapa de comunicação de resultados. Observe que, porquanto estas etapas vão se perfazendo, várias habilidades vão sendo recrutadas, seja no âmbito motor ou cognitivo (CARVALHO, 2014; SUART e MARCONDES, 2008; SUART et al., 2010).

O aprender sobre ciências transcende a mera aquisição factual de fenômenos, leis e teorias científicas. Essas, por sua vez, trazem à luz os processos sociais, econômicos e políticos que movimentam a busca pelo conhecimento científico, bem como os processos históricos que coadunam para a consolidação das teóricas científicas (CARVALHO, 2014; MUNFORD e LIMA, 2007).

Espera-se que diante do aprender fazendo preencha-se a lacuna deixada como herança pelo ensino intelectualista e traga-se algum esclarecimento, para o aluno, sobre os processos de construção das ciências. Tal empreendimento é altamente relevante para educação contemporânea – uma vez que se deseja que o aluno tenha algum entendimento sobre o papel que se atribui ao pensamento científico na atualidade (POZO e CRESPO, 2009; TROPIA, 2011).

Temos observado, por meio do número de publicações nos periódicos nacionais especializados em educação e ensino de Ciências que, nos últimos 12 anos, o número de publicações que se utilizam do ensino de Ciências por investigação vêm crescendo. Assim, diante da necessidade de fundamentar-se teoricamente um trabalho de doutorado que se utilizou dessa mesma abordagem didática, sentimos a necessidade, portanto, de se conhecer mais profundamente, qual o papel exercido por ela no ensino das Ciências no Brasil.

Para tanto, entendemos que para bem caracterizá-la, podemos fazê-lo respondendo as seguintes indagações:

- a) – Qual é a base epistemológica empregada com maior frequência nas atividades investigativas no contexto escolar?
- b) – Qual o modelo de ensino é mais utilizado no ensino por investigação?
- c) – Qual metodologia de ensino-aprendizagem é mais utilizada por esta abordagem didática?
- d) – As atividades investigativas são realmente eficientes?
- e) – Que curso mais se utiliza desta abordagem no ensino das Ciências?
- f) – Afinal, que é ensino por investigação?

Evidentemente que as respostas que serão oferecidas a estas questões estarão contidas nos limites estabelecidos por esta revisão da literatura. Todavia, sustenta-se que respondê-las é de tal sorte que pelos itens (a) e (e) podemos inferir o papel que os pesquisadores atribuem ao professor e ao aluno ante a realização das atividades investigativas; pelos itens (b) e (c) podemos constatar, ou não, se o ensino-aprendizagem de Ciências ainda é fortemente correlacionado com as atividades prático-experimentais uma vez que o fazer é relevante para esta abordagem; de (d) podemos especular se vale a pena ou não investir no ensino de metodologias que se inserem teoricamente no ensino de Ciências por investigação em programas de formação de professores; e do item (f) podemos oferecer uma visão pessoal – advinda de nossa experiência docente, porém confrontando-a com os resultados da análise da literatura – sobre o emprego desta abordagem no contexto escolar.

Assim, o objetivo do artigo é de caracterizar as publicações sobre o ensino de Ciências por investigação no Brasil por meio das questões postas acima. Defendemos que, mediante essas questões, é possível oferecer um panorama razoável sobre a utilização dessa abordagem em sala de aula tanto quanto indicar qual é o direcionamento dado pelas recentes pesquisas que dela se utilizam.

## BASE TEÓRICA

Nesta seção apresentamos alguns elementos teóricos que subjazem ao ensino por investigação. Com o intento de delimitar o que vem a ser esta abordagem didática, em uma primeira análise, começamos expondo alguns fragmentos históricos que nos auxiliam nessa empresa. Em segunda análise, problematizamos o que vem a ser essa tal *investigação* no contexto da escola básica.

Em seguida, apresentamos as possibilidades de bases epistemológicas que fundamentam as diversas práticas docentes, em especial aquelas que se utilizam de atividades investigativas. E, por fim, encerramos com os modelos pedagógicos. Tome-se nota de que todas estas seções formam um contínuo com potencial de nos auxiliar na caracterização do ensino por investigação.

### Fragmentos históricos

O ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática que remonta ao começo do século XX e, desde então, vem sendo utilizada no processo de ensino-aprendizagem das ciências. Ela foi ressignificada diversas vezes, ao longo dos anos, pelos sistemas educacionais dos Estados Unidos e da Europa devido à diferentes fatores políticos, econômicos e sociais (TRÓPIA, 2011; RODRIGUES e BORGES, 2008; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Segundo Barrow (2006), o filósofo do pragmatismo John Dewey foi o precursor do ensino de Ciências por investigação. Dewey foi um crítico da educação tradicional, jesuítica, que enfatizava o ensino de Ciências como uma coleção de informações acabadas, em vez de apresentar a ciência como um método ou atitude mental capaz de transformar outras formas de pensamento (RODRIGUES e BORGES, 2008).

Morra (2001) chama atenção para um traço marcante do pragmatismo filosófico que é a primazia da ação em detrimento do pensamento, o fazer (prática) precede a teoria (conhecimento abstrato). Dessa forma, Dewey defendia que a aprendizagem só ocorreria através da ação do aluno mas, para tanto, seria necessário envolver o aluno em investigações científicas de modo que se utilizasse do método científico (BARROW, 2006).

Ainda sobre o método científico, Dewey defendia que só por meio dele seria possível o desenvolvimento do pensamento e da razão, educar a mente, aprender assuntos científicos, além de entender os processos da ciência. Esses problemas científicos deveriam, obrigatoriamente, envolver os alunos. Por isso, que para alguns, John Dewey é considerado o precursor da pedagogia centrada no aluno (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Defendemos neste presente trabalho que, se em vez de ressaltarmos a importância do conhecimento científico estabelecido historicamente e prezarmos, apenas, por aqueles conhecimentos que o aluno demonstra interesse em aprender, a educação e o ensino de Ciências perdem o sentido.

É do nosso entendimento que, primeiramente, o estudante deve adquirir um conhecimento geral – uma cultura científica geral –, para só depois utilizá-lo com o fim de solucionar problemas e situações de interesse particular. Ensinar por meio de situações particulares prejudica a capacidade de abstração e de generalização do conhecimento, além de desenvolver um ensino de Ciências sem rigorosidade científica (CRATO, 2010; GASPARG, 2014).

Apesar de centenária e de haver reformulado os sistemas educacionais norte-americano e europeu, foi só na década de 1990, no Brasil, por intermédio dos Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCN's, que essa abordagem foi sugerida como uma possibilidade didática cujo objetivo era, mais que ensinar ciências como um prática desinteressada, algo que deveria pontuar os processos social, político e econômico em que a ciência se desenvolve, tanto quanto de enfatizar as etapas de trabalho do cientista ante a investigação científica.

Esta aproximação com a prática do cientista por meio do aprender fazendo põe os sujeitos, professor e aluno, diante de problemas metodológicos e epistemológicos, pois as escolas e os centros de pesquisa têm diferentes objetivos, e, além disso, lidam com conhecimento de modo diverso. Na escola chega o conhecimento que é consensual; ao passo que, nos centros de pesquisa, produz-se conhecimento (CHEVALLARD, 1991). Na próxima seção discutimos essa problemática.

### **Investigação no contexto escolar**

Afinal, quando se fala de atividades investigativas no contexto da escola básica, fala-se do quê? O que uma atividade didática deve atender para ser considerada uma investigação? Quais são os pressupostos da investigação escolar?

Barrow (2006) argumenta que os pesquisadores da educação vêm respondendo estas questões observando, ao longo dos anos, os pontos de convergência entre as várias publicações sobre o tema; e que só foi possível empreender tal tarefa após a década de 1980 devido ao grande volume de publicações sobre o ensino de Ciências por investigação.

No relatório do National Council Research (NCR, 2000) e no artigo de Abd-El-Kalick et al. (2004), encontramos algumas respostas para essas questões. No Brasil, Ferreira et al. (2010) propuseram, como critério, que o professor faça para si as seguintes indagações para saber se está ou não praticando uma investigação no contexto da escola básica; quais sejam:

- a) – A atividade é voltada para solucionar-se uma questão-problema?
- b) – Leva-se o aluno a propor hipóteses e depois testá-las?
- c) – Propicia-se a coleta e análise de dados pelos próprios alunos?
- d) – Motiva-se os alunos a formularem explicações a partir de evidências?
- e) – Faz-se com que os alunos comparem suas explicações com as demais?
- f) – Propicia-se a discussão de resultados com os demais colegas e com o professor?

