

O ensino de ciências por investigação na promoção de habilidades cognitivas: uma revisão bibliográfica

Luana Rocha de Oliveira¹, Pedro Miranda Junior^{2*}

¹Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, câmpus São Paulo, São Paulo, Brasil. ²Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, câmpus São Paulo, São Paulo, Brasil. *pedro.mjr@ifsp.edu.br

Recebido em: 12/09/2023

Aceito em: 19/05/2024

Publicado em: 31/07/2024

<https://doi.org/10.29327/269504.6.1-36>

RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) é uma abordagem de ensino que instiga o estudante atuar como protagonista de sua aprendizagem, utilizando o conhecimento científico para resolução de problemas e tomada de decisões. Este trabalho, desenvolvido em uma abordagem qualitativa, tem por objetivo analisar potencialidades do EnCI na promoção do desenvolvimento de habilidades cognitivas em estudantes, a partir de uma revisão bibliográfica realizada com artigos coletados em cinco periódicos, no período de 2011 a 2020. Para realizar a coleta, utilizamos os termos “ensino and investig* and seq*” e “habilidades and cognitivas”, resultando em 74 artigos. Após leitura dos textos, selecionamos somente trabalhos empíricos que apresentam sequências investigativas, obtendo-se 32 artigos. Os trabalhos foram analisados com base na análise de conteúdo de Bardin, considerando as seguintes categorias: áreas específicas do conhecimento, público alvo, etapas das sequências investigativas, habilidades cognitivas, papel do professor, e avaliação. A análise evidenciou que o EnCI promove o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas; contudo características inerentes a esta abordagem, como avaliação e atitudes do professor, podem ser aprimoradas para potencializar ainda mais o desenvolvimento dessas habilidades.

Palavras-chave: Ensino de ciências por investigação. Habilidades cognitivas. Revisão Bibliográfica.

Teaching sciences by research in the promotion of cognitive skills: a bibliographic review

ABSTRACT

Inquiry-Based Science Teaching (EnCI) is a teaching approach that encourages students to act as protagonists in their learning, using scientific knowledge to solve problems and make decisions. This work, developed in a qualitative approach, aims to analyze the potential of the EnCI in promoting the development of cognitive skills in students, based on a bibliographical review carried out with articles collected in five journals, from 2011 to 2020. To carry out the collection, we used the terms “teaching and investigation* and seq*” and “skills and cognitive”, resulting in 74 articles. After reading the texts, we selected only empirical works that present investigative sequences, obtaining 32 articles. The works were analyzed based on Bardin's content analysis, considering the following categories: specific areas of knowledge, target audience, stages of the investigative sequences, cognitive skills, role of the teacher, and evaluation. The analysis showed that EnCI promotes the development of various cognitive skills; however, characteristics inherent to this approach, such as assessment and teacher attitudes, can be improved to further enhance the development of these skills.

Keywords: Inquiry-Based Science Teaching. Cognitive Skills. Literature Review.

INTRODUÇÃO

Uma educação transformadora busca formar alunos para o exercício da cidadania, possibilitando o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, tomada de decisões e resolução de problemas. O ensino por investigação estimula o aluno a utilizar o conhecimento científico para a resolução de problemas e proporciona momentos para o desenvolvimento das habilidades cognitivas (SUART; MARCONDES, 2008; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; ZÔMPERO et al., 2019).

O ensino por investigação é uma abordagem de ensino que não está somente centrada no aprendizado de conceitos, mas também na apropriação de procedimentos e atitudes (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, 2012; ZÔMPERO et al., 2017). Dentre as atitudes podemos destacar as habilidades cognitivas. No estudo realizado por Zômpero et al., (2017), os autores relacionam o desenvolvimento de habilidades cognitivas a partir do ensino por investigação e, por meio desta abordagem de ensino, o aluno estaria se preparando cognitivamente para lidar com problemas de sua vida como um todo, condição necessária de ser trabalhada dentro das escolas.

Sasseron (2015) e Solino et al., (2015) entendem o ensino por investigação como uma abordagem didática que se baseia na apresentação de problemas envolvendo questões da ciência e que permitem o entendimento de conceitos e práticas comuns à ciência. No entanto, apesar de seus benefícios, no Brasil, de acordo com Zômpero et al., (2017), o ensino por investigação ainda é pouco enfatizado nas práticas em sala de aula.

As etapas ou momentos presentes no ensino de investigação são discutidos por diferentes autores na literatura, com destaque para o trabalho de Rodríguez e León (1995). Neste trabalho, os autores apresentam dez momentos característicos que podem estar presentes no ensino por investigação: (1) escolha do objeto de estudo e do problema; (2) expressão das ideias dos alunos, elaboração de hipóteses; (3) planejamento da investigação; (4) novas informações; (5) interpretação dos resultados e conclusões; (6) comunicação dos resultados; (7) revisão e síntese; (8) aplicação a novas situações; (9) metacognição; (10) atuação no meio. Segundo esses autores, os cinco primeiros momentos são os mais recorrentes no ensino por investigação.

O ensino de ciências tem por objetivos, além do aprendizado de conceitos científicos, promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas como: observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, inferir, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar (ZÔMPERO et al., 2017).

Zoller e Tsaparlis (1997) classificam essas habilidades em dois tipos: Habilidades Cognitivas de Ordem Baixa (LOCS – do inglês *Low Level Cognitive Skills*) e Habilidades Cognitivas de Ordem Alta (HOCS – do inglês *High Level Cognitive Skills*). Para melhor compreensão das habilidades cognitivas, trazemos as definições de Zoller e Tsaparlis (1997, p. 118):

LOCS: Questões que requerem a simples recordação de conceitos geralmente em situações familiares ao do estudante ou que conseguem ser resolvidos com a simples resolução matemática, não muito complexa, que já foi anteriormente praticada pelo aluno.

