



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

PAULO VENANCIO DE SOUZA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DO ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO:  
PESQUISAS NO CONTEXTO DA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

---

Londrina  
2019

PAULO VENANCIO DE SOUZA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DO ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO:  
PESQUISAS NO CONTEXTO DA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana A. Bologna Soares de Andrade.

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Souza, Paulo Venancio de.

Estudo exploratório do Ensino por Investigação : pesquisas no contexto da Física do ensino médio / Paulo Venancio de Souza. - Londrina, 2019.  
102 f. : il.

Orientador: Mariana A. Bologna Soares de Andrade.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Ensino por Investigação - Tese. 2. Ensino de Física - Tese. 3. Aprendizagem de Física - Tese. 4. Estudo exploratório - Tese. I. Andrade, Mariana A. Bologna Soares de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

PAULO VENANCIO DE SOUZA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:  
PESQUISAS NO CONTEXTO DA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Mariana A. Bologna Soares  
de Andrade  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Lucia Helena Sasseron  
Universidade de São Paulo - USP

---

Profa. Dra. Andréia de Freitas Zômpero  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 22 de fevereiro de 2019.

A Deus, por tudo que tenho na minha vida e por Ele ser fonte da minha esperança na luta por um mundo melhor.

A você Ana Paula, por ser minha esposa, e por sempre estar ao meu lado.

A vocês João e Estelita, por serem pais maravilhosos, fonte de inspiração e espelhos de vida.

Nunca deixe de acreditar em seus sonhos, persista, pois todos nós somos capazes.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo que tenho em minha vida e por ser ele a fonte da minha esperança na luta por um mundo melhor. Mundo este no qual o amor seja pleno e a paz soberana.

À minha orientadora Profa. Dra. Mariana A. Bologna Soares de Andrade, uma pessoa maravilhosa que Deus colocou em minha vida, à qual sou muito grato não só pela elaboração deste trabalho, mas também pela amizade que construímos ao longo desta jornada.

Às professoras Andréia de Freitas Zômpero e Lúcia Helena Sasseron, por aceitarem meu convite, compondo a banca de avaliação deste trabalho. Também pelas sugestões dadas na qualificação, que nos ajudaram a estruturar e direcionar melhor nossa proposta de pesquisa.

À Fundação CAPES, pela concessão de bolsa durante estes 24 meses, nos quais me dediquei exclusivamente a esta pesquisa.

Em especial, aos meus pais João e Estelita. Estes são os meus eternos espelhos de vida aqui na Terra, são o meu porto seguro, os que sempre deram a vida por mim. Muito feliz por ter vocês em minha vida. O amor que sinto por vocês é eterno.

À minha esposa Ana Paula, por ser a companheira que escolhi para viver até os últimos instantes de minha vida. Você é um anjo que Deus colocou em nossas vidas. Te amo minha “Ratinha”.

Não poderia esquecer dos meus irmãos Juliana, Tiago e Elza, e o meu sobrinho querido Gabriel. Apesar das indas e vindas da vida, dos distintos momentos que passamos juntos e ainda dos que iremos passar, o sentimento que tenho é que a nossa família é o bem maior de minha vida.

Aos meus “irmãozinhos de orientação” Ana Paula, Ana Carolina, Maristela, Dani, Pedro, Chico, Luciana, Talita, Eduardo e João Pedro, que integram o Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Ciências (GPEEC).

A todos os professores que contribuíram para que eu chegasse até esta etapa de minha formação.

“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”  
(Mahatma Gandhi)

SOUZA, Paulo Venancio de. **Estudo Exploratório do Ensino por Investigação**: pesquisas no contexto da Física do Ensino Médio. 2019. 102f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta uma Pesquisa Bibliográfica de Estudo Exploratório que teve por objetivo analisar quais aspectos teóricos e epistemológicos que fundamentam a abordagem do Ensino por Investigação (EI) no Ensino de Ciências (EC), em especial o Ensino de Física (EF). Nossa pesquisa se preocupou em responder à seguinte questão: Quais aspectos relativos ao EI têm sido abordados nas pesquisas em EF? Mais especificamente as pesquisas que envolvem a participação de estudantes do Ensino Médio (EM) na abordagem do EI? Para respondermos a esta questão elaboramos uma revisão bibliográfica em trabalhos já elaborados que abordam a respeito do EI. A partir destes trabalhos, escrevemos dois capítulos de fundamentação teórica nos quais apresentamos algumas influências exercidas por John Dewey e Joseph Schwab no EI, concepções históricas do EI, variações quanto à sua concepção e uso, e também críticas a seu respeito. A partir de termos de busca específicos que abrangem algumas das diferentes concepções do EI, realizamos um levantamento de artigos publicados em 14 periódicos nacionais e 16 internacionais da última década que apresentam estratos A1, A2 e B1 no *Qualis Capes*, de acordo com a classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 pertencentes à área de avaliação *Ensino*. Por conta do nosso problema e objetivos de pesquisa, estipulamos alguns critérios para selecionarmos o *corpus*, que por fim se constituiu de 13 artigos (10 nacionais e 3 internacionais). Para analisarmos o *corpus* utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), mais especificamente, elaboramos unidades de contexto e unidades de registro. Estas unidades de contexto e registro foram elaboradas a partir de reflexões referentes aos aspectos do EI abordados nos capítulos teóricos de fundamentação desta dissertação, e teve como propósito investigar o conteúdo das mensagens contidas nos textos dos artigos que compuseram o *corpus*. A partir da análise dos dados consideramos que as intenções do uso do EI nas pesquisas do EF no EM vêm sendo direcionadas para a promoção da aprendizagem dos estudantes, melhorando suas compreensões a respeito do conhecimento científico e do desenvolvimento de competências e habilidades do fazer científico. A maneira com que as pesquisas utilizam as abordagens do EI e seus objetivos variam entre si, no entanto os artigos o utilizam como proposta central ou como base para investigar outras propostas. Devido a apenas 13 artigos nos últimos 10 anos pesquisarem a participação dos estudantes do EM em abordagens do EI, percebemos uma carência neste campo de pesquisa. Concluimos que, apesar de toda discussão teórica que existe em relação à definição do termo e da diversidade de possibilidades ou contextos do EI que não buscam uma definição única, nota-se que nos trabalhos analisados não há uma preocupação com a delimitação da abordagem utilizada, de seus referenciais norteadores, principalmente os epistemológicos.

**Palavras-chave:** Ensino por Investigação. Ensino de Física. Aprendizagem de Física. Estudo Exploratório.

SOUZA, Paulo Venancio de. **Exploratory Research on Inquiry Teaching**: researches on Physics context in Highschool, 2019. 102p. Dissertation (Master's degree in Science Teaching and Math Education) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

This paper presents a Bibliographic Research of Exploratory Study that had as an objective analysing which theoretical and epistemological aspects have justified the approach of Inquiry Teaching (IT) in Science Teaching (ST), specially in Physics Teaching (PT). Our research was concerned about answering the following question: Which aspects related to IT have been approached in PS researches? More specifically the researches that involve students participation in Highschool (HS) in IT approach? For answering this question we have prepared a Literature Review on papers that have already been made and approach IT. From these papers, we have written two theoretical justification chapters in which we show some John Dewey and Joseph Schwab influences on IT, variations of its conception and use, and also critics about it. From specific search terms that reach some of the IT different conceptions, we have analyzed articles that had been published in 14 national and 16 international periodicals in the last decade and present A1, A2 and B2 grades on Qualis Capes, according to periodicals ranking in 2013-2016 quadrennium in the area of *Teaching* evaluation. Because of our problem and research goals, we have stipulated some criteria to select the corpus, that by the end has been constituted of 13 articles (10 national and 3 international). To analyse the corpus we used Bardin's Content Analysis (2011), more specifically, we have elaborated context units and register units. These context and register units have been elaborated from reflections referring to IT aspects approached in theoretical chapters of justification in this paper, and aimed to investigate the content of messages taken from texts of the articles that have built the corpus. From data analysis we have considered the intention of IT use in researches of PT in HS has been oriented to students learning promotion, improving their scientific knowledge understanding and abilities and skills development of science making. The way of which the researches use the IT approaches and their goals vary, although the articles use it as a central proposal or as a base for investigation other proposals. Due to the fact that only 13 articles in the last 10 years had searched the HS students participation in IT approaches show us a lack in this search field. We have concluded that all the theoretical discussion that exists in relation to term definition and the diversity of possibilities or IT contexts that do not look for one only definition, it's noticed that on the analyzed papers have no concerns about the delimitation of the used approach, of guiding references mainly the epistemological ones.