Segundo Ferreira et al (2010), se as repostas foram positivas, é porque o professor está praticando uma genuína atividade de investigação no contexto da escola básica. Todavia, somos do entendimento de que *não* é necessário que todas essas perguntas sejam respondidas positivamente para que se tenha uma atividade investigativa.

Explicamos: em Carvalho (2014), vemos, por exemplo, a caracterização de quatro metodologias de ensino-aprendizagem que correspondem ao ensino de Ciências por

investigação: as questões abertas, os problemas abertos, as demonstrações experimentais investigativas e o laboratório aberto.

Nas questões abertas, o aluno é levado a formular hipóteses sem necessidade de matematizar o problema; ao passo que, nos problemas abertos, criam-se condições para que o aluno, além de trabalhar o aspecto conceitual, deva também apresentar uma solução, sinteticamente, por meio de equações.

As demonstrações investigativas, por outro lado, correspondem a metodologias bastante envolventes em que o professor ensina leis científicas e utiliza o experimento para demonstrá-las. O laboratório aberto, de todas as metodologias do ensino de Ciências por investigação, é a menos estruturada, pois o aluno deve resolver um problema por meio de um experimento, cabendo a ele mesmo decidir qual experimento será feito e como será feito.

Assim, portanto, como podemos ver, o professor que utiliza das questões abertas terá como resposta positiva apenas a questão (b), pois ele está interessado em desenvolver a habilidade de hipótese em um nível meramente conceitual. O professor que estiver interessado em desenvolver a habilidade de argumentação preocupa-se, conseqüentemente, com a questão (f). Portanto, concluímos diante dessas considerações, que o professor pode partir de uma, e apenas uma, das questões postas por Ferreira et al. (idem) e, ainda assim, desenvolver alguma das atividades investigativas na escola básica.

Particularmente, acreditamos que as prerrogativas magnas do ensino de Ciências por investigação são as seguintes: toda atividade de investigação (i) pretende aproximar a ciência ensinada nas escolas com a ciência do cientista; (ii) tem a intenção de colocar o aluno como protagonista na aquisição de conhecimento, e, (iii) se apresenta através de situações-problema que precisam ser contextualizadas (NCR, 2000; ABD-EL-KALICK et al., 2004; FERREIRA et al., 2010; CARVALHO, 2014).

Justificamos: de (i) temos o aprender fazendo por meio da modelagem das etapas de trabalho do cientista; com (ii) atendemos as pedagogias centradas no aluno típica da tradição pedagógica progressista e da tradição construtivista, e, por (iii) concretizamos as situações-problemas dado que em geral, o assunto que inerem a elas foram pouco explorados pelo professor, pois do contrário, inviabiliza-se a investigação.

### **Modelos pedagógicos e bases epistemológicas**

Teoricamente se pode inserir as metodologias (ou estratégias para alguns) do ensino de Ciências por investigação em dois modelos de pedagógicos (BECKER, 2002, 2010; SANTOS, 2013); quais sejam: os diretivos e os não-diretivos.

O primeiro modelo, o diretivo, também chamado de comportamental, defende a tese de que a aprendizagem é um movimento de fora para dentro do aluno (ou sujeito cognoscente) (SANTOS, 2013). Aqui toma-se o professor como figura central de autoridade, como aquele que sabe e que transmite o seu conhecimento para o aluno (que não sabe) por meio do testemunho. Esse modelo é popularmente conhecido como ensino tradicional. Portanto, o modelo diretivo tem como base epistemológica o empirismo, pois o sujeito (aluno) adquire conhecimento por meio de estímulos externos utilizando-se dos sentidos, tão logo, o conhecimento é determinado pelo ambiente (BECKER, 2002, 2010). Aqui emerge a figura do sujeito tábula-rasa.

Para os modelos não-diretivos há duas possibilidades. Um tem como base epistemológica o apriorismo, ou inatismo, e o outro é de base construtivista.

O primeiro modelo, o apriorista, defende a tese de que o sujeito já nasce com todo o conhecimento armazenado em sua estrutura genética. O segundo modelo, o construtivista, defende a tese de que não existe conhecimento pronto, pois este se dá através de uma relação dialética entre o sujeito, que quer conhecer, com o objeto a ser conhecido (BECKER, *idem*; SANTOS, *idem*).

Toma-se nota de que, ao menos em tese, os modelos comportamental e apriorista não abrem precedentes para o diálogo, e que cada um, a seu modo, polariza a prática docente. O primeiro põe o foco no professor; o segundo, no aluno.

Veja-se que no modelo comportamental o aluno não tem espaço para se expressar, e nem toma-se como ponto de partida o que o aluno já sabe, visando otimizar-lhe o aprendizado. O modelo apriorista promove o afastamento da autoridade do professor para o aluno com a particularidade de que o aluno já sabe tudo, cabendo ao professor apenas fazer-lhe florescer à superfície o conhecimento que já tem; tudo se reduz há uma questão de maturação (BECKER, *idem*).

O que ambos têm em comum é a característica de que professor e aluno não dialogam, não cooperam entre si, sendo que o modelo apriorista chega a ser mais radical, pois não admite sequer mediação ou intervenção, que é o trabalho mesmo do professor (BECKER, *idem*; SANTOS, *idem*).

O modelo comportamental perfaz-se às custas de atividades didáticas altamente estruturadas que não dispensam grau de liberdade algum para o aluno desenvolvê-las. Em contrapartida, o modelo apriorista atribui grau de liberdade máxima para que os alunos a desenvolvam (SOUZA e VALENTE, 2014; BECKER, 2002).

O modelo pedagógico construtivista, que tem sua base epistemológica no construtivismo filosófico, apresenta-se como um caminho do meio. O sujeito não nasce com conhecimento pronto, e o conhecimento, por sua vez, não é determinado pelo ambiente externo; antes deve haver uma relação dialética entre o sujeito que traz consigo estruturas cognitivas, permitindo-o conhecer, e o objeto externo ao sujeito que condiciona, mas não determina, a aquisição de conhecimento (BECKER, 2002; CASTAÑON, 2007).

Trazendo isso para o contexto escolar, significa que as novas aprendizagens, conceituais ou procedimentais, são adquiridas por meio da ação do aluno mediada pelo professor e os recursos didáticos (BECKER, *idem*; CASTAÑON, *idem*). Esta mediação não ocorre somente pelo planejamento da atividade, mas também pelo diálogo; afinal, só se consegue envolver o aluno na atividade didática respeitando-o, observando seu estágio de desenvolvimento cognitivo e conhecendo suas crenças. Mas como saber do aluno sem falar com ele? Por esses motivos, Santos (2013) chama esse modelo de dialogal.

O construtivismo pedagógico é o modelo onipresente na educação brasileira, ao menos é o que se percebe pelos discursos dos professores nos diferentes níveis de ensino (HASSE et al., 2015; MASSABNI, 2007; SOUZA e VALENTE, 2014). Entretanto, Becker (2010) aponta imperícias na defesa dos pressupostos construtivistas. Massabni (2007) mostra uma acentuada dicotomia entre discurso e a prática dos professores: esta é tradicional, enquanto aquela é construtivista.

Quando se diz acima que o construtivismo é um caminho do meio, é, pois, que ele tenta evitar a aprendizagem por descoberta e o modo de ensino por transmissão (MATTHEWS, 2000). Pondo de outra forma: o modelo construtivista admite um certo grau de estruturação para o bom desenvolvimento das atividades em sala de aula.

O construtivismo pedagógico pretende promover a aprendizagem e a compreensão através da ação do aluno. Entretanto, para que se dê essa ação, é necessário que o professor favoreça as experiências de aprendizagem, que são momentos ou espaços propícios para que o aluno se desenvolva. Contudo, pelo que se percebe da literatura, é que quando se fala de ação põe-se, erroneamente, o aluno como palavra final na aquisição do conhecimento (CRATO, 2010; GASPAR, 2014).

Sobre as características teóricas dos modelos pedagógicos, e, ao passo que a presente comunicação se apresenta com uma análise crítica da literatura nacional sobre o ensino de Ciências por investigação, cumpre estabelecer qual é o nosso posicionamento sobre o que problematizamos exposto acima. Fazemo-lo por intermeio de quatro pontos principais:

1) – Não se é partidário do modelo apriorista, sobretudo para educação básica. Negar a importância do professor e da escola para aquisição de aprendizagens mais complexas, reduzir a figura do professor a mero facilitador de aprendizagem e deixar as atividades didáticas à escolha dos alunos promove, em nossa opinião, a desvalorização do sistema educacional como um todo e, em vez de prepará-los para o mundo, lhes transformamos em meninos mimados (CRATO, 2010).

2) – Toda atividade didática deve ser estruturada. Não se faz restrições ao modelo tradicional de ensino, especialmente quando se está trabalhando com alunos novíços (HASSE et al., 2015; SOUZA e VALENTE, 2014), pois não há uma conexão direta com o modelo de ensino por transmissão e alguma pedagogia autoritária (MATTHEWS, 2000; MARROU, 2017).