HOCS: Questões quantitativas ou qualitativas que requerem mais do que a simples recordação do conceito ou resolução matemática, mas também habilidades de análise, síntese, resolução de problemas, fazer conexões e pensamento crítico avaliativo.

Para promover as HOCS é necessária uma modificação do método de ensino que permita que essas habilidades venham a ser desenvolvidas nos estudantes. Assim sendo, é importante que a avaliação seja orientada para o desenvolvimento das HOCS nos estudantes e os professores sejam capacitados para elaboração de problemas que permitam o desenvolvimento destas habilidades (ZOLLER; TSAPARLIS, 1997).

Um dos objetivos do ensino de ciências é promover a aprendizagem de conceitos científicos. Nesse sentido, Zômpero et al., (2017) apontam que o ensino por investigação no ensino de ciências pode ser uma das estratégias que permita não só o desenvolvimento de conceitos, mas também o de habilidades cognitivas nos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) discute a importância do ensino por investigação na formação dos cidadãos, destaca que são poucas as pessoas da sociedade que aplicam conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de problemas cotidianos e, por isso, propõe que estudantes se aproximem dos instrumentos de investigações como: identificar problemas; formular questões; propor e testar hipóteses; elaborar argumentos; utilizar instrumentos de medida; avaliar; e comunicar conclusões. A BNCC enfatiza ainda a importância de promover o protagonismo dos estudantes, por meio do uso de problemas abertos e contextualizados (BRASIL, 2017).

Diante deste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar potencialidades do ensino de ciências por investigação na promoção do desenvolvimento de habilidades cognitivas em estudantes, a partir de uma revisão bibliográfica realizada com artigos coletados em cinco periódicos nacionais, no período de dez anos, de 2011 a 2020.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma abordagem qualitativa do tipo bibliográfico. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa é descritiva e os dados são construídos no ambiente em que se dá a pesquisa, sendo o investigador o instrumento principal para o recolhimento e interpretação desses dados. A pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2008), é produzida a partir de materiais já elaborados e os dados são fornecidos por textos com caráter analítico.

Para realizar esse trabalho consideramos indicações sobre estudos de revisão sistemática da literatura, descritas por Vosgerau e Romanowski (2014). Segundo essas autoras, esses estudos “[...] partem de uma questão central de pesquisa, bem delimitada, e buscam identificar pesquisas que utilizam fontes primárias que procuraram responder o mais próximo possível da questão formulada pelo pesquisador” (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014, p. 176).

A revisão bibliográfica apresentada neste trabalho foi realizada a partir da análise de artigos científicos publicados em cinco periódicos nacionais durante um período de dez anos, de 2011 a 2020. A escolha dos periódicos se deu pelos seguintes motivos: pelo elevado impacto dessas revistas na área de Ensino de Ciências; por abarcar publicações nacionais; e pela disponibilização gratuita. Os periódicos utilizados foram: *Ciência & Educação* (ISSN 1980-850X - Qualis A1); *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (ISSN 1983-2117 - Qualis A1); *Investigações em Ensino de Ciências* (ISSN 1518-8795 Qualis A1); *Revista Ciências & Ideias* (ISSN 2176-1477 - Qualis A3); e *Experiência em Ensino de Ciências* (ISSN 1982-2413 - Qualis B1).

Durante a coleta de dados, utilizamos o próprio site do periódico; entretanto, para acessar os artigos das revistas *Ciência & Educação* e *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* utilizamos o indexador *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Foram realizadas duas buscas, a primeira utilizando os termos: “ensino and investig* and seq*” e a segunda os termos “habilidades and cognitivas”, resultando em 62 e 12 artigos, respectivamente.

Para selecionar os artigos utilizamos como critério de inclusão: trabalhos empíricos contendo aplicação de sequência didática investigativa (SDI) ou sequência de ensino investigativo (SEI) que tratavam ou não de habilidades cognitivas. Após leitura dos 74 trabalhos coletados nas cinco revistas, selecionamos aqueles que atenderam o critério de inclusão, obtendo-se 32 artigos, o *corpus* de dados desta pesquisa.

Os artigos selecionados foram analisados com base nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011). Após leitura dos textos na íntegra, procedeu-se à elaboração de unidades de registro com os temas “ensino por investigação” e “habilidades cognitivas”, em que foram avaliados não somente o signo, mas também seu significado.

Por fim, foram elaboradas categorias que permitissem o estudo dos trabalhos selecionados com o objetivo de analisar as potencialidades do ensino por investigação na promoção do desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos estudantes. Segundo Bardin (2011) as categorias devem estar de acordo com as intenções da investigação, de modo a responder ou dar subsídio às questões do analista. No Quadro 1 são apresentadas as categorias de análise e seus descritores.

Quadro 1 – Categorias de Análise.

Categorias	Descritores
I – Áreas específicas do conhecimento	Descreve a área específica do conhecimento em que as investigações foram pautadas.
II - Público alvo	Refere-se ao nível educacional dos alunos participantes das atividades investigativas.
III – Momentos/Etapas das sequências investigativas	Descreve quais momentos/etapas estão presentes nas sequências investigativas.
IV - Habilidades Cognitivas	Indica as habilidades cognitivas que podem ser desenvolvidas por meio do ensino por investigação.
V – O papel do Professor	Identifica quais atitudes do professor permitem o desenvolvimento de habilidades cognitivas.
VI - Avaliação	Descreve se a avaliação busca identificar o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos.

Fonte: Autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para organizar a análise, elaboramos uma planilha com informações relevantes extraídas de cada um dos 32 artigos identificados com os códigos de A01 a A32. No Quadro 2 apresentamos os artigos selecionados nos cinco periódicos.

Quadro 2 – Artigos Selecionados para análise.