**Keywords:** Inquiry Teaching. Physics Teaching. Physics Learning. Exploratory Study.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Evolução da Situação Mundial, segundo Tendências no Ensino 1950-2000 .....	34
--	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Variações do Ensino de Ciências por Investigação .....	45
<b>Quadro 2</b> - Graus de liberdade professor/aluno em aulas de laboratório .....	50
<b>Quadro 3</b> - <i>Corpus</i> da pesquisa .....	67
<b>Quadro 4</b> - Unidades de contexto .....	68
<b>Quadro 5</b> - Análise da unidade de contexto 1 .....	70
<b>Quadro 6</b> - Artigos fundamentados na literatura da área .....	72
<b>Quadro 7</b> - Objetivo de aprendizagem .....	74
<b>Quadro 8</b> - Problema como ponto de partida .....	75
<b>Quadro 9</b> - Papel do aluno .....	76
<b>Quadro 10</b> - Papel do professor .....	78
<b>Quadro 11</b> - Nível da atividade investigativa .....	79
<b>Quadro 12</b> - Habilidades e competências .....	80
<b>Quadro 13</b> - Atividade prática experimental .....	81
<b>Quadro 14</b> - Investigação por etapas cíclicas .....	82
<b>Quadro 15</b> - Alguns aspectos gerais do EI contemplados nos artigos .....	83
<b>Quadro 16</b> - Os objetivos dos artigos .....	85
<b>Quadro 17</b> - Propostas metodológicas do uso do EI .....	88
<b>Quadro 18</b> - As conclusões dos artigos .....	89
<b>Quadro 19</b> - Discussões comuns apresentadas nas conclusões .....	90

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAAS	<i>American Association for Advancement of Science</i>
BFSL	<i>Benchmarks for Scientific Literacy</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	<i>Biological Science Curriculum Study</i>
CBA	<i>Chemical Bond Approach</i>
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
EC	Ensino de Ciências
EF	Ensino de Física
EI	Ensino por Investigação
EM	Ensino Médio
ES	Ensino Superior
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
HFSC	História, Filosofia e Sociologia da Ciência
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
MP	Metodologia da Problematização
NdC	Natureza da Ciência
NGSS	<i>Next Generation Science Standards</i>
NOS	<i>Nature of Science</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
NSES	<i>National Science Education Standards</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
RP	Resolução de Problemas
SMSG	<i>Science Mathematics Study Group</i>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 AS DIFICULDADES DE SE COMPREENDER O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO</b> .....	17
1.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (EI): SIGNIFICADOS DO TERMO .....	17
1.2 AS INFLUÊNCIA DE JOHN DEWEY NO EI .....	22
1.3 AS INFLUÊNCIAS EXERCIDAS POR JOSEPH SCHWAB NO EI .....	26
1.4 ALGUMAS PERSPECTIVAS HISTÓRICAS DO PERCURSO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	32
1.4.1 O Ensino por Investigação a partir de 1950 .....	35
<b>2 A DIVERSIDADE DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO</b> .....	43
2.1 AS DIFERENTES VARIAÇÕES DO TERMO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	43
2.2 INTENÇÕES DO USO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM DIAS ATUAIS .....	53
2.2.1 A Natureza da Ciência .....	56
2.3 ALGUMAS CRÍTICAS AO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	59
<b>3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	61
3.1 A PESQUISA QUALITATIVA .....	61
3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA: A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	62
3.3 ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA .....	63
3.4 O <i>CORPUS</i> E SEUS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO .....	64
3.5 ELABORAÇÃO DE UNIDADES DE CONTEXTO: METODOLOGIA PARA ANALISARMOS OS DADOS .....	67
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	70
4.1 UNIDADE DE CONTEXTO 1 .....	70
4.2 UNIDADE DE CONTEXTO 2 .....	71
4.2.1 Fundamentado na Literatura da Área .....	72
4.2.2 Objetivo de aprendizagem .....	73
4.2.3 Problema como ponto de partida .....	75
4.2.4 Papel do aluno .....	76

4.2.5	Papel do professor .....	77
4.2.6	Nível da atividade investigativa .....	79
4.2.7	Habilidades e Competências .....	80
4.2.8	Atividade prática experimental .....	81
4.2.9	Investigação por etapas cíclicas .....	82
4.2.10	Panorama geral da unidade de contexto 2 .....	83
4.3	UNIDADE DE CONTEXTO 3 .....	85
4.4	UNIDADE DE CONTEXTO 4 .....	87
4.5	UNIDADE DE CONTEXTO 5 .....	89
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>96</b>

## INTRODUÇÃO

Após me formar no curso de Licenciatura em Física no ano de 2015, passei a atuar como professor regente em salas de aula do Ensino Médio (EM) através de contrato estabelecido por meio do Processo Seletivo Simplificado (PSS) do Estado do Paraná.

Os desafios encontrados em salas de aula do EM (principalmente pelo desinteresse dos estudantes em relação aos conteúdos de Física) pela falta de compreensão no que tange à interpretação dos enunciados para a resolução de problemas, bem como a falta de significados para se fazer sentido ao aprendizado que envolvem os conceitos de Física, levaram-me a procurar algo que pudesse me ajudar a superar esta situação.

Almejando estes propósitos, no ano de 2016 voltei à Universidade em que me formei (Universidade Estadual de Londrina – UEL) e me matriculei como estudante especial em algumas disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Ao cursar as disciplinas me interessei em conhecer melhor sobre a abordagem do Ensino por Investigação. A partir de então procurei o Grupo de Pesquisa em Ensino e Epistemologia de Ciências (GPEEC) e decidi pesquisar esta abordagem de ensino.

Resumidamente, estes foram os motivos que me impulsionaram a realizar o presente trabalho, que trata de uma pesquisa qualitativa na qual relatamos uma revisão bibliográfica realizada na literatura científica voltada ao campo de pesquisa do Ensino de Ciências, mais especificamente em discussões a respeito do que venha ser a abordagem do Ensino por Investigação. O termo Ensino por Investigação (EI) vem sendo escrito com letras iniciais maiúsculas por se tratar de uma área específica de pesquisa.

A ideia do trabalho é focar e discutir alguns dos aspectos teóricos, metodológicos e práticos relacionados com propostas das quais a aprendizagem em Ciências ocorra por meio do EI e de como se constitui este campo de conhecimento nas pesquisas em Ensino de Física (EF) no Brasil e no exterior.

Com relação ao EI, apresentaremos algumas características gerais a respeito do seu uso no Ensino de Ciências (EC) e, na medida em que avançarmos com estas discussões apontaremos detalhes de como ele vem sendo utilizado nas pesquisas que tratam a Física do EM.

De forma sucinta podemos afirmar que o EI diz respeito às metodologias, estratégias e abordagens de ensino utilizadas em todas as áreas do EC (Física, Química e Biologia). Em suma, autores concordam que o uso da abordagem do EI é uma perspectiva que contribui de maneira eficaz para que os estudantes compreendam os conceitos científicos

ensinados, a natureza da investigação científica, bem como a Natureza da Ciência (DEBOER, 2006, p. 18; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 147; VALADARES, 2012; SOLINO; GEHLEN, 2014a, p. 80; SOLINO; GEHLEN, 2014b, p. 158; RUTTEN; VEEN; JOOLINGEN, 2015, p. 4; SASSERON, 2015, p. 58; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 111; BEVINS; PRICE, 2016, p. 1; FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 43; SEDANO; CARVALHO, 2017, p. 200; SILVA; TRIVELATO, 2017, p. 141).

No Brasil, a versão final da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)<sup>1</sup>, no que tange à área de Ciências da Natureza (Biologia, Química e Física) e suas Tecnologias menciona a importância e relevância da abordagem do EI para a aprendizagem dos estudantes (BRASIL, 2018, p. 551).

Em especial ao EF, abordagens do EI vêm sendo utilizadas com diversas finalidades em pesquisas que envolvem estudantes do EM. Como exemplo, podemos citar os trabalhos de Souza *et al.* (2009), Hatzikraniotis *et al.* (2010), Oliveira e Souza (2011), Pereira, Soares e Andrade (2011), Júlio, Vaz e Fagundes (2011), Pereira (2013), Rutten, Veen e Joolingen (2015), Penha, Carvalho e Vianna (2015), Sousa, Malheiros e Figueiredo (2015), Ferraz e Sasseron (2017), Fernandez (2017). Nestes trabalhos citados na frase anterior podemos destacar o uso do EI como proposta central ou como base para outras investigações.

Segundo pesquisadores, não existe uma única abordagem de EI, nem mesmo uma definição geral e maneira exata em que possa ser usado (COLLINS; O'BRIEN, 2003; DEBOER, 2006; BARROW, 2006; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CRAWFORD, 2014; WARTHA; LEMOS, 2016). Conceituações desta metodologia de ensino podem ser encontradas com diferentes denominações, dentre elas, resolução de problemas, atividades de pesquisas, atividades investigativas etc. Entretanto, utilizaremos o termo EI ao longo do trabalho.

Por conta deste caráter não conclusivo podemos nos perguntar: se não existe um consenso e uma definição específica do que aqui chamamos de EI, de que forma os trabalhos que alegam utilizar-se desta abordagem de ensino vêm se apropriando dela para alcançar seus resultados de pesquisas? O que estes trabalhos reconhecem e consideram ser o EI? Se acaso existir, quais as fundamentações e ou critérios que os pesquisadores desta

---

<sup>1</sup> Segundo Brasil (2018, p. 7), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).

perspectiva definem, reconhecem, ou considerem relevantes para o uso apropriado desta abordagem de ensino?