3) – O modelo dialogal é, sem dúvida, algo envolvente, mas não inere apenas ao construtivismo as práticas pedagógicas envolventes. Sabemos que Sócrates, Platão e Aristóteles ensinaram por meio de práticas envolventes usando-se do diálogo, e todos eles foram proeminentes pensadores da antiguidade, grandes ícones da educação clássica (GAUTHIER e TARDIF, 2014). Como diz Marrou (2017): "o diálogo e o respeito ao aluno eram o coração da escola clássica".

4) – A ciência se utiliza de conceitos e definições que são previamente estabelecidos, ou seja, não são descobertos ou construídos. Os alunos não descobrem ou constroem os seus próprios conceitos de massa, velocidade, força, entre outros. Ademais, a linguagem, os ritos e as normativas em que são erigidos conceitos e definições científicos são de domínio público. Portanto, o que é de domínio público deve ser enculturado de modo que, no ensino-aprendizagem das ciências, não se descobre e nem se constrói (re-constrói) conceitos ou definições; antes devemos ensiná-los (MATTHEWS, 2000).

Com efeito, cada modelo pedagógico tem seus prós e contras. Todavia, não há motivos para que, ao menos em tese, algum se sobressalte em detrimento do outro. Defendemos que a escolha entre os diversos modelos pedagógicos deve confraternizar-se com as especificidades do conteúdo a ensinar, das habilidades a desenvolver e do nível cognitivo dos alunos, dentre as outras possíveis variáveis que atuam no processo de ensino-aprendizagem.

### **O aprender fazendo deweyano e a ação para aprender em Piaget**

Conforme as seções anteriores, vimos que o aprender fazendo é algo em que o ensino de Ciências por investigação põe o acento. É histórico, remonta a John Dewey. No entanto, como bem se apresenta na literatura, é comum considerar a ação construtivista e o aprender fazendo de Dewey indistintamente (CHAKUR, 2014), embora, como já se antecipou, é legítimo

fazer um tender ao outro por meio de algum modelo pedagógico envolvente - como o construtivista, por exemplo (BECKER, 2002).

Esta aproximação entre o ensino de Ciências por investigação e o construtivismo pedagógico vem ocorrendo, no Brasil, desde a década de 1980, como podemos observar das pesquisas sobre as concepções alternativas, a abordagens CTS e a alfabetização científica (POZO; CRESPO, 2009; TRÓPIA, 2011).

Historicamente, o ensino de Ciências por investigação emergiu conjuntamente (ou como consequência) ao movimento progressista da educação norte-americana, e o pragmatismo filosófico lhe deu sustentação pela voz de John Dewey (GAUTHIER e TARDIF, 2014; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

É fato que John Dewey juntamente com William James defenderam a formulação mais radical do pragmatismo, qual seja: a defesa do primado da ação em detrimento do pensamento. Como argumenta o filósofo italiano contemporâneo Gianfranco Morra,

(...) o critério para estabelecer a validade de qualquer afirmação não é a sua verdade teórica, mas sua utilidade prática: "Não é verdadeiro o que é verdadeiro, mas o que é útil". James chegou a formular, de modo paradoxal, esta importância da prática com a notória pergunta: "Quantos dólares vale crer em deus?". (MORRA, 2001: 60)

Ora, fica claro então, pela citação supra, toda a intenção de Dewey para que o ensino de Ciências ocorresse pela via prática (fazer), tanto quanto suas críticas lançadas contra a escola jesuítica (intelectualista). O que importa para essa visão radical do pragmatismo não é o vasto corpo de conhecimento teórico-abstrato que as ciências podem nos prover; antes, porém, que sejam úteis (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Portanto, quando Dewey dizia que a aprendizagem deveria acontecer por meio da ação, esta ação fazia alusão à utilização do experimento e do método científico (RODRIGUES e BORGES, 2008; TRÓPIA e CALDEIRA, 2009; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Era só por meio do método experimental que se poderia desenvolver a inteligência e o homem (SILVA, 2018).

A ação em Dewey consistia em agir sobre o mundo, e ir-se adquirindo o conhecimento sobre ele concomitantemente a esta ação. Isto representa, para o sujeito, um agir sem o devido conhecimento teórico para guiá-lo (MORRA, 2001). Esta postura diante do mundo tem relação estreita com o aspecto motor de movimentar-se, construir, confeccionar, elaborar. Porém, nestes processos, se não forem devidamente observados e não houver algum aspecto intencional feito pelo professor, não haverá estímulo cognitivo algum (BASSOLI, 2014).

No entanto, a ação construtivista não é assim: ela é diversa. A ação, como posta por Piaget, é uma atividade mental – logo, abstrata por si mesma -, que tem o objetivo de promover autonomia do sujeito cognoscente (BECKER, 2002; CASTAÑON, 2007; CHAKUR, 2014).

Ora, se assim o é, então o agir construtivista não é desprovido do aspecto teórico. Esta ação é tão mais eficiente – a autonomia é tanto melhor –, quanto maior a interação do sujeito (aluno) com o objeto (mundo), e, sobretudo, quanto mais o sujeito refletir sobre as próprias ações que das quais fez uso para se apropriar do objeto (BECKER, 2010; CHAKUR, 2014).

Já se expôs nessa seção que a aquisição de conhecimento, o que, segundo Piaget, se dá por meio de dois processos básicos: a assimilação e a acomodação. Com efeito, o processo de acomodação não precede o teste pela empiria, pois

(...) qualquer pessoa [que] tem uma experiência que não se coaduna com seus esquemas e teorias, ela primeiramente tenta assimilar essas experiências em seus esquemas existentes. No entanto, se ela percebe que suas explicações e predições são repetidamente desmentidas pela experiência, prevalece a tendência de o esquema se modificar de modo a acomodar-se a esta nova informação. (CASTAÑON, 2007: 118)

Diante das argumentações supra-referidas, ressalta-se que, na senda educacional o aprender fazendo deweyano e a ação piagetiana nem sempre se confraternizam - algo diverso do que se vê, comumente, na literatura especializada em educação e ensino das Ciências.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

Realizou-se neste trabalho uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2010) que foi dividida de acordo com as três fases que se seguem:

### **Primeira fase:**

Apresentam-se os recortes e concessões que fizemos de modo que obtivéssemos alguma ideia de ordem para bem caracterizar o ensino de Ciências por investigação no Brasil.

Primeiro, todo levantamento bibliográfico adveio de periódicos nacionais especializados em educação e ensino de Ciências dentro do intervalo de tempo de 2005 a 2018. Segue-se em ordem aleatória os devidos periódicos: Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF); Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF); Investigações em Ensino de Ciências (IENCI); Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC); Revista Brasileira de Educação em Ciências e Tecnologia (RBECT); Revista Química Nova na Escola (QNEESC); e Revista Ensaio.

Em segundo, o ensino de Ciências por investigação é um termo polissêmico e que atende por diferentes nomes. Portanto, tomamos os seguintes termos que nos remetem ao ensino de Ciências por investigação, quais sejam: atividades investigativas, questões abertas, laboratório aberto, laboratório investigativo, experimentos investigativos, problemas mal estruturados e problemas abertos. Da busca nos periódicos supracitados resultaram 34 artigos, em uma primeira aproximação.

Esses foram os recortes em que se confeccionou essa revisão da literatura e, tão logo, espera-se que este artigo seja apreciado dentro desses limites.

### **Segunda fase:**

A segunda etapa da metodologia consistiu em codificar os artigos analisados. Com efeito, foi suficiente que se fizessem as análises apenas no primeiro e no segundo nível de codificação. Para o processo de codificação, seguimos as orientações do manual de metodologia de Sampieri et al. (2013) e, sobretudo, na dica de Kathy Charmaz:

A codificação inicial deve se fixar rigorosamente nos dados. Experimente observar as ações em cada segmento de dados em vez de aplicar categorias preexistentes aos dados. Tente codificar com palavras que reflitam a ação. Em um primeiro momento, pode parecer estranho invocar uma linguagem relativa à ação e não relativa aos tópicos. (CHARMAZ, 2009: 74)

Procurou-se, então, pela ação proposta por Charmaz, nos resumos, introduções e conclusões, de modo a torná-los unidades de análise para as codificações (leitura vertical). A ação consistiu naquilo que os artigos se propuseram a mostrar: o objetivo do artigo. Assim, pareceu natural eleger os segmentos de análise supracitados. O que ocorreu foi que nem sempre a ação (objetivo) estava indicada, claramente, no resumo do artigo. Por conseguinte, seguia-se a procura dos objetivos na introdução e, quando não era suficiente, passava-se às conclusões dos artigos.