Periódico	Artigo	Código
Ciência & Educação (C&E)	RATZ, Sofia Valeriano Silva; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia . v. 22, p. 951-973, 2016.	A01
	ZOMPERO, Andreia de Freitas; FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio; GARBIM, Tiago Henrique. Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental . v. 23, p. 659-676, 2017.	A02

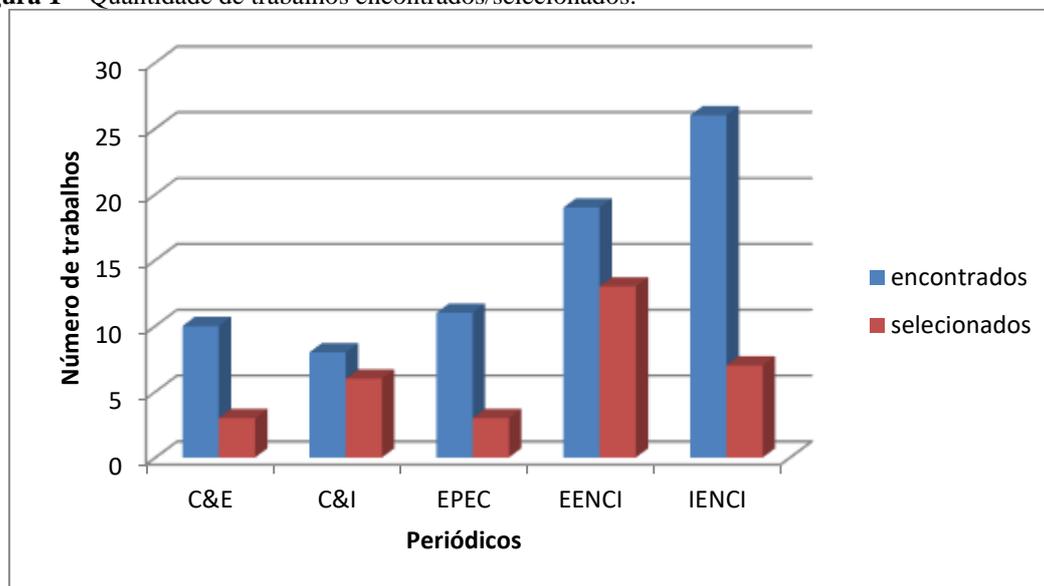
	MORAES, Tatiana Schneider Vieira de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. v. 23, p. 941-961, 2017.	A03
Revista Ciências e Ideias (C&I)	ARAÚJO, Renato Santos et al. As Leis de Newton e do Trânsito em uma Sequência de Ensino Investigativa Com Enfoque CTS, v. 8, n. 1, p. 227-236, 2017.	A04
	NUNES, Teresa da Silva; CASTRO, Rafael Gil de; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Os diferentes gêneros textuais e a promoção da alfabetização científica: análise de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. v. 9, n. 2, p. 155-169, 2018.	A05
	BONISSON, Sara; FERREIRA, Luciana Bastos; JUNIOR, Nelson Menolli. Sequência de ensino investigativa sobre antibióticos baseada em competências e habilidades do PISA. v. 10, n. 2, p. 231-253, 2019.	A06
	NERY, Gladson Lima; DA SILVA MALHEIRO, João Manoel; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Contribuições das interações discursivas de etapas de experimentação investigativa em um clube de ciências. v. 11, n. 1, p. 68-92, 2020.	A07
	ARAÚJO, Renato Santos et al. Aplicando propostas estruturadas de ensino investigativo com enfoque CTS em novos contextos. v. 9, n. 3, p. 252-268, 2019.	A08
	CARNEIRO, João da Silva et al. Análise do uso de uma sequência de ensino investigativo sobre alcoóis em turmas do 3º ano do ensino médio. v. 11, n. 3, p. 26-37, 2020.	A09
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC)	MIRANDA, Mayara de Souza; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cássia. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. v. 17, p. 555-583, 2015.	A10
	BRITO, Liliâne Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. v. 18, p. 123-146, 2016.	A11
	SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. v. 20, p. 1-28, 2018.	A12
Experiência em Ensino de Ciências (EENCI)	VINTURI, Erik Flavio et al. Sequências didáticas para a promoção da alfabetização científica: relato de experiência com alunos do ensino médio. v. 9, n. 3, p. 11-25, 2014.	A13
	SPERANDIO, Maria Regina da Costa et al. O ensino de ciências por investigação no processo de alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. v. 12, n. 4, p. 1-17, 2017.	A14
	BORGES, Thelma Duarte Brandolt; LIMA, Valderez Marina do Rosário. O educar pela pesquisa como alternativa pedagógica para o ensino de ciências na educação de jovens e adultos. v. 12, n. 5, p. 157-176, 2017.	A15
	SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; DEL PINO, José Cláudio. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. v. 12, n. 5, p. 177-195, 2017.	A16
	FRANCO, Luiz Gustavo; SOUTO, Kely Cristina Nogueira; MUNFORD, Danusa. Articulações entre práticas investigativas, conceitos científicos e tomada de decisão: estudando o mico-estrela nos anos iniciais do ensino fundamental. v. 13, n. 3, p. 01-18, 2018.	A17
	MOURA, Jullyanna Cabral de; PORTO, Marcelo Duarte; CUNHA, Héliida Ferreira da. O uso de desenhos para verificar a aprendizagem de	A18