Tendo por base estas indagações citadas anteriormente, esta pesquisa se propõe a responder à seguinte questão: Quais aspectos relativos ao Ensino por Investigação têm sido abordados nas pesquisas em Ensino de Física? Mais especificamente as pesquisas que envolvem a participação de estudantes do Ensino Médio na abordagem do EI?

Em função da questão de pesquisa este trabalho possui dois objetivos: um geral e o outro específico. O objetivo geral é analisar quais aspectos, características e propostas fundamentam as abordagens do EI. O objetivo específico se concentra em analisar quais aspectos do EI são recorrentes em artigos de pesquisas que abarcam o EF no EM.

Para responder a esta questão de pesquisa decidimos realizar uma Pesquisa Exploratória (ou Estudo Exploratório) utilizando trabalhos já elaborados que dizem respeito ao EI. Este Estudo Exploratório se aproxima de uma Pesquisa Bibliográfica.

A estrutura desta dissertação está dividida em cinco capítulos. Nos capítulos 1 e 2 abordamos as fundamentações teóricas. No capítulo 3, os encaminhamentos metodológicos adotados. No capítulo 4, apresentamos análise e discussões dos dados. Por fim, no capítulo 5 inferimos nossas considerações a respeito da pesquisa.

Os capítulos 1 e 2 são elaborados a partir de uma revisão da literatura, na qual estabelecemos um panorama geral a respeito de alguns aspectos e características gerais referentes ao EI.

No capítulo 1 iniciamos nossas discussões abordando o termo *inquiry*, de origem inglesa. Mencionamos algumas dificuldades encontradas ao tentar definir este termo. Para isso recorremos aos dicionários da língua inglesa, etimológicos, filosóficos e tradutores *online*, para apresentar a natureza polissêmica e os diversos sentidos atribuídos ao uso geral deste termo.

Em seguida, de modo análogo às discussões acerca do termo *inquiry*, apresentamos algumas dificuldades ao tentar concluir por definitivo o que é a abordagem do EI no contexto da Educação em Ciências.

A dificuldade em compreender o que seja o EI nos fez buscar subsídios para fundamentarmos nossas argumentações. Para isso decidimos recorrer às propostas de John Dewey e Joseph Schwab como pontos de partida para embasar nossas discussões em relação ao EI. Discutiremos os motivos específicos desta escolha em função da importância e influência de ambos para o desenvolvimento desta abordagem. Em especial Dewey, pelo fato

de imergir o termo *inquiry* no cenário educacional americano e Schwab, por elaborar currículos nos quais o ensino de ciências fosse dado a partir desta perspectiva.

Embora tenhamos escolhido estes autores como ponto de partida para nossas discussões, consentimos que o uso do EI passou por diferentes concepções com o passar dos anos.

Sendo assim, ao encerrarmos este capítulo discutiremos algumas concepções históricas do que seja o EI. Elencaremos algumas consequências e motivos para esta ocorrência, apresentando por meio de um panorama cronológico alguns momentos (episódios) históricos específicos a partir da década de 1950.

Iniciamos o capítulo 2 apresentando algumas discussões que dizem respeito às diferentes variações de abordagem do EI juntamente com o seu caráter não conclusivo.

Em seguida contrastamos as concepções de pesquisadores da área e de resultados de pesquisa que abarcam o EI determinando alguns aspectos e consensos a respeito desta abordagem. Dentre estes aspectos podemos destacar as intenções do uso desta abordagem para facilitar aos estudantes a aprendizagem de práticas científicas, do conhecimento científico e aspectos da filosofia e Natureza da Ciência, bem como possibilitar que estes sejam capazes de desenvolver competências e habilidades enquanto praticantes desta metodologia.

Dando continuidade às discussões apresentamos algumas críticas, aspectos negativos e obstáculos relacionados ao emprego do EI.

No capítulo 3 justificamos os motivos pelos quais o nosso trabalho apresenta características comuns de uma Pesquisa Qualitativa (BOGDAN; BIKLEN; 1994), mais precisamente uma Pesquisa Bibliográfica (GIL, 2002, 2008).

Além destas características, apresentamos também os critérios para a delimitação do *corpus* e a elaboração das unidades de contexto, da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) para analisarmos os dados. Em especial as unidades de contexto, elaboradas a partir das reflexões dos capítulos 1 e 2.

No capítulo 4 apresentamos os processos com que realizamos a análise dos dados. Destacamos a relevância das unidades de contexto e seus eixos organizadores para discutirmos os nossos resultados.

Por fim, no capítulo 5 apresentamos nossas considerações finais.

Esperamos que esta pesquisa corrobore para melhor compreensão no que diz respeito à temática do EI, de modo que os professores possam utilizar esta metodologia de forma adequada, desenvolvendo no exercício da sua profissão maneiras de facilitar a aprendizagem de seus alunos.

## 1 AS DIFICULDADES DE SE COMPREENDER O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo dividimos nossas discussões em 4 seções, de modo a facilitar a compreensão de nossa proposta.

Na seção 1.1, por desejar definir o que seja o EI, primeiramente inferimos a respeito do termo *inquiry* de origem inglesa. Esta decisão foi tomada por consentirmos que este termo seja uma das fundamentações para a abordagem do EI. Ainda nesta seção mencionaremos a respeito das dificuldades de se definir o que seja o EI.

Na seção 1.2 e 1.3 abordaremos respectivamente a respeito de John Dewey e Joseph Schwab e de suas influências no EI.

Em 1.4 trataremos a respeito das perspectivas históricas do EI.

### 1.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (EI): SIGNIFICADOS DO TERMO

Nesta seção nos preocupamos em investigar o uso do termo *inquiry* com o intuito de caracterizar o seu sentido e significado quando relacionado à abordagem específica do EC, normalmente reconhecida pela literatura como *Ensino por Investigação* (EI).

Como explicaremos ao longo deste trabalho os aspectos que constituem o EI, achamos necessário já esclarecer que envolve metodologias, estratégias e abordagens educativas, cuja função principal é destinada para a investigação dos estudantes e consecutivamente para a promoção da aprendizagem científica destes. Nesta abordagem de ensino os professores, por meio de atividades de sala de aula, proporcionam aos alunos aspectos culturais de uma investigação científica (DEBOER, 2006, p. 17; SASSERON, 2015, p. 61).

Recorremos a esta ressalva para que não interpretemos o uso do termo EI como relacionado e enfatizado aos propósitos e perspectivas dos pensadores e filósofos da educação (por exemplo, Stenhouse, Porlán, Tardif, Alarcão etc.), os quais pontuam seus olhares em discussões específicas no que tange à formação e à prática docente, como por exemplo, o conceito de *professor investigador*<sup>2</sup>. Normalmente a noção de professor investigador está associada a Lawrence Stenhouse, tendo sua origem situada na década de 1960 (ALARCÃO, 2001; FAGUNDES, 2016). Não é nosso objetivo aprofundar em discussões a respeito deste conceito, no entanto, de forma resumida podemos dizer que o professor investigador, a partir

---

<sup>2</sup> Podemos encontrar na literatura o termo professor investigador como sinônimo do termo professor pesquisador.

da investigação de sua prática docente, procura soluções mais adequadas que visem surtir melhorias na qualidade do ensino e na aprendizagem de seus alunos (ALARCÃO, 2001; RODRIGUES; CARVALHO, 2002; FAGUNDES, 2016). Ressaltamos que a ação de investigar e analisar se as atividades desenvolvidas a partir do EI estão de acordo com os propósitos e objetivos relacionados à educação científica dos estudantes vêm a ser uma ação necessária e indispensável por parte dos professores.

Buscando encontrar subsídios para esta discussão iniciamos o texto com a contextualização do termo em inglês *inquiry*.

O uso do termo *inquiry* ou *enquiry* encontra-se relacionado a diversos assuntos e aspectos das diferentes áreas da vida (WINN, 1959). Os dicionários de traduções da língua inglesa traduzem o termo *inquiry*, correspondente na língua portuguesa, a termos relacionados a atributos comuns de questionamento, tais como: inquérito, investigação, indagação e pergunta (INQUIRY, 2018a; INQUIRY, 2018b; INQUIRY, 2018c; INQUIRY, 2018e).

A dificuldade de definir por exato o que venha a ser o termo *inquiry* também pode ser notada ao fazer uso de tradutores *online*. Estes tradutores fornecem traduções diversas em relação a este termo, indiferentemente da forma com que este se encontra em um texto de língua inglesa. Comumente as traduções mais notadas são: inquérito, investigação, indagação, pesquisa e pergunta. Desta forma, podemos notar que tanto os dicionários de traduções da língua inglesa como os tradutores *online* compartilham da natureza polissêmica ao definirem o termo *inquiry*.

Das traduções citadas acima, o termo *inquérito* comumente se destaca como tradução direta do significado da palavra *inquiry*. Na língua portuguesa, de acordo com alguns dicionários, a palavra inquérito significa “[...] Ação ou efeito de inquirir, de fazer perguntas, de interrogar e investigar” (INQUÉRITO, 2018a; INQUÉRITO, 2018b; INQUÉRITO, 2018c). No sentido jurídico inquérito significa “[...] Conjunto de ações e procedimentos objetivando a verdade dos fatos; indagação, sindicância” (INQUÉRITO, 2018c).