Diante desses seguimentos de análise, procedemos da seguinte maneira para obtermos a codificação: (i) fizemos leituras verticais individualmente em todos os artigos procurando pela ação (objetivo do artigo), em todos os seguimentos de análise, e (ii) fizemos, por conseguinte, leituras horizontais, analisando os artigos dois a dois (comparando cada um com os demais) com o fim de identificar quais compartilhavam da mesma ação diretamente ou aproximadamente.

Portanto, a leitura vertical serviu-nos para especular sobre as possíveis categorias conceituais em que os artigos viriam a ser inseridos, ao passo que a leitura horizontal serviu para aglutiná-los, quando possível, nas categorias previamente vislumbradas pela leitura vertical.

### **Terceira fase:**

A terceira e última etapa consistiu em obter o segundo nível de codificação. Para tanto, confrontamos as diferentes categorias iniciais advindas da leitura horizontal, feita na fase anterior, procurando por semelhanças e diferenças entre elas. O objetivo foi de buscar por possibilidades de alocá-las em categorias conceituais mais amplas. Este processo foi realizado à exaustão, até que não tivéssemos mais receios de que pudesse haver alguma outra categoria mais adequada para alocar os artigos analisados.

Note-se que, dependendo da pergunta a responder (vide Introdução), as unidades supracitadas não foram suficientes. Por exemplo: quando se investigou sobre a base epistemológica, bem como o papel do professor, o resumo, a introdução e a conclusão não foram suficientes. Assim, analisamos também os referenciais teóricos e as metodologias, tornando-os consequentemente unidades de análise.

Finalmente, quando não foi identificado claramente qual era o objetivo (ação) do artigo analisado, entre os diferentes seguimentos de análise, eles foram excluídos. Isso ocorreu em duas situações, e, em outras duas, os artigos relatavam pesquisas feitas em Portugal. Nestas condições, os artigos foram retirados do quantitativo, restando, ao final, 30 exemplares.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Começa-se esta seção de resultados apresentando-se o Quadro 1, em que consta o quantitativo de artigos por periódico.

Observa-se que o periódico *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)* foi o que mais publicou pesquisas sobre o ensino de Ciências por investigação, com nove artigos publicados dentro do intervalo de 2005 a 2018.

**Quadro 1:** Distribuição do número de artigos por periódicos *Qualis* na área de Educação e Ensino.

PERIÓDICOS	QUALIS	# ARTIGOS
RBEF	A1	1
RBPEC	A2	1
ENSAIO	A2	4
IENCI	A2	6
CBEF	B1	2
Qnesc	B1	5
RBECT	B2	2
EENCI	B2	9
TOTAL	*****	30

Fonte: Autores.

O periódico *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)* foi seguido pelo periódico *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, com seis artigos; e pelas revistas *Química Nova na Escola (Qnesc)* e *Ensaio*, com cinco e quatro artigos, respectivamente.

Dentro do intervalo de 12 anos, notamos que a Física por meio dos periódicos *Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF)* e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)* publicaram, juntos, apenas 3 artigos. É evidente e não podemos negar que existe uma relação direta entre este pequeno quantitativo de artigos com as palavras chaves que foram utilizadas na busca por eles. No entanto, isso sugere que, ao menos em alguma medida, o ensino de Física não costuma orientar sua prática de acordo com os pressupostos do ensino de Ciências por investigação.

Isso é curioso de certo modo, pois a autora Anna Maria Pessoa de Carvalho, física de formação, é pioneira e uma proeminente autora na divulgação e na utilização dessa mesma abordagem didática desde a década de 1980.

Por meio dessa constatação abre-se o precedente para a seguinte questão: quem mais se utilizou do ensino de Ciências por investigação como metodologia de ensino-aprendizagem? Para tanto, tomamos apenas o quantitativo de artigos que atendem essa especificidade: metodologia de ensino-aprendizagem. Dos 30 artigos, somente 23 atenderam-na.

Respondemos: pelo Quadro 2, o ensino por investigação foi mais utilizado pela Química (oito vezes), seguida da sua utilização pelas Ciências Naturais (seis vezes), pela Física e Ciências Biológicas (seis e cinco vezes, respectivamente).

Ainda do Quadro 2, vemos que o ensino de Ciências por investigação é mais utilizado pelos professores do Ensino Médio; ao passo que nos cursos de graduação pouco foi utilizado (apenas três vezes). Daí podemos entender o porquê de poucos graduandos conhecerem esta abordagem

didática, e, do motivo pelo qual ela ainda seja pouco utilizada nos cursos de formação de professores (MORAIS et al., 2009).

**Quadro 2:** Número de artigos que utilizaram o ensino de Ciências por investigação como metodologia de ensino-aprendizagem distribuídos por curso e nível de ensino.

ENSINO DE ...	ARTIGOS	FUNDAMENTAL	MÉDIO	GRADUAÇÃO
FÍSICA	5	*****	4	1
QUÍMICA	8	*****	8	*****
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	4	*****	3	1
CIÊNCIAS NATURAIS	6	5	*****	1

Fonte: Autores.

Prosseguindo com o Quadro 2, temos que a Física e as Ciências Biológicas utilizaram o ensino de Ciências por investigação cinco vezes. Mas em que sentido? Qual foi o objetivo de cada uma destas pesquisas?

Respondemos: a Física e as Ciências Biológicas apostaram no experimento investigativo; a primeira, mais com o objetivo de desenvolver habilidades cognitivas relevantes para investigação científica, quais sejam: o raciocínio lógico e crítico, e, em especial a habilidade de argumentação; a segunda, por seu turno, utilizou-a para promover aprendizagem conceitual.

Já as Ciências Naturais, como vemos no Quadro 2, utilizou o ensino por investigação uma única vez em um curso de graduação voltado para formação de professores. O objetivo dos demais cinco artigos variou entre coletar dados que demonstrassem o desenvolvimento das habilidades de investigação, registrar dados que corroborassem se houve aprendizagem conceitual e resultados que indicassem que determinada metodologia promoveu a aproximação entre a ciência ensinada na escola com a ciência de referência praticada pelo cientista.

Feitas as considerações para o Quadro 2, fazemos, agora, a apresentação de como ficaram dispostos os 30 artigos analisados de acordo com as categorias emergentes resultantes da segunda codificação. Vejamos o Quadro 3 em seguida.

**Quadro 3:** Artigos dispostos em categorias como resultado da segunda codificação.

CÓDIGOS	CATEGORIAS	REFERÊNCIAS
01	Atribuindo sentido (7 artigos)	Munford e Lima (2007) – ENSAIO Trópia e Caldera (2009) – RBECT Sá et al (2011) – IENCI Trópia (2011) – ENSAIO Zômpero e Laburú (2011) – ENSAIO Morais et al. (2014) – EENCI Moura e Cunha (2018) – EENCI
02	Desenvolvendo habilidades (13 artigos)	Fraiha et al. (2018) – RBEF Lorenzon e Silva (2018) – RBECT Ferraz e Sasseron (2017) – IENCI

		Silva e Trivelato (2017) – IENCI Almeida et al. (2016) – IENCI Carmo e Carvalho (2014) – CBEF Pereira (2013) – ENSAIO Zômpero et al. (2013) – EENCI Vasconcelos et al. (2012) – IENCI Ferreira et al. (2010) – QNESC Kasseboehmer e Ferreira (2010) – QNESC Suart et al (2009) – QNESC Suart e Marcondes (2008) – RBPEC
03	Aprendendo pela pesquisa (10 artigos)	Assai e Freire (2017) – EENCI Benedicto (2017) – EENCI Mendonça e Zanon (2017) – EENCI Moreira e Souza (2016) – EENCI Belmont et al. (2016) – EENCI Sousa et al. (2015) – CBEF Souto et al. (2015) – EENCI Cruz et al. (2014) – QNESC Zômpero e Laburú (2012) – IENCI Fragal et al. (2011) – QNESC

Fonte: Autores.

Relativo ao código 01, encontramos os artigos cuja ação ou objetivo dos autores foi de investigar qual é a atribuição de sentido dado ao termo ensino de Ciências por investigação por professores, alunos e pesquisadores da educação em Ciências. Portanto, nomeamos essa categoria como “atribuição de sentido”.

Em adição, para o código 02, os autores utilizaram-se do ensino de Ciências por investigação como referencial teórico-metodológico para fundamentar estratégias, metodologias e sequências didáticas de ensino com o intuito de desenvolver importantes habilidades, seja no aspecto motor ou cognitivo, e para aquisição de novas aprendizagens. Por isso, foi nomeada como “desenvolvimento de habilidades”.