	estudantes sobre o Cerrado. v. 13, n. 3, p. 86-95, 2018.	
	PARMA, Marivaldo; BRUGNAGO, Eduardo Luís; BELLUCCO, Alex. Replanejando uma sequência de ensino investigativa sobre conservação da energia. v. 13, n. 5, p. 92-114, 2018.	A19
	BRITO, Liliâne Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.	A20
	FERNANDES, Caroline Gomes; SUART, Rita de Cássica; SOUZA, Josefina Aparecida de. A produção de textos como recurso metodológico para resolução de problemas nas aulas de química orgânica, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2019.	A21
	COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Sequência de ensino investigativo em um clube de ciências: o problema da água que não derrama. v. 14, n. 1, p. 378-390, 2019.	A22
	ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; MALHEIRO, João Manoel da Silva. A experimentação investigativa como possibilidade didática no ensino de matemática: o problema das formas em um clube de ciências. v. 14, n. 1, p. 391-405, 2019.	A23
	ZANATTA, Ronnie Petter Pereira; FERNANDES, Eliane Cristina. O ensino de solos no ensino fundamental por meio de uma sequência didática investigativa, v. 14, n. 3, p. 530-540, 2019.	A24
	ROCHA, Lorraine dos Santos; FERREIRA, Juliana Simião. Atividades investigativas no ensino de ciências: insetos aquáticos e a poluição dos rios. v. 15, n. 1, p. 242-257, 2020.	A25
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	CARMO, Alex Bellucco de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Múltiplas linguagens e a matemática no processo de argumentação em uma aula de física: análise dos dados de um laboratório aberto. v. 17, n. 1, p. 209-226, 2016.	A26
	FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. v. 22, n. 1, pp. 42 - 60, 2017.	A27
	LAGO, Leonardo; ORTEGA, José Luís; MATTOS, Cristiano. A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua, v. 24, n. 1, pp. 239 - 260, 2019.	A28
	COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Habilidades cognitivas em processos formativos de professores da educação básica na aprendizagem baseada em problemas. v. 24, n. 2, pp. 163 - 180, 2019.	A29
	MALHEIRO, João Manoel da Silva; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. Processo Comunicativo em um Curso de formação de professores: uma análise baseada nos princípios argumentativos de perelman e olbrechts-tyteca, v. 25, n. 1, pp. 306 - 328, 2020.	A30
	SIQUEIRA, Hadriane Cristina Carvalho; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Interações sociais e autonomia social e autonomia moral em atividades investigativas desenvolvidas em um clube de ciências. v. 25, n. 2, pp. 163 - 197, 2020.	A31
	FLORENTINO, Carla Patricia Araújo; JUNIOR, Pedro Miranda. Adulteração do leite: uma proposta investigativa vivenciada por um grupo de estudantes surdos na perspectiva bilíngue. v. 25, n. 3, p. 1-21, 2020.	A32

Na Figura 1 são apresentados os quantitativos de trabalhos encontrados e de trabalhos selecionados, publicados no período de 2011 a 2020, para os cinco periódicos:

Ciência & Educação (C&E), Revista Ciências & Ideias (C&I), Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC), Experiência em Ensino de Ciências (EENCI), e Investigações em Ensino de Ciências (IENCI).

Figura 1 – Quantidade de trabalhos encontrados/selecionados.



Fonte: Autoria própria.

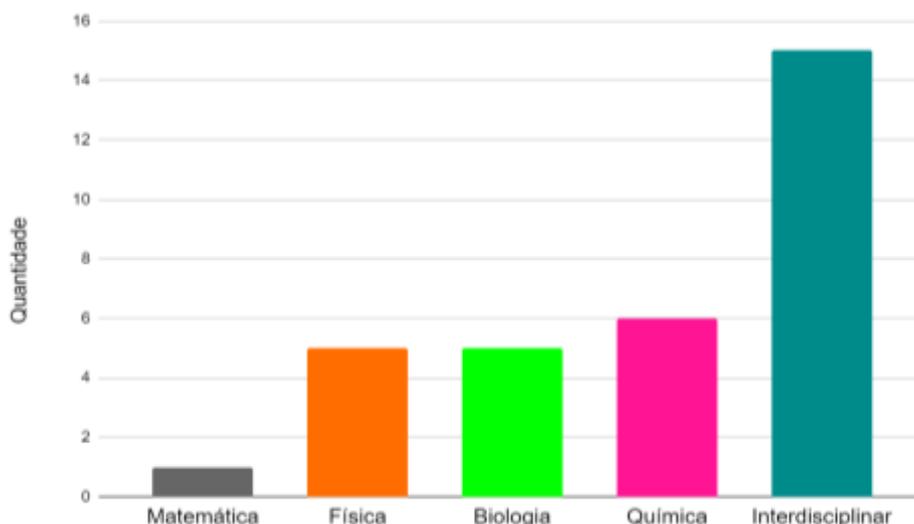
Na Figura 1 observamos que os periódicos IENCI e EENCI são aqueles que apresentam maior quantidade de artigos encontrados e selecionados para realização deste trabalho, juntos compreendem acima de 60% das 32 produções selecionadas. Esses dois periódicos têm como principal foco o Ensino de Ciências, sendo o EENCI direcionado à divulgação de pesquisas aplicadas em situações de ensino e aprendizagem e o IENCI para publicação de trabalhos de natureza empírica ou teórica na área de ensino/aprendizagem em Ciências.

Para analisar as potencialidades do ensino por investigação na promoção do desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos estudantes, apresentamos os resultados por categorias de análise.

Categoria I

De acordo com as áreas específicas do conhecimento, os artigos foram agrupados nas seguintes áreas de ensino: química, física, biologia, matemática e interdisciplinar. Foram agrupados na área interdisciplinar artigos que englobam mais de uma disciplina. A Figura 2 apresenta a quantidade de artigos em função da área do conhecimento.

Figura 2 – Áreas específicas do conhecimento.



Fonte: Autoria própria.