O termo *inquiry* pode revelar mais de um sentido e também significados múltiplos (polissêmico). Isso pode ser notado pela sua utilização relacionada a assuntos diversos tais como a leis, a investigações de instituições públicas e privadas, a delitos criminais, o poder legislativo, a ciência, entre outros. Inquérito (2018c) apresenta alguns sentidos quanto ao uso do termo inquérito em assuntos jurídicos:

[...] **Inquérito administrativo**: aquele que tem por objetivo verificar irregularidades no serviço público. **Inquérito parlamentar**: aquele instaurado por um grupo de membros das câmaras legislativas para apurar irregularidades, escândalos ou denúncias de corrupção envolvendo membros do parlamento. **Inquérito policial**: reunião de atos, procedimentos e testemunhas necessários para se apurar autoria de ilícito penal; investigação criminal. **Inquérito policial-militar**: procedimento para se apurar crime militar (INQUÉRITO, 2008c, *grifo nosso*).

Tendo conhecimento da natureza polissêmica e dos diversos sentidos atribuídos ao termo *inquiry*, direcionamos nossas intenções a fim de se conhecer a etimologia (origem) deste termo. De acordo com INQUIRY (2018d), o termo *inquiry* é um substantivo que no início do século XV era derivado do termo “*enquery*”, do qual designava um exame judicial dos fatos para determinar a verdade. Segundo Partridge, o significado do termo *inquiry* está relacionado ao termo “*to inquire*” (que significa “*para inquirir*”, tradução nossa) que tem seu significado derivado do termo em latim *inquirere* que quer dizer “*to search in or intro*” (que significa “*procurar dentro*” ou “*para dentro*” de algo, tradução nossa) (INQUIRY, 2006, p. 1568). Outro significado está atrelado ao termo “*to enquire*”, que é reformulado do latim e também dos termos *enqueren* do idioma Inglês Médio<sup>3</sup> e do termo *enquerre* pertencente entre o Francês Antigo<sup>4</sup> e Francês Medieval<sup>5</sup> (INQUIRY, 2006, p. 1568), que tem seu significado relacionado ao verbo investigar (INQUIRY, 2018d).

Embora reconheçamos a tradução direta do termo *inquiry* como sendo *inquérito*, pautamo-nos na afirmação de Abbagnano (2007, p. 584), o qual alega que o termo *inquiry* é uma das origens para a palavra *investigação*. Abbagnano define os significados do termo *investigação* contrapondo conceitos ligados à indagação filosófica primitiva (*causa essendi*) com a proposta das estruturas lógicas de Dewey, por considerar a lógica como teoria da investigação (*causa cognoscendia*) no mundo moderno, estando esta ligada ao termo *inquiry* (INVESTIGAÇÃO, 2007, p. 584).

Assim como Abbagnano (2007, p. 1568), adotaremos ao longo do nosso trabalho a tradução do termo *inquiry* como sendo correspondente ao termo *investigação*. Tomamos esta decisão pelo fato de Abbagnano (2007, p.584) definir o termo *inquiry* tendo como base Dewey.

Tomamos este posicionamento pelo fato de considerarmos John Dewey um

<sup>3</sup> Segundo *Inquiry* (2006) e *Etymonline* (2018), o Inglês Médio é o inglês escrito e falado entre os anos 1110-1500 d.C.

<sup>4</sup> Ibid. Francês Antigo é a língua francesa falada e escrita entre os anos 900-1400 d.C.

<sup>5</sup> Ibid. Francês Medieval é a língua francesa falada e escrita entre os anos 1400-1600 d.C.

dos precursores mais influentes no EI e também por empregar o termo *inquiry* no cenário educacional ao publicar o seu livro *Logic: the theory of inquiry* no ano de 1938 (BARROW, 2006, p. 265; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71; CRAWFORD, 2014, p. 11; ÖNDER, ŞENYIĞIT; SILAY, 2018 p. 2).

Consentimos que o termo *inquiry* utilizado por John Dewey seja um importante fundamento para o EI, no entanto, o emprego do termo EI não é consensual entre os pesquisadores da área de EC, até mesmo em países onde esta proposta é bem definida em termos das diretrizes curriculares, como por exemplo, os Estados Unidos (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 92; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 80; ANDRADE, 2011, p. 122; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68; CRAWFORD, 2014; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 110).

No cenário educacional pesquisadores consentem que um entre outros fatores que corroboram para esta situação são a tradução e diferentes conceituações do termo *inquiry* oriundas de países de língua inglesa que acarretam na existência de polissemia ao sentido do termo investigação e de perspectivas diferentes de EI (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 398; MUNFORD; LIMA, 2007, p. 92; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 80; ANDRADE, 2011, p. 122; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68; CRAWFORD, 2014; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 110).

Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 411) alegam que a variação de significados associados ao termo investigação está atrelada às diferentes concepções filosóficas a respeito das práticas de investigação contidas nos currículos de ciências de várias nações. Estes autores destacam uma variedade de termos que se utilizam para caracterizar o papel da investigação no ensino de ciências:

[...] processos científicos; método científico; abordagem experimental; solução de problemas; conceber problemas, formular hipóteses, projetar experimentos, coletar e analisar dados e extrair conclusões; derivar entendimentos conceituais; examinar as limitações das explicações científicas; estratégias metodológicas; conhecimento como “verdades temporárias”; trabalho prático; encontrar e explorar questões; pensamento independente; habilidades inventivas criativas; e atividades práticas (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 411-412) (tradução nossa).

Outra dificuldade em definir o que vem a ser o EI pode ser atribuída por ser pautado em aspectos da investigação científica (SASSERON, 2015, p. 61; DEBOER, 2006, p. 17). Devemos considerar que fatores que venham a interferir ou modificar a natureza da investigação científica conseqüentemente influenciarão no EI.

Grandy e Duschl (2007, p. 149), Duschl e Grandy (2012, p. 2115) e Duschl (2008, p. 276), apresentam alguns elementos que influenciam na definição do que seja a natureza da investigação científica. Segundo estes autores, o desenvolvimento das teorias científicas, das ciências dos materiais, das engenharias e das tecnologias originaram novas formas de se observar a natureza e engajar-se com os fenômenos, influenciando diretamente na alteração da natureza da investigação científica, conseqüentemente dificultando a compreensão do que significa envolver-se nesta investigação.

A proliferação de variados sentidos associados ao termo *investigação* também recebeu influência de trabalhos de diferentes campos do conhecimento, como na educação científica (cientistas e psicólogos cognitivos) e na Natureza da Ciência (filósofos, historiadores e sociólogos da ciência). Duschl e Grandy (2012, p. 2110) enfatizam que no período das décadas de 1950 a 1980, na filosofia da ciência as visões da História da Ciência (hoje História, Filosofia e Sociologia da Ciência – HFSC) começam a questionar o tradicionalismo do positivismo lógico, assim como o cognitivismo piagetiano e o socioculturalismo vygotskyano desafiavam e rejeitavam o behaviorismo atuante nos princípios pedagógicos e na psicologia da aprendizagem. No mesmo período que abrange os anos de 1955 a 1970, Grandy e Duschl (2007, p. 142) salientam mudanças dos interesses de três áreas do conhecimento: (a) enquanto psicólogos cognitivos abordavam ideias renovadoras no que tange ao processo de aprendizagem; (b) os cientistas procuravam renovar a educação científica e as abordagens de *inquiry*; (c) e os historiadores e filósofos da ciência revigoravam suas ideias a respeito da natureza da investigação científica. Sendo assim, notamos que as transições que ocorreram nas concepções da Natureza da Ciência, nos princípios pedagógicos e na psicologia da aprendizagem, também corroboram a variação da interpretação do termo *investigação*.

Devemos considerar também que as mudanças que ocorreram nos currículos da educação científica ao longo do século XXI (por exemplo, o propósito de formar futuros cientistas e com o passar dos anos o foco no entendimento da ciência para todos os cidadãos) corroboraram para confundir a interpretação do EI (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 412). Veremos na seção 1.4 de que forma, em quais contextos, entre outros fatores que influenciaram a ocorrência de tais mudanças na educação científica.

Clement, Custódio e Alves Filho (2015, p. 115) alegam que os motivos que levam os distintos entendimentos a respeito do EI estão atrelados devido à aquisição dos referenciais e ideias oriundas das diferentes abordagens e concepções respectivas a cada momento histórico.

Com base nas descrições das quais apresentamos algumas das dificuldades em se definir o termo *inquiry* e conseqüentemente o que se define por EI, nas seção 1.4 discutiremos alguns aspectos quanto às origens filosóficas e suas concepções históricas.