E, finalmente, no código 03, temos os artigos que objetivaram da utilização do ensino de Ciências por investigação para promover a aprendizagem conceitual em Ciências por intermédio de pesquisas no contexto escolar. Logo, a aprendizagem de conceitos ocorreu à luz da modelagem das etapas do trabalho do pesquisador. Esta categoria denominou-se “aprendendo pela pesquisa”.

Diante de uma sequência de publicações recentes, Wilcox e Levandowski (2017) vêm apresentando alguns resultados sugerindo que as atividades investigativas – em especial o laboratório aberto – são mais eficientes em desenvolver habilidades do que promover a aprendizagem conceitual.

Do Quadro 3 vemos que, dentro do período correspondente de 2005 a 2018, a maioria das publicações que se utilizou do ensino de Ciências por investigação fizeram-no mais para desenvolver habilidades (13 artigos) do que para promoverem o aprendizado conceitual (10 artigos). Isso mostra que, no Brasil, as pesquisas em educação que empregam o ensino de Ciências por investigação comungam com os objetivos de recentes trabalhos sobre o tema em outros países.

Nas seções seguintes passamos, então, a apresentar o significado que atribuímos a cada categoria emergente (Quadro 3), e, em adição faremos, também, críticas que denotam nosso posicionamento em relação aos artigos que compõem as supra-referidas categorias.

### **Categoria 1: atribuindo sentido**

Todos os artigos que compõem esta categoria contêm pesquisas cujo objetivo foi de fazer registros sobre qual significado os estudantes dos diferentes níveis de ensino atribuem ao ensino de Ciências por investigação.

O artigo de Moura e Cunha (2018), em particular, apresenta uma investigação sobre como o ensino de Ciências por investigação pode contribuir para modificar a visão estereotipada que os alunos do Ensino Fundamental têm do cientista. Estes autores observaram que, à medida que os alunos foram submetidos às atividades investigativas, essa visão estereotipada ia modificando-se.

Apesar do ensino de Ciências por investigação ter sua origem na primeira metade do século XX (TRÓPIA, 2011), ele é ainda desconhecido de muitos. Moraes et al. (2009) comprovaram este fato, empiricamente.

Todavia, mesmo quando conhecido, não há um consenso em torno da pergunta "o que é ensino de Ciências por investigação?", pois fato é que o termo investigação traz consigo as possíveis interpretações como: formular hipóteses, observar fenômenos, produzir modelos matemáticos, entre outras coisas – confirma o quadro (1) em de Sá et al. (2009: 83), por exemplo.

Retira-se, ainda, de Moraes et al. (2009), que, mesmo diante de um pequeno grupo de uma turma de especialização em ensino de Ciências, somente após uma intensa negociação é que foi possível que a turma chegasse a um acordo sobre o que significa essa abordagem. O mesmo foi relatado pelos autores Munford e Lima (2007) em uma publicação anterior.

Zômpero e Laburú (2011) também fazem alusão a esta problemática utilizando-se de fragmentos históricos, mostrando como o significado dessa abordagem didática foi modificando-se ao longo dos anos diante das reformas educacionais. Daí os autores ressaltarem a polissemia relativa ao termo.

Pelo exposto, constatamos a emergência do seguinte problema: quando se fala de investigação no contexto escolar, fala-se de qual ação investigativa em particular? Ou fala-se de todas elas indistintamente? Respondemos: depende do objetivo da atividade investigativa realizada no contexto escolar.

Sustentamos que, diante dessa pluralidade e polissemia, sem uma sólida base pedagógica, didática e epistemológica, do trabalho do professor fica muito dificultado diante da utilização das atividades investigativas no contexto escolar.

Apesar dos esforços dispensados pelos autores que pertencem a esta categoria, não se acredita que já exista um consenso sobre o que é o ensino de Ciências por investigação. No entanto, sustenta-se que já dispomos de um conjunto mínimo de pressupostos que conseguem abarcar uma gama de metodologias de atividades investigativas. Vejamos, por exemplo, o artigo de Rodrigues e Borges (2008), que apresenta uma síntese dos pontos em comum entre inúmeras pesquisas em educação que se utilizaram do ensino de Ciências por investigação.

Nota-se que as atividades investigativas partem da premissa de que é possível ensinar e aprender ciências realizando as mesmas tarefas que outrora foram realizadas pelos cientistas (CARVALHO et al., 2014; GASPAR, 2014).

O ponto é: se as atividades de investigação científicas são individualmente conhecidas, e, além disto, são reproduzidas por outrem e ensinadas para outrem, logo seria suficiente

submeter os alunos a praticá-las também que a aprendizagem em Ciências estaria garantida. Ledo engano. O ensino de Ciências ainda se apresenta desafiador (POZO e CRESPO, 2009).

Ora, diante das considerações feitas anteriormente, defendemos nesta presente comunicação que nenhuma atividade investigativa feita no contexto escolar pode ser tomada como uma atividade de investigação autêntica, pois ela não será primária nem ao planejamento do professor e nem ao conhecimento curricular historicamente consagrado. Temos a opinião de que é antipedagógico atribuir-se um elevado nível de autenticidade para as investigações no contexto escolar pois, com efeito, incorre-se do risco de confundir aluno com cientista.

## **Categoria 2: desenvolvendo habilidades**

Delimitam-se, nesta categoria, os artigos cujas pesquisas, para além de reforçar o aprendizado de conceitos científicos, propuseram-se a registrar evidências sobre a utilização do ensino de Ciências por investigação sobre o desenvolvimento de habilidades fundamentais para o bom aprendizado das Ciências, para aquisição de novas aprendizagens e para aperfeiçoar o processo de autonomia do aluno para aquisição de conhecimento.

Com o intuito de oferecer uma visão crítica sobre os 13 trabalhos que compõem esta categoria, tomamos como base os seguintes artigos: Ferreira et al. (2010), Kasseboehmer e Ferreira (2010), Suart e Marcondes (2008) e Suart et al. (2010). Os demais trabalhos estão em consonância com estes, porém temos maior familiaridade com estes do que com os demais desta categoria.

Segundo Rocha (2017), a escola contemporânea ancora-se nos seguintes documentos: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Esses documentos sugerem que a escola é um lugar para que se desenvolvam as habilidades importantes ao aprendizado das Ciências. No entanto, sabemos que as habilidades podem ser inatas ou adquiridas (COZENZA e GUERRA, 2011). E é da segunda, sobretudo, que inere uma parte significativa do trabalho escolar.

Os pontos convergentes entre os 13 artigos encerrados por esta categoria foram:

- a) – Todos tiveram como orientação pedagógica o construtivismo. Tal conclusão adveio por duas vias: (i) quando os autores estabelecem objetivamente que o trabalho tem orientação construtivista, como em Suart e Marcondes (2008), e Suart et al. (2010); (ii) quando da observação de termos, ou mesmo pelo próprio objetivo do trabalho, que são nativos da educação construtivista; quais sejam: problematização (SOUZA et al., 2014), desenvolvimento da argumentação (FERRAZ e SASSERON, 2017), proporcionar ao aluno a construção do próprio conhecimento (FERREIRA et al., 2010), entre outros.
- b) – A exceção de Kasseboehmer e Ferreira (2010) que desenvolveram a habilidade de formulação de hipóteses por meio de questões abertas, todos os demais artigos utilizaram-se do laboratório investigativo com o objetivo de desenvolver as habilidades importantes para a investigação científica, em especial a argumentação.

Sobre a utilização das atividades experimentais investigativas, há de se observar que foram utilizadas com diferentes níveis de estruturação (CARVALHO, 2014). Observamos que os artigos encerrados nesta segunda categoria apresentaram uma metodologia que pareceu bem mais estruturada do que deveria, dado a orientação construtivista, em tese, que foram dispensadas pelos seus respectivos autores. Sempre houve, primariamente ao desenvolvimento da atividade, alguma instrução conceitual ou procedimental feita por parte dos professores-pesquisadores para a devida orientação dos alunos.

Isto é relevante no sentido de que o aprender fazendo deweyano não envolve, ao menos em tese, algum esclarecimento teórico precedente à prática. No que concerne a ação piagetiana, o que se observou foi que a aprendizagem da nova habilidade se deu apenas no aspecto motor/procedimental - não ocorreu devido a ação do aluno, uma vez que se entenda que a ação construtivista indica que o aluno reflete sobre o que fez diante dos estágios ou etapas que foram empregados, por ele mesmo, para alcançar o conhecimento desejado.

Com efeito, ficou evidente que os autores não fizeram distinção entre o fazer deweyano e a ação piagetiana. Como já foi dito acima, a ação construtivista é uma abstração – abstração de segunda espécie ou abstração reflexiva, ao passo que o fazer deweyano tem relação com o botar a mão na massa e na tentativa e erro (BECKER, 2002, 2010).