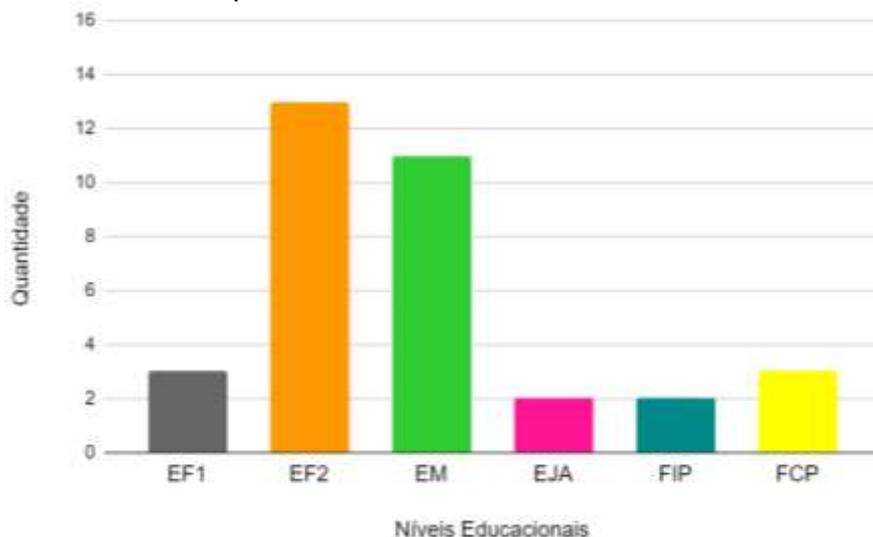
A Figura 2 revela-nos que o ensino por investigação é elegível para qualquer área do conhecimento; independentemente da disciplina, essa abordagem de ensino pode e deve ser utilizada. O maior número de trabalhos encontrados na área interdisciplinar deve-se às características do problema no ensino por investigação. Por se tratar de problemas abertos, que no primeiro momento não possuem resposta e necessitam de empenho para sua resolução, podem abarcar diferentes vieses, como conhecimentos químicos, biológicos, físicos, matemáticos ou todos eles.

Segundo Thiesen (2008), a interdisciplinaridade busca responder a uma visão fragmentada sobre o processo de produção e socialização do conhecimento científico, rompendo com a fragmentação das disciplinas das ciências e do conhecimento. Portanto, preparar alunos para resolver problemas da vida real, não significa restringi-los somente a conhecimentos de uma ciência específica, melhor seria se fosse possível relacioná-las, para assim ampliar o conhecimento sobre o todo.

Categoria II

Em relação ao nível educacional do público-alvo dos participantes das pesquisas reportadas nos trabalhos analisados (Figura 3), os artigos foram agrupados em cinco níveis, a saber: ensino fundamental – séries iniciais (EF1), ensino fundamental – séries finais (EF2), – ensino médio (EM), educação de jovens e adultos (EJA), formação inicial de professores (FIP) e formação continuada de professores (FCP).

Figura 3 – Nível educacional do público alvo.



Fonte: Autoria própria.

A maioria dos trabalhos desenvolveu sequências ou atividades investigativas somente para um nível educacional; no entanto dois trabalhos apresentaram sequências didáticas para dois diferentes níveis, justificando a quantidade total de 34 trabalhos na Figura 3. Na leitura desta figura é possível perceber como o ensino por investigação é democrático, à medida que se aplica a diferentes níveis de ensino, indo desde as séries iniciais do ensino fundamental até a formação continuada de professores. Essa abordagem de ensino não se restringe a um único nível escolar, por estar pautada na resolução de problemas. Independente do grau de escolaridade, problemas sempre podem ser abordados no ensino; logicamente, a situação a ser investigada deve ter grau de abertura e dificuldade adequadas para o ano de escolaridade escolhido.

O Ensino Fundamental II foi o nível que apresentou maior quantitativo de trabalhos, evidenciando como é possível a aplicação de sequências de ensino investigativas até mesmo com alunos mais jovens. Isso é possível quando o professor busca atividades adequadas ao nível de escolaridade, que abarque temas pertinentes de acordo com o grau de abertura do problema adequado, conforme proposto por Carvalho (2006).

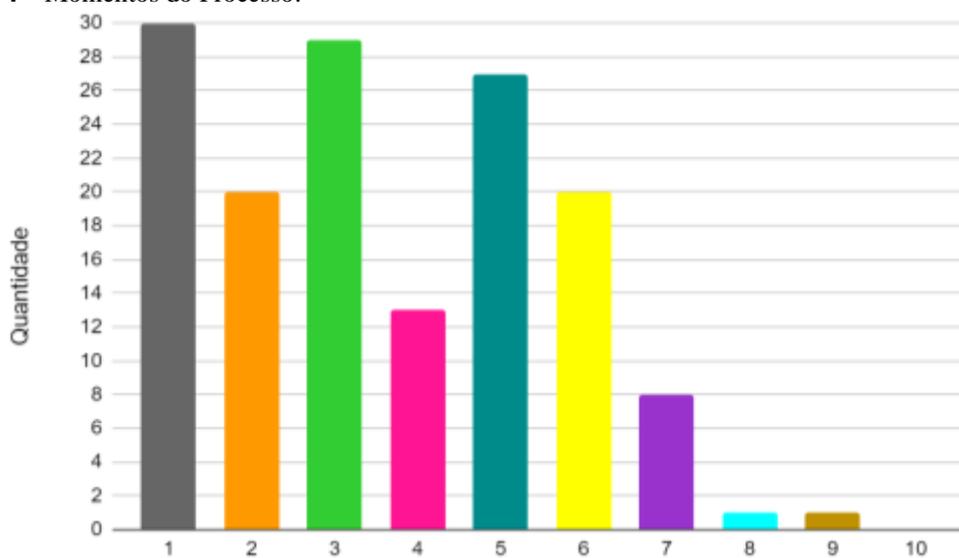
O Ensino Médio também teve destaque no quantitativo de trabalhos; talvez isso ocorra pelo fato da inserção das disciplinas de biologia, química e física. Aqui é introduzida um pouco da lógica do que é fazer ciência, que também envolve a resolução de problemas; o objetivo não é formar minicientistas, mas sim permitir que os alunos tenham contato com essa abordagem e desenvolvam habilidades (CARVALHO, 2013).