Abordaremos a seguir as fundamentações teóricas do EI e para isto recorreremos a John Dewey e consecutivamente a Joseph Schwab. Dewey, pelo fato de ser reconhecido como base filosófica desta abordagem e por inserir o termo *inquiry* no meio educacional (BLACKBUR, 1996; BARROW, 2006; RODRIGUES; BORGES, 2008; ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015). Schwab, pelo esforço em desenvolver currículos voltados para essa abordagem (BARROW, 2006; MUNFORD; LIMA, 2007; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015; BEVINS; PRICE, 2016).

## 1.2 AS INFLUÊNCIAS DE JOHN DEWEY NO EI

Nesta seção abordaremos a respeito de John Dewey e de suas contribuições para o EI. Veremos adiante que Dewey elaborou trabalhos nos mais diversos campos do conhecimento, no entanto focaremos nossas discussões em aspectos que direcionem suas contribuições para a área da Educação.

O estadunidense John Dewey nasceu no dia 20 de outubro de 1859 na cidade de Burlington (estado de Vermont) e durante sua vida atuou como psicólogo, teórico da educação, crítico social e filósofo (RUNES, 19--?<sup>6</sup>, p. 78; LACEY, 1996, p. 84; BLACKBUR, 1996, p. 130; AUDI, 1999, p. 229; COLLINS; O'BRIEN, 2003, p. 12; FESTENSTEIN, 2018; FIELD, 2018). Dewey iniciou sua carreira graduando-se no ensino formal de filosofia em 1879 pela Universidade de Vermont (AUDI, 1999, p. 229; FIELD, 2018). Atuou como professor do EM até o ano de 1881, quando iniciou sua pós-graduação em filosofia na Universidade Johns Hopkins (BLACKBUR, 1996, p. 130; AUDI, 1999, p. 229; FESTENSTEIN, 2018; FIELD, 2018). No ano de 1884, Dewey recebeu seu título de doutor e mudou-se para a Universidade de Michigan (AUDI, 1999, p. 229; FESTENSTEIN, 2018; FIELD, 2018). No ano de 1894, ele foi para a Universidade de Chicago e se tornou o presidente do Departamento de Filosofia, Psicologia e Educação (BLACKBUR, 1996, p. 130; AUDI, 1999, p. 229; FESTENSTEIN, 2018). Em 1904, Dewey foi para a Universidade de

---

<sup>6</sup> Este referencial se encontra sem a especificação do seu ano de publicação. Isto ocorre pelo fato do documento por nós utilizado não especificar detalhes a este respeito.

Columbia (BLACKBUR, 1996, p. 130; LACEY, 1996, p. 84; AUDI, 1999, p. 229; FIELD, 2018). Em Columbia, grande parte dos seus escritos e discussões era divulgada no *Journal of Philosophy* (Revista de Filosofia, tradução nossa) (BLACKBUR, 1996, p. 130; AUDI, 1999, p. 229). Dewey se aposentou em Columbia no ano de 1930 (LACEY, 1996, p. 84; AUDI, 1999, p. 229; FESTENSTEIN, 2018), entretanto permaneceu ativo em seus trabalhos até a sua morte no dia 1 de julho de 1952 (AUDI, 1999, p. 229; FESTENSTEIN, 2018; FIELD, 2018).

De acordo com Collins e O'Brien (2003, p. 105), Dewey é considerado o teórico educacional mais significativo do século XX. A filosofia educacional *deweyana* centra-se no pragmatismo, na interação, na reflexão, na experiência, na comunidade e na democracia (COLLINS; O'BRIEN, 2003, p. 105).

As opiniões filosóficas de Dewey geralmente são classificadas como pragmatista e instrumentalista (LACEY, 1996, p. 85; COLLINS; O'BRIEN, 2003, p. 105; ANDRADE, 2011, p. 122; FESTENSTEIN, 2018). Segundo Runes (19--?, p. 78), Dewey é o principal expoente do instrumentalismo. Audi (1999, p. 671) enfatiza que o instrumentalismo de Dewey é sua marca especial de pragmatismo.

Reconhecido por seu espírito democrático e pela fé na eficácia da inteligência humana (RUNES, 19--?, p. 78), Dewey exercia grandes influências ao expor a progressão pragmática e científica na América do seu tempo (BLACKBUR, 1996, p. 130).

Dewey expôs suas ideias em inúmeros trabalhos que abrangem diversos campos do conhecimento humano, tais como: metafísica, epistemologia, lógica, psicologia, estética, religião, ética, política e educação (RUNES, 19--?, p. 78; FESTENSTEIN, 2018). Audi (1999, p. 229) destaca que Dewey ao longo de sua carreira conquistou uma produção literária de quarenta livros e mais de setecentos artigos.

Autores como Runes (19--?, p. 78), Lacey (1996, p. 85-86), Audi (1999, p. 229) e Festenstein (2018), apresentam inúmeras obras de Dewey e as relacionam de acordo com suas crenças e preocupações. No que é relativo à Educação, Lacey (1996, p. 85-86) destaca que as obras *How We Think* (Como Pensamos, tradução nossa), 1910; *Democracy and Education* (Democracia e Educação, tradução nossa), 1916; *Reconstruction in Philosophy* (Reconstrução na Filosofia, tradução nossa), 1920; *Human Nature and Conduct* (Natureza e Conduta Humana, tradução nossa), 1922; *The Quest for Certainty* (A Busca pela Certeza, tradução nossa), 1929; *Logic: The Theory of Inquiry* (Lógica: A Teoria da Investigação, tradução nossa), 1938, contemplam a preocupação de Dewey para com a aplicação de suas opiniões pragmáticas ao estudo da teoria e reforma educacional.

Audi (1999, p. 131) menciona que, para Dewey, o objetivo fundamental da

Educação não é transmitir informações prontas e acabadas, mas o de desenvolver métodos críticos de pensamentos, hábitos mentais que permitam aos estudantes diante de quaisquer situações problemáticas avaliarem e elaborarem estratégias de resoluções. Por reconhecer as crianças como criaturas ativas, exploradoras e curiosas, Dewey alega que a educação tem a função de promover experiências infundidas por habilidades e conhecimentos (BLACKBUR, 1996, p. 130).

Alguns autores em seus trabalhos reconhecem John Dewey como precursor e vanguardista na perspectiva de EI (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 412; BARROW; 2006, p. 265; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 69; ANDRADE, 2011, p. 122; CRAWFORD, 2014; SOLINO; GEHLEN, 2015, p. 914; ÖNDER; ŞENYIĞİT; SILAY, 2018, p. 2).

Em alguns trabalhos podemos notar que as bases teóricas para o modelo de EI estão fundamentadas nas propostas de John Dewey, com a imersão do termo *inquiry* no cenário educacional americano (BARROW, 2006, p. 265; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71; CRAWFORD, 2014, p. 11; ÖNDER, ŞENYIĞİT; SILAY, 2018 p. 2).

De acordo com Rodrigues e Borges (2008, p. 6) e Zômpero e Laburú (2011, p. 71), o termo *inquiry* foi incluído na educação científica no ano de 1938, por recomendação de Dewey com a publicação de seu livro *Logic: The Theory of Inquiry*.

Blackbur (1996, p. 130) menciona a respeito da relação de Dewey para com o *enquiry*:

[...] Em suas mãos, o **enquiry** é um processo autocorretivo conduzido em circunstâncias históricas e culturais específicas; ele não requer nenhum fundamento na certeza ou “dado”, e o conhecimento é apenas o que é garantido através do **enquiry** (*grifo e tradução nossa*).

Dewey apresentava críticas ao ensino por transmissão de informações que ocorriam nesta época, pelo fato de serem excessivamente formais, rígidos e de não desenvolverem nos estudantes o raciocínio e habilidades mentais (BLACKBUR, 1996, p. 130; ZÔMPERO; LABURÚ 2011, p. 71; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 81). Dewey considerava que o aluno deveria participar de forma mais ativa no seu processo de aprendizagem (BLACKBUR, 1996, p. 130; ZÔMPERO; LABURÚ 2011, p. 71; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 81; ÖNDER; ŞENYIĞİT; SILAY, 2018, p. 2).

Buscando alcançar uma melhor forma de aprendizagem, Dewey propõe que os estudantes deveriam procurar soluções para questões as quais não se soubessem as respostas e buscar solucioná-las fazendo uso de seu método científico, o que caracterizaria uma investigação científica (ANDRADE, 2011, p. 124; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71;

RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 6). Inicialmente, o método científico era tido como uma estratégia de ensino que consistia em seis etapas rígidas das quais os alunos deveriam estar ativamente envolvidos em detectar um problema, esclarecer o problema, formular hipóteses possíveis, testar a hipótese, revisar com testes rigorosos, e atuar na solução, tendo o suporte do professor que deveria atuar como guia e facilitador (BARROW, 2006, p. 266). Posteriormente, Dewey modificou sua proposta de adotar o método científico incorporando o pensamento reflexivo (BARROW, 2006, p. 266) e o conjunto de etapas a serem seguidas passou a ser: definição e apresentação do problema, sugestão de uma solução e a formulação de hipótese, coleta de dados durante o experimento, aplicação do teste experimental e formulação de conclusão (BARROW, 2006, p. 266; RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 6; ANDRADE, 2011, p. 124; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71).