Em adição, nenhum artigo investigou a aquisição de novas habilidades à luz dos processos básicos de assimilação e acomodação de acordo com a teoria piagetiana. No entanto, o pressuposto sócio-construtivista (GASPAR, 2014) de que em grupo as pessoas são capazes de aprender e educarem-se entre si foi determinante nas atividades propostas pelos artigos dessa categoria; embora, também, não tenham sido devidamente avaliados.

Não é novidade esta dicotomia entre o discurso construtivista do professor e sua prática eminentemente não construtivista. Massabni (2007) e Becker (2002; 2010) documentam muito bem este fenômeno. Com efeito, é de praxe atribuir a má formação de professores como a causa deste fenômeno (POZO e CRESPO, 2009). Em outras palavras: o professor não viabilizava uma sala de aula construtivista, pois ele não recebeu uma boa formação. Nada mais injusto!

Neste artigo defendemos que as atividades didáticas, em especial as atividades investigativas, devem ser estruturadas. Dispensar maior grau de liberdade para o aluno é bem diferente de não estruturar atividade didática alguma. Sustentamos que, sem estruturação, não há docência, não há a materialização da atividade didática, pois a didática é inerente ao professor e a ninguém mais.

Crato (2010) observou que o construtivismo pedagógico promove o afastamento da autoridade do professor para o aluno. Este último é tido como o protagonista, o sujeito ativo que constrói o próprio conhecimento (SANTOS, 2013). Todavia, diante do fracasso escolar, responsabiliza-se o professor, e nunca o protagonista. Fazemos, então, a seguinte provocação: para onde vai o protagonista quando as coisas dão errado? Há protagonismo sem responsabilidade?

Massabni (2007), Crato (2010), Souza e Valente (2014) e Haase et al. (2015) argumentam que não há como ser construtivista sempre. Nisto vemos uma possível resposta para essas perguntas acima. Existe um limite para a viabilização de uma sala de aula eminentemente construtivista. Além do que, trazer para empiria as teorias construtivistas não é tarefa fácil. Aliás, precedente a tudo isso, compreender as ideais de Piaget e de Vigotski exige muito preparo intelectual (CHAKUR, 2014; MASSABNI, 2007; HAASE et al., 2015).

Uma interessante observação feita por Haase et al. (idem) e vista, também, em Willingham (2011), Sternberg e Sternberg (2016), entre outros, é a grande sobrecarga cognitiva que pode acometer os alunos, em especial os alunos novinhos, como consequência de um ensino pouco estruturado ou construtivista. Fato que tal redução da sobrecarga cognitiva se faz às custas da estruturação, da mediação pelo contato direto com o aluno, guiando-lhe a aprendizagem (GAUTHIER et al., 2014; WILLINGHAM, 2011). Isto é didática. Didática cabe ao professor, não ao aluno.

Sustentamos, aqui, que o grande mérito dos trabalhos contidos nessa categoria foi o de aplicar e consagrar metodologias que, a partir de então, poderiam ser utilizadas em prol do desenvolvimento de habilidades de investigação no contexto escolar.

### **Categoria 3: aprendendo pela pesquisa**

Encontramos nesta categoria os trabalhos que se utilizaram de alguma metodologia pertencente ao escopo do ensino de Ciências por investigação para melhorar a aprendizagem conceitual em Ciências. Aqui, mais do que nas outras três categorias, vemos a abordagem do ensino de Ciências por investigação como um referencial teórico-metodológico embasando sequências de ensino investigativas (SEI's), ou ciclos de atividades investigativas, com o fim de promover a aprendizagem nas Ciências.

Os artigos que se encontram agrupados aqui apresentam os seguintes pontos de convergência:

- a) O experimento investigativo ou laboratório aberto foi-se a metodologia do ensino por investigação mais utilizada. O emprego de tal metodologia fez-se à luz de críticas ao laboratório didático tradicional que não permite que o aluno seja um ente ativo na construção/reconstrução do seu próprio conhecimento;
- b) Os autores verificaram que as atividades investigativas aumentaram o interesse do aluno em participarem das aulas e o acréscimo da autonomia do alunado para a aquisição de conhecimento.

Segundo Carvalho (2014), as atividades investigativas no contexto escolar devem ser contextualizadas de modo a tornar a situação-problema real e significativa para os alunos. O objetivo da contextualização é plural, no entanto, em seu aspecto cognitivo, reduz-se o nível de abstração dos construtos ou entidades científicas.

A contextualização deve ocorrer às custas de exemplos familiares aos alunos para que tenha o mérito de reduzir a sobrecarga cognitiva, possibilitando, assim, que os alunos sejam capazes de trabalharem na solução de problemas abertos (HAASE et al., 2015; WILLINGHAM, 2011).

Cruz et al. (2014) foram muito criativos em relação ao contexto que se utilizaram para o desenvolvimento da atividade investigativa. Estes autores submeteram uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental a uma situação-problema típica da ciência forense. Esta metodologia foi estruturada de tal sorte a evitar-se a sobrecarga cognitiva (HAASE et al., 2015).

Com efeito, deduzimos isso observando que o primeiro estágio da metodologia foi a condução de aulas teórica-expositivas-dialogadas que tiveram o propósito de informar as técnicas forenses do teste de DNA e da identificação de digitais, que seriam, portanto, as técnicas utilizadas pelos alunos no ato da investigação. Após esta etapa de aquisição e esclarecimento de conhecimentos factuais é que os autores passaram para a atividade experimental, que também teve caráter lúdico. Cruz et al. (idem) afirmam que uma atividade investigativa feita de forma lúdica torna o aprendizado menos abstrato, ou formal, e mais relevante para o aluno; mas não deixaram claro a razão disto.

Agora, diante das considerações dispensadas acima, fazemos a seguinte questão: até que ponto é mandatário que a contextualização se apoie em situações reais, que sejam familiares, do cotidiano vivencial dos alunos, como propõem os autores citados nas alíneas anteriores? Respondemos: depende do nível cognitivo dos alunos.

Ficamos imaginando como deve ser emocionante e empolgante para o aluno ir para escola e retornar com a sensação de satisfação de ter trabalhado como um perito criminal. Porém, qual o grau de vivência de um aluno do 9º do Ensino Fundamental sobre perícia criminal? Provavelmente nenhuma! E não é difícil de imaginar que o professor, mesmo quando químico de formação, poderá não ter vivenciado algo do tipo. Assim, entendemos que os termos vivencial e familiar não trazem consigo, obrigatoriamente, que tais experiências de vida sejam reais, no sentido de que esta foi capturada por meio da intuição.

A palavra intuição vem do latim *intus ire* – de ir (vir) para dentro. Logo o conhecimento intuitivo é aquele que tomamos os fatos diretamente para si no momento em que acontecem; sem necessidade de complexos raciocínios (SANTOS, 2015, p. 52).

A intuição divide-se entre intuição intelectual e intuição sensível. Esta é o conhecimento imediato do objeto pelo sujeito através de sua aparelhagem sensorial; ao passo que aquela, apreende a essência universal dos objetos pelo pensamento (CHAVES, idem, p. 309). Pensamos, diante destas definições, que apenas a primeira inere à contextualização no âmbito escolar e que a segunda deve ser evitada.

Contudo, se assim o fosse, de fato, Cruz et al (idem), Belmont et al. (2016), Moreira e Souza (2016) e Assai e Follmann (2017), todos pertencentes a essa presente categoria, não teriam obtido sucesso em suas metodologias, pois todos utilizaram-se de contextos não vivenciados diretamente pelos alunos e, no entanto, todos afirmaram que os alunos se mantiveram muito motivados e que conseguiram construir ou reconstruir os conhecimentos científicos relativos às áreas de conhecimento então exploradas.

Defendemos que, quando o aluno tem sucesso em resolver uma situação-problema por meio de alguma atividade investigativa, mesmo diante de uma contextualização imbricada de situações não vivenciadas, é porque ele se utilizou de sua intuição intelectual, pois apostamos que, do contrário, ele não teria superado a sobrecarga cognitiva. Portanto, em vez da contextualização promover o desafogo cognitivo esperado, com o fim de materializar a abstração inerente aos objetos e teorias científicas através de exemplos que sejam familiares ao aluno, é ela mesma que prejudica o bom andamento da atividade didática.

Esses alunos muito provavelmente já tinham o conhecimento da profissão de perito forense por meio de telejornais, jornais escritos, livros e as séries de televisão sobre o tema. Ou seja, esse conhecimento adveio, como já foi dito, pelo uso da intuição intelectual.