Categoria III

Nesta categoria busca-se identificar quais dos dez momentos do processo característicos do ensino por investigação, descritos por Rodríguez e León (1995), foram evidenciados nos trabalhos analisados como importantes para realização do EnCI. Esses momentos consistem em diferentes propostas para desenvolver o ensino por investigação, também denominados como etapas de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) ou de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

Na Figura 4 são apresentados os dez momentos com as respectivas quantidades de trabalhos analisados que os evidenciaram, na qual observamos que os seis primeiros momentos foram os mais recorrentes nos artigos analisados, enquanto os três últimos momentos foram pouco evidenciados.

Figura 4 – Momentos do Processo.



Fonte: Autoria própria.

Dos 32 trabalhos analisados, 30 evidenciaram o momento 1 (escolha do objeto de estudo e do problema) para definição, discussão e formulação do tema e do problema a ser estudado. O problema pode ser de nível conceitual, buscando compreender algum conceito científico ou de nível social que diz respeito à realidade dos alunos. Trata-se de problemas que requerem empenho para sua resolução, não a simples recordação de conceitos. O professor geralmente inicia a aula apresentando o problema e no decorrer retoma a mesma pergunta feita no início, pois o problema irá orientar toda a prática realizada pelos alunos.

O momento 2 (expressão das ideias dos alunos, elaboração de hipóteses) foi encontrada em 20 trabalhos, momento em que os alunos explicitam suas opiniões e, com base nos conhecimentos prévios, propõem uma resposta ao problema formulado. Mesmo que a resposta fornecida esteja muito longe da resposta esperada, ela se faz importante, pois a partir dessa hipótese os alunos farão testes para confirmá-la ou refutá-la. Segundo Zômpero e Laburú (2012), nas atividades investigativas é possível que os alunos apresentem certas dificuldades em formular hipóteses, fruto do pouco contato com essa abordagem de ensino, mas mesmo assim essa habilidade deve ser estimulada.

O momento 3 (planejamento da investigação) refere-se à etapa que inclui as estratégias que os alunos utilizarão para resolver o problema; ela pode ser definida pelo professor ou pelos próprios alunos. Este momento está presente em 29 dos artigos analisados. Aqui são incluídas diferentes estratégias, tais como experimentos em laboratório, pesquisas na internet, entrevistas, observação do ambiente, entre outras. Apesar de muitas atividades investigativas serem experimentais, Gil Pérez et al. (1999) afirmam que não se deve reduzir a investigação ao trabalho experimental, colocando obstáculos a outras metodologias que podem ser utilizadas no ensino por investigação.

O momento 4 (nova informação) está relacionado à coleta de dados, à aplicação de instrumentos de investigação e à interação de novas informações com aquelas pré-existentes, tendo como apoio o uso dos conhecimentos prévios dos estudantes; esse momento foi encontrado em 13 trabalhos.

O momento 5 (interpretação dos resultados e conclusões), presente em 27 trabalhos, refere-se à etapa de interpretação dos dados, relacionando-os com as hipóteses e com o corpo teórico. É nesse instante que os alunos apresentarão suas conclusões, ou seja, uma resposta ao problema, com justificativas sobre como fizeram para chegar àquela resposta. As conclusões podem ser feitas de forma individualizada ou em grupos de alunos e expressas de forma oral e/ou por escrito.

O momento 6 (expressão e comunicação dos resultados) foi evidenciado em 20 trabalhos, em que os alunos socializaram os resultados com toda a turma, etapa que permite que cada aluno compartilhe os conhecimentos alcançados com os demais colegas, enriquecendo ainda mais o aprendizado.

É importante enfatizar que uma sequência investigativa não precisa necessariamente contemplar todos os dez momentos/etapas para ser considerada investigativa; no entanto, a compreensão desses momentos pode orientar o trabalho do

professor e dos alunos durante a atividade e podem inclusive estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Categoria IV

A categoria habilidades cognitivas visa identificar quais habilidades são possíveis de serem alcançadas por meio do ensino por investigação. Das 32 produções analisadas, somente 6 trabalhos tiveram em seus objetivos a promoção do desenvolvimento de habilidades cognitivas, descrevendo as habilidades atingidas durante a SDI/SEI. Outros 25 trabalhos não tiveram como foco principal o desenvolvimento dessas habilidades, mas seus autores citam algumas habilidades cognitivas e somente 1 trabalho não citou nenhuma das habilidades cognitivas.

A partir desses dados é possível perceber que o número de pesquisas que correlacionam o ensino por investigação ao desenvolvimento de habilidades cognitivas ainda é muito baixo. Ainda assim essas habilidades estão sendo desenvolvidas, mesmo de forma não planejada.

Nesta categoria, apresentamos as habilidades que de fato foram alcançadas segundo os próprios autores dos respectivos trabalhos analisados. No Quadro 3 são apresentadas as quantidades de trabalhos para cada uma das 16 habilidades cognitivas citadas no conjunto dos artigos analisados; também são apresentadas a classificação das habilidades nos tipos HOCS ou LOCS, termos propostos por Zoller e Tsaparlis (1997).

Quadro 3 – Habilidades cognitivas atingidas segundo autores desses trabalhos.

Habilidades Cognitivas	Tipo	nº de trabalhos
1. Elaborar hipóteses: com base em conhecimentos prévios elaborar previsões para resolução do problema.	HOCS	20
2. Concluir ou resolver o problema: elaborar conclusão com base na investigação que busque responder ou resolver o problema.	HOCS	19
3. Argumentar: apresentar uma visão, baseada em ideias ou razões lógicas para defender um pensamento.	HOCS	11
4. Estabelecer relações causais: identificar o motivo de algum acontecimento.	LOCS	9
5. Recordar dados e informações: relembrar conhecimentos que podem ser úteis para resolução do problema.	LOCS	8
6. Coletar e interpretar dados: coletar e interpretar dados importantes para resolução do problema.	HOCS	8
7. Observar: observação atenta captando as informações que serão importantes para resolução do problema.	LOCS	8
8. Pensar criticamente: não aceitar qualquer ideia sem antes analisar as ideias por trás dela, pensar sobre os fatos para gerar julgamentos.	HOCS	5

9. Aplicar fórmulas ou conceitos: aplicar fórmulas ou conceitos para resolver o problema.	LOCS	3
10. Comparar: estabelecer relações de semelhança e disparidade.	LOCS	3
11. Sequenciar: sequenciar informações de acordo com critérios.	LOCS	3
12. Generalizar: transpor os conhecimentos adquiridos na investigação para outras situações-problemas.	HOCS	2
13. Selecionar informações: selecionar informações relevantes que contribuirão para resolução do problema.	HOCS	3
14. Classificar: agrupar coisas ou informações de acordo com critérios estabelecidos.	LOCS	2
15. Planejar: estabelecer etapas da investigação.	HOCS	1
16. Estabelecer critérios: identificar quais foram os padrões, delimitações e parâmetros estabelecidos durante a investigação.	HOCS	1

Fonte: A autoria própria.