O pensamento reflexivo de Dewey é orientado para o futuro e envolve reconhecer uma dificuldade e por meio da elaboração de hipóteses procurarem por possíveis resoluções até o estágio de verificação (AUDI, 1999, p. 230).

De acordo com Audi (1999, p. 230), Dewey defendia que o seu método científico não deveria ser limitado apenas dentro de uma esfera específica, ele acreditava que o seu alcance era universal e simplesmente o modo como deveríamos pensar.

Podemos observar esta universalidade do método científico presente em questões sociais. Dewey se preocupava com o autodesenvolvimento de todos os indivíduos e encontrou na democracia uma estrutura social que permitisse que isso fosse possível, no entanto, ressalva a necessidade de repensar e reformular as instituições democráticas, a fim de torná-las cada vez mais receptivas aos tempos de mudança (AUDI, 1999, p. 131). Neste repensar constante Audi (1999, p. 131) ressalta a importância da Educação para a democracia. Esta relação fica nítida quando notamos que alguns trabalhos destacam que o método científico proposto por Dewey visava a que os estudantes, por meio de sua utilização, fossem capazes de refletir a respeito de questões sociais e morais buscando desenvolver uma sociedade mais humanizada e democrática (ANDRADE, 2011; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015).

Acreditamos que os ambientes social, cultural e político relacionam-se entre si e possuem determinados aspectos (pessoas, local, tempo, contextos), dos quais suas variáveis estão dispostas numa estrutura complexa e passível de mudanças, na qual a maneira linear de seguir etapas predeterminadas de uma estrutura fixa, como é o caso do método científico de Dewey, não seja capaz de fazer com que os estudantes consigam inteirar-se desta complexidade. Devido a esta ineficiência os estudantes podem vir a tirar conclusões

insuficientes que os levem a tomar decisões que não os guiarão rumo a uma sociedade mais humana e democrática, como era desejado.

Embora a investigação proposta por Dewey seja pautada na realização de atividades experimentais, nos dias atuais essa ideia já é superada. Acreditar e restringir que para que o EI possa ser realizado ocorram necessariamente práticas experimentais é uma conclusão equivocada, pois, muitas vezes, elas podem não apresentar características básicas de investigação (MUNFORD; LIMA; 2007, p. 97). Mais adiante, na seção 2.1, abordaremos a respeito das variações do uso do EI, e apresentaremos a Metodologia da Problematização, uma abordagem que não obrigatoriamente realiza práticas experimentais.

Na seção 1.4 veremos que as necessidades políticas e econômicas de cada momento histórico influenciaram e continuam influenciando os objetivos da Educação Científica e por conta disto notaremos que o EI passou por diferentes concepções com o passar dos anos.

Cabe ressaltar que, mesmo possuindo diferentes concepções e sofrendo mudanças ao longo dos anos, notamos que Dewey ainda é mencionado como referência para os trabalhos atuais que discutem a respeito dos fundamentos e princípios teóricos do EI. Entendemos que isso sucede devido ao fato de pesquisadores o considerarem influente nesta abordagem de Ensino em virtude de ser o responsável por imergir o termo *inquiry* no cenário educacional.

Outro detalhe para a citação de Dewey em pesquisas mais atuais, circunda as críticas ao ensino por transmissão de informações e o envolvimento dos estudantes nesta abordagem. Assim como Dewey, as pesquisas consideram que os estudantes devem participar de forma mais ativa no seu processo de aprendizagem e que quando envolvidos nas abordagens de ensino sejam capazes de desenvolver o seu raciocínio e habilidades mentais.

Na seção 2.2 trataremos dos objetivos do EI em dias atuais. Veremos que as pesquisas utilizam o EI para o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes.

Discutiremos a seguir a respeito de Joseph Schwab, outra figura importante que deixou um legado e grandes influências no que tange ao uso do EI. Em especial destacaremos a sua importância para o desenvolvimento de propostas curriculares que abrangem esta abordagem de ensino.

### 1.3 AS INFLUÊNCIAS EXERCIDAS POR JOSEPH SCHWAB NO EI

No que corresponde à abordagem do EI, o educador e biólogo estadunidense

Joseph Schwab é reconhecido pela influência que exerceu nas orientações das reformas curriculares no EC nos Estados Unidos (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 412; BARROW, 2006, p. 226; DEBOER, 2006, p. 28; MUNFORD; LIMA, 2007, p. 97; ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 72; CRAWFORD, 2014, p. 9; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 111; BEVINS; PRICE, 2016, p. 2).

Schwab criticava a visão da ciência pertencente ao século XIX que predominava na educação científica de sua época (SCHWAB, 1958, p. 375; 1960, p. 177). Suas críticas eram direcionadas ao fato de a ciência procurar e encontrar verdades inalteráveis fazendo com que os cientistas apresentassem em suas pesquisas conclusões apenas do que tinham visto, omitindo dúvidas, ambiguidades e interpretações (SCHWAB, 1958, p. 375; 1960, p. 186). Esta visão de ciência pertencente ao século XIX culminava em uma educação científica dogmática oferecida na maioria das escolas americanas (daquela época, 1958), na qual se estabelecia dominar fatos como verdadeiros, os quais se utilizavam de livros-textos com orientações laboratoriais inflexíveis e exercícios que não apresentassem problemas de escolha e aplicação (SCHWAB, 1958, p. 375; 1960, p. 177).

Schwab acreditava que era necessário reorientar o ensino de ciências de modo a direcioná-lo rumo a uma perspectiva científica e para cumprir com este propósito recomendou que o mesmo fosse dado como investigação (SCHWAB, 1958, p. 377; 1960, p. 184). Pesquisadores reconhecem a importância e relevância de Schwab para esta perspectiva de ensinar ciências (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 412; ANDRADE, 2011; MUNFORD; LIMA, 2007, p. 97; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 111; BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 276; CRAWFORD, 2014, p. 11). Andrade (2011, p. 122) destaca as influências de Schwab nos currículos de ciências nas décadas de 1950-1960.

Segundo Schwab (1958, p. 377), a ciência deveria ser apresentada como investigação e que os estudantes realizassem investigações como meio para aprender a respeito dos conteúdos científicos (assuntos) ensinados.

No que tange a esta prática de ensino como investigação, tanto as abordagens tradicionais de sala de aula quanto as de laboratório deveriam ser revistas de modo que a realização das atividades nestes ambientes, ao invés dos estudantes exemplificarem leis científicas e aprender a manipular aparelhos e técnicas, eles passariam a receber instruções para realizar investigações de modo que pudessem encontrar ou formular um problema, assim como planejar os procedimentos a serem executados, interpretar os dados observados e tirar suas conclusões (SCHWAB, 1958, p. 377).

Schwab (1960, p. 187) estabelece que os manuais de laboratório deixem de dizer ao aluno o que ele deve fazer e esperar e serem substituídos por um material mais permissivo e aberto do qual sugere três níveis de abertura: (1) o manual apresenta problemas e as maneiras que os alunos podem utilizar para resolver seu problema a partir do que ele já conhece em seus livros; (2) os problemas são sugeridos pelo manual e as resoluções deixadas em aberto; (3) o problema e os procedimentos para chegar à resolução são deixados em aberto e cabe ao aluno decidir a forma com que efetuará a investigação.

Indiferente da forma com que esta investigação seja elaborada, Schwab (1960, p. 187) sugere que ao seu final os estudantes debatam coletivamente a respeito da viabilidade e da validade dos problemas resolvidos, das técnicas utilizadas, das discrepâncias dos resultados encontrados a fim de estabelecer um consenso a respeito do que foi estudado e de suas conclusões, contribuindo desta forma num maior envolvimento e responsabilidade por parte dos estudantes nas aulas de ciências e também na construção de sua própria aprendizagem.

Quanto à sala de aula investigativa, Schwab (1960, p. 188) recomenda que seja realizada uma “*inquiry intro inquires*” (“investigação sobre as investigações”, tradução nossa). Trata-se de apresentar aos alunos materiais que mostrem os modos com que os cientistas elaboram seus problemas, lidam com os dados e como interpretam suas conclusões alcançadas, de forma que os estudantes sejam levados a elaborar resoluções e procedimentos alternativos para estes problemas e também a debater em relação aos princípios, interpretações e decisões que os cientistas tomam.

Deste modo, com estas novas características para o ensino de ciências (laboratório e sala de aula), Schwab (1960, p. 184) tinha como objetivo que os estudantes, por meio de investigações, compreendessem a ciência, bem como os conteúdos científicos e os seus métodos, de modo que viessem a seguir carreiras científicas tornando-se futuros cientistas e engenheiros. Além dos objetivos educacionais, Schwab também tinha o objetivo de que, caso os estudantes não seguissem carreiras científicas se tornariam simpatizantes do empreendimento científico, apoiando a proposta científica na política estadunidense (SCHWAB, 1960, p. 184; DEBOER, 2006, p. 29; CRAWFORD, 2014, p. 8). No que se refere a esta influência política na educação científica, abordaremos com informações mais detalhadas e específicas a respeito disto na sessão 1.4.