Acreditamos, então, que o contexto criativo também faz emergir no âmago do sujeito o sentimento de que estamos fazendo algo distinto, especial. A profissão de perícia forense é bastante distinta, e dela podemos vivenciar o poder de previsão que inere as Ciências positivas.

Tornar a ciência forense acessível aos alunos do ensino fundamental foi um grande feito dos autores Cruz et al. (2014), isso indica um grande preparo intelectual. Para o aluno, deve ser uma experiência única, marcando positivamente a sua vida escolar.

Assim, podemos ver que o contexto criativo agrega grande valor didático-pedagógico, pois possibilita manter a atenção dos alunos, lhes aguçar a curiosidade, traduzindo-se posteriormente em engajamento ou interesse, abrindo, assim, a possibilidade para uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Apesar de todos méritos embutidos na contextualização das atividades investigativas, sustenta-se que, à medida que os alunos vão evoluindo nas séries escolares, ela deve ser menos ancorada às situações imediatamente vivenciais, particulares; e que o professor deve promover, paulatinamente, a inserção de situações mais elaboradas e mais distantes da realidade dos alunos. Este exercício vai ao encontro da típica atividade científica, que é lidar

com o Universal e não com situações individuais adquiridas por intermédio do contexto (CHAVES, 2011; CRATO, 2010; REALE, 2002).

Tem-se que a utilização do contexto, e em grande parte de um contexto criativo, foi comum nas atividades investigativas em Química, Biologia e Ciências naturais. Por outro lado, na Física, como por exemplo, em Souza et al. (2010), não houve sequer a utilização de um contexto. Em nossa opinião, a ausência do contexto descaracteriza a atividade investigativa no âmbito escolar como dito por Carvalho et al. (2014).

Pontuamos que, assim como na categoria anterior, os autores nos asseguram que houve aprendizagem; entretanto, não observaram se esta ocorreu à luz dos processos básicos piagetianos de aquisição de conhecimento como a assimilação e acomodação, e, do mesmo modo que na categoria anterior, o trabalho em equipe foi amplamente utilizado.

Isto soa como se trabalhar em grupos fosse garantia de aprendizagem conceitual, mas não existe essa relação direta, especialmente para a aprendizagem conceitual, que depende bem mais do compartilhamento de informações como fatos científicos, nomenclaturas e definições, entre outras, por alguém que já as possui (MATTHEWS, 2000).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Detemo-nos, a partir de agora, em oferecer uma possível caracterização pessoal, portanto crítica, sobre o ensino de Ciências por investigação no Brasil em atenção às questões norteadoras feitas na Introdução deste presente artigo.

Em resposta à questão norteadora (c), vimos pelos 30 artigos no acervo analisado (Quadro 3) em que o experimento investigativo foi amplamente a metodologia de ensino-aprendizagem mais utilizada. Portanto, ainda há uma forte tendência em promover a aprendizagem por meio do fazer com o intento de dirimir as dificuldades de aprendizagem.

Ressaltamos que o real papel do experimento no ensino das Ciências ainda não está bem esclarecido. Com efeito, citando dois proeminentes autores; quais sejam: Gaspar (2014) e Bassoli (2014); este diz que a prerrogativa de mitigar as dificuldades de aprendizagem por meio do fazer é um mito, enquanto aquele diz que o aprender fazendo (o experimento) é utilizado como um modelador para uma tal pedagogia da (re)descoberta.

Todavia, a grande maioria dos pesquisadores (e docentes) compartilham da crença de que o experimento investigativo ou laboratório aberto é o melhor caminho para se ensinar Ciências, pois permite uma certa aproximação entre a prática do cientista e a ação do aluno (BASSOLI, idem).

Um aspecto relevante observado foi que as metodologias empregadas nos artigos analisados estruturaram-se de modo a controlar o andamento das atividades investigativas. Grosso modo, a diferença cabal entre laboratório aberto e tradicional é que nesse último não se tem a abertura para questionamentos e/ou diálogos construtivos e provocadores, ou seja, não se apresenta momentos para desafiar o aluno através de perguntas instigantes. Portanto, o laboratório aberto é, sempre, uma prática menos estruturada e mais envolvente (CARVALHO, 2014).

Em adição, vimos pelo Quadro 3 que, nos últimos 12 anos, a maioria das pesquisas analisadas utilizaram da abordagem didática do ensino de Ciências por investigação para, em primeiro lugar, desenvolver as habilidades cognitivas e procedimentais recrutadas para a atividade de pesquisa científica; e em segundo, para desenvolver metodologias criativas de

atividades investigativas com potencial de favorecer a aprendizagem conceitual nas Ciências, independentemente do nível de ensino, conforme as categorias 2 e 3, respectivamente.

Recentes pesquisas nos Estados Unidos, como as de Wilcox e Levandowski (2017), sugerem que, mais que otimizar o aprendizado conceitual, o laboratório aberto é mais eficiente em desenvolver habilidades. Isso mostra que, de certo modo, as pesquisas no Brasil estão seguindo esta mesma tendência.

Outro fator que extraímos das análises foi que o ensino das atividades investigativas tiveram o objetivo de favorecer a autonomia do aluno para aquisição do conhecimento por intermédio de trabalhos práticos realizados em grupos, em especial o experimento. Como dissemos, isso é fato convergente entre os artigos das categorias 2, 3, e alguns trabalhos da categoria 1.

Como crítica, indo na contramão desta tendência, Gauthier et al. (2014), no Canadá, demonstraram, após extensa análise de dados, que as metodologias explícitas (muito estruturadas) de ensino são mais eficazes que as minimamente estruturadas – como o experimento investigativo, por exemplo.

Hattie (2017), em uma pesquisa feita em 12 países diferentes, apresentou resultados semelhantes aos de Gauthier et al (idem), de que a instrução direta tem eficiência muito superior à instrução pouco guiada pelo professor. Embora sejam altamente relevantes, não temos notícias de que estes resultados fundamentam as pesquisas em educação e ensino de Ciências no Brasil.

Vejamos, então: o que é melhor, mais eficiente, ou, mais adequado para o contexto escolar: estruturar as aulas experimentais ou estruturá-las minimamente? Respondemos: pela nossa prática o caminho do meio vem mostrando-se mais promissor (SOUZA e VALENTE, 2014).

Pela nossa experiência como professores, dizemos que somente após alguns ciclos de atividades estruturadas torna-se interessante o professor ir aumentando o grau de liberdade dispensado aos alunos. Não apresentamos resultados empíricos desta afirmação neste trabalho. Porém, acreditamos que nenhum professor tenha dificuldade em aceitar tal afirmação. Ademais, nossa opinião ampara-se em evidências, vide por exemplo Hasse et al. (2015) e Willingham (2011); ambos ressaltam que a utilização de atividades investigativas com alunos noviços provoca uma acentuada sobrecarga cognitiva. Logo, sustentamos que as atividades investigativas devem ser ulteriores às atividades estruturadas como os laboratórios tradicionais.

Em observação a questão norteadora (d), notamos que a eficiência das atividades investigativas não foi avaliada apropriadamente, embora seja ponto pacífico entre os artigos analisados que assim o fossem de fato, nenhum tomou-a como objeto de investigação. Quando tomamos o significado estrito da palavra eficiência, como uma variável quantitativa, não foi possível obtermos a resposta; haja vista que as pesquisas constantes nos artigos do Quadro 3 foram de enfoque qualitativo. No entanto, quando se toma a sentido lato dessa mesma palavra, a conclusão dos diversos autores foi de que, por intermédio das atividades investigativas, os objetivos das pesquisas foram, sim, alcançados.

Em atenção a questão norteadora (b), o modelo de ensino-aprendizagem empregado com maior frequência foi o dialogal. Podemos até concluir que é um modelo onipresente. Inere a este modelo que a aprendizagem é um movimento de dentro para fora do aluno, diferentemente do modelo comportamental, que indica que a aprendizagem é um movimento de fora para dentro do aluno (SANTOS, 2013).

Mas devemos ficar atentos, pois pelo modo como o modelo dialogal estava disposto na maioria dos artigos analisados, pareceu ter base epistemológica inatista. Becker (2002; 2010) argumenta que, em sala de aula, é muito comum confundir-se o inatismo com o construtivismo. O autor expõe a diferença entre ambos e finaliza ressaltando que o inatismo torna sem sentido o papel do professor, pois este não permite a intervenção que é inerente à prática pedagógica. E estamos de acordo com ele neste ponto.

Entretanto, na prática, no aspecto metodológico os trabalhos não foram inatistas, outrossim, estruturaram as atividades didáticas em grau maior do que supunham as diretrizes construtivistas. Porquanto, podemos então responder que o ensino de Ciências por investigação no Brasil, atribui, concretamente, um papel central ao professor, por mais que, num primeiro momento, possa parecer que ele é um mero facilitador da aprendizagem ou algum mediador figurante.