Dentre as habilidades cognitivas elencadas, destacamos aquelas mais recorrentes nos trabalhos analisados, que são as sete primeiras indicadas no Quadro 3.

Elaborar hipóteses, habilidade presente em 20 trabalhos, consiste em levantar hipóteses para resolver o problema, que podem ser verdadeiras ou não, mas que sejam possíveis de verificar. Para desenvolver hipóteses o aluno precisa fazer previsões e imaginar como seria o processo de resolução do problema a partir dessa hipótese. A hipótese direcionará o processo de investigação, por isso não se trata de uma tarefa fácil e pode ser classificada como HOCS.

Concluir ou resolver um problema, a segunda habilidade mais encontrada nos trabalhos analisados, pode ser classificada como HOCS. É uma habilidade comumente realizada ao final da investigação, em que o aluno apresenta uma conclusão que pode ou não solucionar o problema. A conclusão geralmente é feita na forma de texto ou falada, individual ou em grupo, na qual os alunos precisam desenvolver sua capacidade de síntese, buscando responder o problema inicial a partir dos aprendizados adquiridos no processo de investigação.

Argumentar, habilidade classificada como HOCS, consiste em apresentar uma visão, baseada em ideias ou razões lógicas para defender um pensamento, foi encontrada em 11 trabalhos. Já a habilidade estabelecer relações causais, definida como um ato de identificar que um determinado fenômeno é consequência de outro, pode ser classificada como LOCS; pois identificar que dois fatos estão interligados é uma tarefa que pode ser considerada de média complexidade, habilidade presente em 9 trabalhos.

A habilidade recordar dados e informações, encontrada em 8 trabalhos, foi considerada LOCS à medida que não exige grandes esforços do estudante, apenas o ato

de lembrar. Nos trabalhos analisados é muito comum que essa habilidade seja exigida logo no início da aula, no momento de retomar os conhecimentos prévios dos alunos.

A habilidade coletar e interpretar dados, presente em 8 trabalhos, pode ser classificada como HOCS. Nessa habilidade o aluno deve ser capaz de identificar quais dados e variáveis podem contribuir para resolução do problema, para daí então coletá-los e trazer significado para eles. Observar, por outro lado, classificada como LOCS, apesar de ser uma habilidade que demanda um nível cognitivo mais baixo, ela é de fundamental importância, pois é através da observação que será possível coletar dados e informações importantes para resolução do problema.

Deve-se salientar que apesar de classificar as habilidades nos tipos LOCS e HOCS, isso não significa que ela seja igual para todos os alunos; segundo Zoller e Tsaparlis (1997) o que são LOCS para uns podem ser consideradas HOCS para outros e o contrário também se aplica. A classificação das habilidades entre LOCS e HOCS não deve ser considerada como definitiva, pois depende das experiências dos pesquisadores/professores vivenciadas no Ensino de Ciências. As habilidades podem ser adaptadas de acordo com o contexto de cada sala de aula, cabendo ao professor avaliar qual é o nível cognitivo de uma determinada habilidade para seu aluno e trabalhá-la de forma pertinente.

Nos trabalhos analisados foi possível perceber a correlação existente entre as habilidades mais recorrentes evidenciadas nessas produções com os dez momentos do processo do ensino por investigação descritos por Rodríguez e León (1995) e também detalhado no trabalho de Zômpero e Laburú (2011).

Categoria V

Esta categoria foi proposta para analisar ações do professor no ensino por investigação que promovam o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. As atitudes do professor em sala de aula durante uma atividade investigativa, apresentadas no Quadro 4, foram levantadas em 24 dos trabalhos analisados, que podem, em maior ou menor grau, contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Quadro 4 – Atitudes do professor para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Atitudes do professor	nº de trabalhos
Fazer perguntas	17
Atuar como mediador	12

Instigar a fala e a participação dos alunos	11
Levantar os conhecimentos prévios	11
Orientar os alunos	7
Não fornecer respostas	6
Sistematizar os conhecimentos	7

Fonte: Autoria própria.

A atitude do professor mais citada é fazer perguntas, estratégia utilizada em diferentes etapas da investigação, mas com destaque já no início como forma de estimular o interesse dos estudantes em resolver o problema proposto. Sobre o papel do professor no ensino investigativo, os autores afirmam de forma explícita que o professor atua como mediador, segunda atitude mais citada; portanto, em atividades investigativas, o docente não é o detentor do conhecimento, ele considera as falas dos alunos, conduz os alunos para que atinjam os objetivos de aprendizagem, permitindo assim que os alunos atuem como protagonistas de seu aprendizado.

A atitude instigar a fala e a participação de todos possibilita que os alunos durante o diálogo em sala expressem seus conhecimentos. Ao levantar os conhecimentos prévios, quarta atitude mais citada, o professor conseguirá direcionar a investigação para que novos conhecimentos sejam construídos.

Em muitos momentos o professor atua orientando os alunos sobre como as atividades podem ser realizadas e, em outros, esclarece dúvidas que surjam no caminho. Aqui vale uma ressalva: apesar de orientar e tirar dúvidas, o professor intervém em situações de indecisão e falta de consenso, mas não fornece respostas, principalmente se forem relacionadas ao problema principal, já que a resposta ao problema não deve ser de conhecimento do aluno, para que ele possa se empenhar em resolvê-lo.