Segundo Barrow (2006, p. 266), Munford e Lima (2007, p. 97), Zômpero e Laburú (2011, p. 72), Schwab acreditava que os estudantes deveriam compreender a ciência de forma que novas informações e descobertas fossem incorporadas às estruturas conceituais

já estabelecidas, considerando assim a ciência como um corpo crescente passível de mudanças e aperfeiçoamentos (SCHWAB, 1960, p. 180). A afirmação anterior reafirma a insatisfação de Schwab quanto à visão da ciência que vigora naquela época fornecendo verdades imutáveis. Segundo Schwab (1960, p. 338), caso os estudantes continuassem sendo formados nesta perspectiva, os conhecimentos adquiridos por eles após passar um intervalo de tempo de aproximadamente quinze anos provavelmente em grande parte seriam inadequados e obsoletos. A preocupação de Schwab quanto à formação dos estudantes em considerar o conhecimento científico e os modos com que é feito serem passíveis de mudanças e aperfeiçoamentos são avanços para compreender a sua natureza transitória da ciência. Veremos na seção 1.4.1 que neste momento histórico, que circunda as décadas de 1970 e 1980, os avanços tecnológicos e as concepções de filósofos e historiadores da ciência passam a influenciar na forma com que a ciência deve ser realizada.

Alguns autores inferem que Schwab considerava que o conteúdo e a prática são inseparáveis na educação científica e que os currículos de ciências deveriam refletir aspectos dos processos e procedimentos para chegar aos conhecimentos científicos, no qual os estudantes usassem relatórios, livros de pesquisa, novas tecnologias, com o intuito de aprender como os cientistas investigam e chegam às conclusões (DEBOER, 2006, p. 28; MUNFORD; LIMA, 2007, p. 97; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 72; BARROW, 2006, p. 266). Esta afirmação anterior demonstra o interesse de Schwab em formar futuros cientistas e engenheiros, no entanto, esta metodologia de ensino explicita o que a literatura reconhece por *Ensino como Investigação*, pois os estudantes são levados a conhecer a forma com que os cientistas se comportam de modo a desenvolver nestes as mesmas habilidades que estes profissionais lidam com seu trabalho.

Algumas discussões a respeito das influências de Schwab no cenário atual relacionado ao EI nos remetem a argumentar a respeito de duas concepções: as diferenças entre as investigações realizadas por estudantes e cientistas e as distinções que envolvem a ciência escolar e ciência acadêmica.

Pozo e Crespo (1998, p. 75), Grandy e Duschl (2007, p. 146) e Munford e Lima (2007, p. 92), afirmam que a ciência praticada em universidades, laboratórios e instituições de pesquisa se distancia da ciência ensinada nas salas de aula das escolas. Os mesmos autores mencionam que o uso de atividades investigativas no ensino de ciências seria um modo capaz de minimizar esse distanciamento, oportunizando aspectos pertinentes à prática dos cientistas.

Embora saibamos que o EI seja pautado em perspectivas da investigação

científica, estudantes e cientistas se distinguem em diferentes aspectos, como por exemplo, profissão e função social desempenhada, objetivos das atividades e da ciência desenvolvida, conhecimentos produzidos e a forma com que são elaborados, infraestrutura para desenvolver suas atividades, fundamentações teóricas, questões sociais etc. (MUNFORD; LIMA, 2007; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146; CRAWFORD, 2014, p. 19).

Algumas discussões que envolvem o EI ponderam acerca das diferenças entre as finalidades das tarefas desenvolvidas pelos estudantes e seus objetivos com o trabalho dos cientistas ao praticarem ciência. Considerando os contextos escolares e científicos, tanto estudantes quanto cientistas são desafiados a resolverem problemas. Normalmente os estudantes resolvem seus problemas com a finalidade voltada para demonstrar e comprovar um determinado resultado concreto que já é sabido pela ciência, enquanto a dos cientistas não se estabelece apenas em resolver resultados práticos, requerendo a necessidade de atribuir significados teóricos que possam ser aplicados em novas situações (POZO; CRESPO, 1998, p. 75; MUNFORD; LIMA 2007, p. 93; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146).

Os objetivos da ciência escolar e da ciência acadêmica também são diferentes. Enquanto a escola tem o objetivo de oportunizar a aprendizagem de um conhecimento científico considerado como consolidado ou aceito, a ciência acadêmica objetiva elaborar novos conhecimentos científicos (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 94; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146; CRAWFORD, 2014, p. 19). Isso não obrigatoriamente estabelece que os estudantes a partir de aulas investigativas sejam impossibilitados de vir a desenvolver novos produtos e/ou conhecimentos científicos, mas cabe ressaltar que o objetivo principal é a aprendizagem, ou seja, alfabetizá-lo<sup>7</sup> cientificamente.

Os espaços em que ocorrem as práticas científicas dos cientistas e os recursos disponíveis para estes são diferentes quando os comparamos com as práticas dos estudantes. Cientistas normalmente trabalham vinculados a grupos de pesquisas e equipes especializadas, experientes e que dominam os estudos de pesquisa, além da disposição de infraestrutura especializada com aportes tecnológicos, equipamentos e materiais sofisticados (MUNFORD; LIMA 2007, p. 94). Em contrapartida, no ambiente escolar os estudantes geralmente possuem uma infra-estrutura limitada para realizar investigações quando comparados às dos cientistas. Além disso, eles dispõem de uma equipe de profissionais não

---

<sup>7</sup> Nosso propósito não é discutir a fundo os princípios que definem a Alfabetização Científica, no entanto, quando nos referimos a este termo, nos embasamos em Sasseron (2015, p. 51), a qual infere que “[...] Em linhas gerais a Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural”.

tão experientes e que apresentam limitações quanto aos domínios teóricos e de campo, necessários para se realizar uma pesquisa (MUNFORD; LIMA 2007, p. 94).

Por fim, os modos com que os cientistas e alunos elaboram e desempenham suas atividades é outra distinção que podemos abordar. Estudantes podem ser considerados como pequenos cientistas na medida em que observam algumas situações ou fatos e apresentam hipóteses, entretanto as finalidades com que as crianças elaboram suas tarefas são contrárias às dos cientistas (GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146; CRAWFORD, 2014, p. 19). Crawford (2014, p. 19) destaca que as crianças não possuem o mesmo conhecimento técnico, nem a mesma profundidade do conhecimento de assuntos científicos que os cientistas profissionais possuem. Grandy e Duschl (2007, p. 146) elencam que, ao contrário dos estudantes, cientistas têm uma forte estrutura social para apoiar a investigação, leem a respeito de dados e teorias, discutem e debatem os méritos e deméritos das teorias, procuram evidências e avaliam comparando-as a teorias.

Nestas duas últimas seções apresentamos algumas influências de dois grandes personagens para o EI: John Dewey e Joseph Schwab.

Primeiramente referimos a Dewey, por acreditarmos que o termo *inquiry* inserido por ele no cenário educacional americano (1938) seja uma importante base teórica para o que consideramos ser o EI.

Outro detalhe que nos levou a mencionar Dewey são as críticas por ele feitas em relação ao ensino por transmissão de sua época e por determinar que o mesmo seja oferecido de modo a ser centrado no estudante e que venha a desenvolver nestes o raciocínio e hábitos mentais para que participem mais ativamente do seu processo de aprendizagem. Embora o ensino por transmissão seja criticado, em dias atuais ele ainda é predominante nas salas de aula de ciências do Brasil.

Mencionamos Schwab pelas suas críticas à visão da ciência em estabelecer o conhecimento científico como verdades inalteráveis junto às orientações de ensino baseadas em livros-textos com instruções inflexíveis, de modo que a ciência passa a ser vista como um corpo crescente passível de mudanças e aperfeiçoamentos, e por recomendar que o ensino de ciências fosse dado como investigação.

Outro detalhe é a importância de Schwab por estabelecer os níveis de abertura de investigação. Em uma visão mais recente do EI os níveis de investigação (estruturado, guiado ou orientado e aberto) ainda são mencionados.

Nos dias atuais outro fator que podemos observar é a influência de Schwab em sugerir que ao final das atividades investigativas os estudantes debatam coletivamente a

fim de se estabelecer consensos a respeito da investigação realizada, contribuindo desta forma num maior envolvimento dos estudantes nas atividades e também na construção de sua aprendizagem.

Podemos frisar também a sua preocupação com a formação dos estudantes para que, a partir da abordagem de ensino como investigação, pudessem ser capazes de compreender a natureza transitória da ciência e do conhecimento científico, além de contribuir para que o aluno participasse mais ativamente do seu processo de construção de aprendizagem. No que tange aos princípios pedagógicos e à psicologia da aprendizagem veremos na seção 1.4.1 que o fato de o estudante construir sua aprendizagem é uma das características fundamentais da teoria construtivista que começa substituir a teoria behaviorista (comportamentalista) vigente em meados das décadas de 1950 e 1980.