Diante de tais consideração faz-se mister investir na abordagem didática de ensino de Ciências por investigação ao longo do processo de formação de professores, sobretudo, no que inere a implementação destas atividades em sala de aula.

Em resposta a questão norteadora (a), dizemos que a base epistemológica empregada em sua maioria no ensino de ciências por investigação foi o construtivismo; este, por sua vez, confraternizando-se o modelo dialogal de ensino largamente utilizado na metodologia de laboratório aberto ou investigativo pelos professores-pesquisadores.

Para a questão norteadora (e), as pesquisas no ensino de Química foram as que mais recrutaram o ensino de Ciências por investigação, seguido do ensino de Física, Ciências Biológicas e Ciências Naturais, respectivamente.

Ainda há, entretanto, uma questão urgente a se responder: que é ensino de Ciências por investigação – questão norteadora (f)? Mas, antes de responder a esta pergunta, cabe ressaltar que importantes autores já se lançaram a respondê-la.

De acordo com os artigos analisados, vimos que ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática com grande potencial para viabilizar a aprendizagem das Ciências, seja pela aquisição de conhecimentos factuais ou procedimentais, ou pelo desenvolvimento de habilidades que potencializam a aprendizagem desses conhecimentos através da prática. Esta prática consiste na modelagem de algumas etapas do método científico transpostas ao contexto escolar. Tiramos esta conclusão das análises dos artigos das categorias 2 e 3.

Indo na contramão dos pressupostos deweyanos da escola progressista, recomendamos aos colegas professores e pesquisadores da área de educação que evitem fazer atividades práticas sem uma teoria previamente estabelecida, pois incorremos o risco de transformar a solução de problemas em mera tentativa e erro.

Quando damos maior liberdade para o aluno trilhar seu caminho particular na solução de problemas, devemos estar seguros de que ele esteja pronto para assumir esta responsabilidade. Do contrário, terminamos fazendo tanta intervenção que desvirtuamos a natureza da investigação escolar, não seguimos seus pressupostos e voltamos ao tradicionalismo que tanto criticamos.

Em nossa opinião, é neste ponto que está a grande questão do ensino por investigação: conseguir equilibrar cobrança com apoio. Quanto mais equilíbrio existir, maior serão as nossas chances de sucesso na atividade proposta juntamente com nossos alunos.

## REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in science education: International perspectives. **Science education, Wiley Online Library**, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.

ALMEIDA, D. M. et al. Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 21, n. 2, p. 2015-120, 2016.

ASSAI, N. D. S.; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências e Ensino de Ciências**. v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.

BARROW, L. H. A brief history of inquiry: from Dewey to standards. **Journal of Science Teacher Education**. v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BASSOLI, F. Atividade práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**. v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BECKER, F. **Epistemologia do professor de matemática**. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

BELMONT et al. Integrando física e educação física em uma atividade investigativa na perspectiva da aprendizagem significativa. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 2, p. 124-135, 2016.

BENEDICTO, E. C. P. O caso do esmalte e do isopor: contribuições às atividades investigativas no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 6, p. 243-251, 2017.

BOSSLER, A. P. et al. O estudo das vozes dos alunos quando estão envolvidos em atividades de investigação em aulas de física. **Revista Ensaio**. v. 11, n. 2, p. 1-19, 2009.

CARVALHO, A. M. P.; BELLUCCO, A. do C. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

CASTAÑON, G. A. Construtivismo, inatismo e realismo: compatíveis e complementares. **Ciências e Cognição**. v. 10, p. 115-131, 2007.

CHAKUR, C. R. de S. L. **A desconstrução do construtivismo na educação; crenças e equívocos de professores, autores e críticos**. 1ª ed. UNESP: São Paulo, 2014.

CHAVES, A. C. **Lógica: pensamento formal e argumentação**. 5ª ed. Quarter Latin: São Paulo, 2013.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado**. 1ª ed. La Pensée Sauvage: Argentina, 1991.

COSWOSK, E. D.; GIUSTA, A. S. Práticas investigativas no ensino de biologia: uma proposta metodológica para iniciação à pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 20, n. 2, p. 12-35, 2015.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CRATO, N. **O “eduquês” em discurso direto: uma crítica da pedagogia romântica e construtivista**. 11ª ed. Lisboa: Gradiva, 2010.

CRUZ et al. A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica. **Química Nova na Escola**. v. 38, n. 2, p. 167-172, 2014.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

FERREIRA, L. H. et al. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**. v. 32, n. 2, 2010.

FRAIHA, S. et al. Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 40, n. 4, 4403, 2018.

FRAGAL, V. H. et al. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola**. v. 33, n. 4, 2011.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

GAUTHIER, C. et al. **Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

GAUTHIER, C.; TARDIF, M. **A pedagogia: teorias e práticas da antiguidade aos nossos dias**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HAASE, V. G. et al. Por que o Construtivismo não funciona? Evolução, processamento de informação e aprendizagem escolar. **Psicologia em Pesquisa**. v. 9, n. 1, p. 62-71, 2015.

HATTIE, J. **Aprendizagem visível para professores: como maximizar o impacto da aprendizagem**. 1ª ed. São Paulo: Penso, 2017.

KASSEBOHEMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**. v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.

LORENZON, M., SILVA, J. S. Aplicabilidade dos ciclos investigativos nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**. v. 11, n. 2, p. 125-145, 2018.

MARROU, H. I. **História da educação na antiguidade**. 1ª ed. São Paulo: Kírion, 2017.

MASSABNI, V. G. O construtivismo na prática dos professores de ciências: realidade ou utopia. **Ciências e Cognição**. v. 10, p. 104-114, 2007.

MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v. 17, n. 3, p. 270-294, 2000.

MENDONÇA, J. R. de; ZANON, D. V. Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 3, p. 43-55, 2017.

MOURA, J. C. de; CUNHA, H. F. da. A influência do ensino de ciências por investigação na visão de alunos do ensino fundamental sobre cientistas. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 2, p. 104-112, 2018.

MORAIS, C. S. de. et al. Perspectivas de ensino das ciências: o modelo por investigação no sertão de Pernambuco. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 1, p. 91-100, 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: teoria e textos complementares**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. de. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 3, p. 1-17, 2016.

MORRA, G. **Filosofia para todos**. 1ª ed. São Paulo: Paulus, 2001.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio**. v.9, n. 1, p.89-111, 2007.

PEREIRA, M. M. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Revista Ensaio**. v.15, n. 2, p. 29-44, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REALE, M. **Filosofia do direito**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

ROCHA, R. **Quando ninguém educa: questionando Paulo Freire**. 1ª ed. São Paulo: Contexto, 2017.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. 2008. Disponível em <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

SÁ, E. F. et al. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SAMPIERI, R. H. et al. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Penso, 2013.

SANTOS, J. C. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. 5ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.

SANTOS, M. F. **Filosofia e cosmovisão**. 1ª d. São Paulo: É realizações, 2015.

SILVA, T. Dewey e os sofistas: a tirania do lógos e as bases para uma educação retórica. **Revista Espaço Pedagógico**. V. 25, n. 1, p. 114-139, 2018.

SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 22, n. 2, p. 139-153, 2017.

SOUSA, J. M. et al. Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v. 32, n. 2, p. 988-1006, 2015.

SOUTO, C. K. S. C. et al. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experimentos em Ensino de Ciências**. v.10, n. 2, p. 59-69, 2015.

SOUZA, N. P. C.; VALENTE, J. A. S. Aprendizagem completamente dirigida versus aprendizagem minimamente dirigida. **Ciências e Cognição**. v. 19, n. 1, p. 76-85, 2014.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 8, n. 2, p. 1-21, 2008.

SUART, R. C. et al. A estratégia de laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura de ebulição e manifestação de habilidades cognitivas. **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 3, p. 200-207, 2010.

TRÓPIA, G.; CALDEIRA, A. D. Imaginário dos alunos sobre a atividade científica: reflexões a partir do ensino por investigação em aulas de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**. v. 2, n. 2, 2009.

TRÓPIA, G. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**. v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.

WILCOX, B. R.; LEVANDOWSKI, H. J. Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: insight from a survey of students' beliefs about experimental physics. **Physical Review Physics Education Research**. v. 13, n. 1, p. 010108(1) – 010108(9), 2017.

WILLINGHAM, D. T. **Porque os alunos não gostam da escola? Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula mais atrativa e efetiva**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

VASCONCELOS, C. et al. Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 3, p. 709-720, 2012.

ZÔMPERO, A. de F. et al. Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos anos iniciais em atividades investigativas: uma abordagem ausubeliana. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 8, n. 2, p. 116-125, 2013.

ZÔMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades de investigação na disciplina de ciência em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

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