O número baixo de trabalhos que apresenta a atitude não fornecer respostas indica um dilema em que o professor tem dificuldade em deixar que os próprios alunos, sozinhos ou com apenas algumas orientações, encontrem o caminho para resolução da situação-problema. Nessa atitude não significa que o professor não deva orientar ou fornecer explicações, porém o professor não deve fornecer respostas ao problema principal da investigação, do contrário a investigação não seria necessária.

É comum que ao final da atividade investigativa o professor sistematize o conhecimento construído durante o processo da investigação, recapitulando todos os momentos realizados pelos alunos, de modo a conectar esses momentos com as aprendizagens desenvolvidas.

As atitudes tomadas pelo professor são de fundamental importância para que o ensino por investigação promova habilidades cognitivas. Não basta apenas utilizar a abordagem de ensino e deixar que ela mesma desenvolva essas habilidades nos alunos, existem atitudes que o professor pode tomar para potencializá-las.

Categoria VI

Esta categoria diz respeito à avaliação, instrumento fundamental no processo de ensino e aprendizagem, pois comunica o que de fato deseja-se que o aluno aprenda. Esta categoria busca compreender como foi feita a avaliação dos alunos nos trabalhos analisados e se os métodos avaliativos exigiram habilidades LOCS ou HOCS.

Identificamos que 30 trabalhos apresentaram algum tipo de avaliação, ou seja, a maioria das produções analisadas. No ensino tradicional, normalmente, a função da avaliação é identificar a aquisição de conceitos. Já em aulas investigativas consideramos que a avaliação vai além da verificação da aprendizagem de conceitos, tem função de investigar o desenvolvimento e/ou aprimoramento de habilidades cognitivas.

Dos artigos que reportaram o uso da avaliação, somente seis relacionaram avaliações com desenvolvimento de habilidades cognitivas, cerca de 20% dos trabalhos analisados. Nestes trabalhos os autores buscaram identificar se os alunos desenvolveram habilidades cognitivas do tipo LOCS ou HOCS. Acreditar que o ensino por investigação por si só provocará mudanças não é suficiente; também são necessárias mudanças nos métodos de avaliação, e estes devem ser coerentes com a abordagem de ensino de modo a aferir LOCS e HOCS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados sobre o tema de pesquisa é possível perceber que o ensino por investigação é elegível para qualquer nível educacional e área do conhecimento e proporciona, além da aprendizagem de conhecimentos científicos, o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Na análise dos trabalhos constatamos que o ensino por investigação possibilitou o desenvolvimento de 16 habilidades cognitivas diferentes, sendo elas: elaborar hipóteses; concluir ou resolver um problema; coletar e interpretar dados; observar; recordar dados e informações; generalizar; aplicar fórmulas e conceitos; pensar criticamente; comparar; sequenciar; classificar; planejar; estabelecer relações causais; argumentar; estabelecer

critérios; selecionar informações. Essas habilidades são encontradas em maior ou menor grau nos 32 trabalhos analisados.

Apesar de se mostrar favorável, esta abordagem de ensino por si só não é suficiente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos. A metodologia empregada, a avaliação e as atitudes do professor são peças fundamentais para que os objetivos do ensino por investigação sejam alcançados.

A partir da revisão bibliográfica foi possível perceber que são necessários momentos em uma sequência didática para que o ensino por investigação ocorra. Esses momentos podem ser bem definidos, ou não, mas de alguma forma denotam ao professor quais habilidades podem ser trabalhadas durante as atividades. As etapas ou momentos mais presentes em uma sequência didática investigativa, considerando os 32 trabalhos analisados, foram: escolha do objeto de estudo e do problema; elaboração de hipóteses; planejamento da investigação; e interpretação dos resultados e conclusões. Lembramos que as atividades investigativas não precisam seguir necessariamente essa ordem.

Apenas seis trabalhos analisados apresentaram avaliações que possibilitam identificar o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, o que mostra o quanto ainda é necessário estimular o desenvolvimento de avaliações voltadas para a aferição de habilidades LOCS e HOCS. A prática docente precisa estar em congruência com os objetivos de aprendizagem e a avaliação; por isso, se quisermos um ensino que estimule o desenvolvimento de habilidades cognitivas, precisamos de uma avaliação que também exija isso.

O papel do professor durante o ensino investigativo é fundamental, pois durante a revisão bibliográfica foi possível identificar que existem atitudes tomadas pelos professores que podem favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como: fazer perguntas; agir como mediador; levantar os conhecimentos prévios; orientar os alunos; não fornecer respostas; instigar a fala e participação de todos; sintetizar; motivar.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 19 jun. 2024.

CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: GATICA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (Ed). **Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos e propuestas**. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, p. 73-90, 2006.

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

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GIL PÉREZ, D.; FURIÓ-MAS, C.; VALDÉS CASTRO, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; GUIASOLA ARANZABAL, J.; GONZÁLEZ, E. M.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. «¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?». **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

RODRÍGUEZ, J. J. G.; LEÓN, P. C. L. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación en la Escuela**, n. 25, p. 5-16, 1995.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L.H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. Uberlândia/MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015. Uberlândia/MG. **Caderno de Resumos**. Uberlândia: SNEF, 2015. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.

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, 2008.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, p. 545-554, 2008.

VOSGERAU, D.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

ZOLLER, U.; TSAPARLIS, G. Higher and Lower-Order Cognitive Skills: the Case of Chemistry. **Research In Science Education**, v. 1, n. 27, p. 117-130, 1997.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividade Investigativa no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-88, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de Atividade Investigativa na Disciplina de Ciências em Escola Pública: uma Experiência Didática. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

ZÔMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 419-436, 2017.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, M. T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 200-211, 2019.