Por fim, não podemos alegar que o objetivo dos currículos de ciências atuais ainda esteja voltado para a formação de futuros cientistas e engenheiros, muito menos afirmar que as argumentações de Schwab, nas quais a ciência escolar represente mais precisamente a ciência acadêmica (praticada por cientistas), não vêm sendo mais o foco dos currículos que orientam o EC, em especial as abordagens de investigação, pois, de modo geral, o que corrobora para este nosso posicionamento é o fato de o termo EI possuir um caráter não definitivo (conclusivo).

Ainda veremos que pesquisadores indicam que o uso do EI passou por diferentes concepções com o passar dos anos. Essas concepções por sua vez ocorreram em função de alguns fatores sociais, políticos, econômicos, interferirem diretamente nos objetivos da Educação Científica, ou seja, nos objetivos para a formação dos estudantes, os futuros cidadãos.

Sendo assim, neste próximo capítulo abordaremos as diferentes concepções do EI enfatizando sua influência maior a partir do período pós-Segunda Guerra Mundial, e então discorreremos a seu respeito dentro de uma sequência histórica formada por alguns momentos históricos até chegarmos ao seu uso em dias atuais.

#### 1.4 ALGUMAS PERSPECTIVAS HISTÓRICAS DO PERCURSO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Como vimos na seção 1.2, alguns autores reconhecem Dewey como principal precursor do EI, em virtude de ter inserido o termo *inquiry* no cenário educacional dos Estados Unidos (BARROW, 2006, p. 265; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71). Barrow

(2006, p. 265) reconhece e atribui a primeira perspectiva histórica do EI a Dewey pelo fato de recomendar a inclusão do *inquiry* no currículo de ciências K-12<sup>8</sup>.

Embora tenhamos Dewey como precursor desta abordagem de ensino, alguns trabalhos procuram discutir o que nominamos por EI, suas origens e a partir de que momento na história ele passou a ser utilizado (DEBOER, 2006, p. 17; BARROW, 2006, p. 266; ANDRADE, 2011, p. 122; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 113; SOLINO; GEHLEN, 2015, p. 914). Deboer (2006, p. 23) infere que os esforços para incorporar a investigação científica em sala de aula ocorreram desde meados do século XIX. Segundo ele, o ensino de ciências da época contemplava o uso de experimentos em laboratório para que os estudantes, por meio de investigações (pautadas na lógica indutiva), pudessem observar os fenômenos e argumentar por conta própria a fim de entender o motivo das coisas.

Alguns autores afirmam que a perspectiva do EI passou por modificações ao longo do século XIX (BARROW, 2006, p. 266; DEBOER, 2006, p. 17; ANDRADE, 2011, p. 122; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 113; SOLINO; GEHLEN, 2015, p. 914). Barrow (2006, p. 265) preocupou-se em descrever como as interpretações do EI mudaram durante o século XX. Deboer (2006, p. 17) empenhou-se em rever a história do EI com o intuito de esclarecer os vários significados que esta abordagem pedagógica teve com o decorrer dos anos. Andrade (2011) dedicou-se em discutir as diferentes concepções do EI em função dos interesses políticos e econômicos de cada momento histórico e enfatiza a vinda desta abordagem para o Brasil.

As modificações sofridas pelo EI ocorreram em função das influências e necessidades políticas, sociais e econômicas da sociedade, das concepções de investigação científica e dos fundamentos filosóficos que embasam esta abordagem de ensino em cada momento histórico (BARROW, 2006, p. 266; DEBOER, 2006, p. 17; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 142; ANDRADE, 2011, p. 122; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 113; SOLINO; GEHLEN, 2015, p. 914). Tais modificações também são resultado das mudanças ocorridas nos últimos 50 anos em relação às conceituações de Natureza da Ciência, das investigações científicas, dos processos de ensino e de aprendizagem, e dos objetivos da educação científica (GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 142; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2115).

Krasilchik (2000, p. 85) destaca que os objetivos de se ensinar ciências são

---

<sup>8</sup> A sigla K-12 caracteriza a educação primária e secundária como um todo. Dentre os países que utilizam esta sigla podemos mencionar os Estados Unidos, Canadá e Austrália.

influenciados e sofrem modificações de acordo com interesses políticos e econômicos de cada país. Esta autora afirma que tais interesses vêm ditando e estabelecendo condições para que os estudantes sejam ensinados de forma a se tornarem cidadãos capazes de contribuir para o desenvolvimento econômico de seus países. Tais interesses políticos e econômicos causaram influências na elaboração de reformas educacionais que aconteceram e que ainda acontecem nas escolas (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

Krasilchik (2000, p. 86) apresenta quatro elementos fundamentais para se discutir algumas tendências que ocorreram no ensino de ciências (objetivos do ensino, a concepção da ciência, instituições promotoras de reformas e modalidades didáticas recomendadas por estas) em função da situação mundial em alguns momentos históricos (Guerra Fria, Guerra Tecnológica e globalização) que influenciaram mudanças políticas, sociais, econômicas, culturais etc., que perduraram os anos de 1950 e 2000.

**Figura 1** – Evolução da Situação Mundial, segundo Tendências no Ensino 1950-2000

Tendências no Ensino	Situação Mundial			
	1950 Guerra Fria	1970 Guerra Tecnológica	1990 Globalização	2000
Objetivo do Ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar Elite</li> <li>• Programas Rígidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar Cidadão-trabalhador</li> <li>• Propostas Curriculares Estaduais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar Cidadão-trabalhador-estudante</li> <li>• Parâmetros Curriculares Federais</li> </ul>	
Concepção de Ciência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade Neutra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolução Histórica</li> <li>• Pensamento Lógico-crítico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade com Implicações Sociais</li> </ul>	
Instituições Promotoras de Reforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetos Curriculares</li> <li>• Associações Profissionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de Ciências, Universidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidades e Associações Profissionais</li> </ul>	
Modalidades Didáticas Recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aulas Práticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetos e Discussões</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jogos: Exercícios no Computador</li> </ul>	

**Fonte:** Krasilchick (2000, p. 86)

A figura acima destaca as tendências do EC em função de cada momento histórico, no entanto, não especifica qual(is) abordagem(ns) de ensino foram empregadas neste período de tempo analisado.

Baseamo-nos no quadro elaborado por Krasilchik (2000, p. 86) para discutirmos as concepções da abordagem do EI. Abordaremos a respeito de alguns episódios históricos (nacionais e internacionais) desde a década de 1950 até os dias atuais. Gostaríamos de esclarecer que tomamos esta decisão pelo fato de acreditarmos que esta estrutura nos permita apresentar com maior clareza nossos argumentos e discussões em uma sequência cronológica na qual estes episódios históricos ocorreram.

Focaremos nossa proposta em discutir alguns fatores que contribuíram para

a implementação do EI nos EUA, Europa (mais especificamente na Inglaterra) e a sua vinda para o Brasil. Buscaremos enfatizar a situação mundial, as necessidades socioeconômicas (nacionais e internacionais), as conceituações de ciência e de aprendizagem.

#### 1.4.1 O Ensino por Investigação a partir de 1950

No cenário pós-Segunda Guerra Mundial, reconhecido pela literatura como Guerra Fria, mais especificamente no dia 4 de outubro de 1957, o lançamento do primeiro satélite artificial da Terra Sputnik I deu aos russos (antiga URSS) o sucesso técnico-científico pela disputa espacial (KRASILCHIK, 2000, p. 85; BARROW, 2006, p. 266; ANDRADE, 2011, p. 125; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71; DUSCHL, GRANDY 2012, p. 2118; CRAWFORD, 2014, p. 11). Esta derrota levou a nação estadunidense e alguns países da Europa (em especial os países do Reino Unido liderados pela Inglaterra) a se preocuparem com a educação científica, refletir e questionar a qualidade dos professores de ciências, e o currículo de ciência que orientavam as escolas (BARROW, 2006, p. 266; ANDRADE, 2011, p. 125; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71; DUSCHL, GRANDY 2012, p. 2118).

De acordo com Krasilchik (2000, p. 85), os Estados Unidos e a Inglaterra passaram a investir em recursos humanos e financeiros almejando o *status* e o prestígio de ser a grande potência mundial (KRASILCHIK, 2000, p. 85). Segundo Schwab (1960, p. 181), a necessidade nacional estadunidense estava voltada em reconstruir o capital de mão de obra científica e treinada capaz de alavancar a indústria, a pesquisa, a educação dos americanos, além de conter o apoio popular voltado ao entendimento e à importância da ciência para o desenvolvimento econômico nacional.

Nos Estados Unidos, iniciativas políticas de educação científica criaram a *National Science Foundation* – NSF (Fundação Nacional de Ciências, tradução nossa) (DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110). No Reino Unido foi criada a *Nuffield Foundation* (Fundação Nuffield, tradução nossa) (KRASILCHIK, 2000, p. 86; DUSCHL, 2008, p. 268; ANDRADE, 2011, p. 129).

Em 1960 a NSF financiou o currículo de Ciências do Ensino Médio (Física, Química, Ciências da Terra e Elementar) providenciando o desenvolvimento do currículo e desenvolvimento profissional (cursos de capacitação profissional de professores) com ênfase em preparar futuros cientistas (BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL,

GRANDY, 2012, p. 2110).

Em busca de melhorias para o EC, o governo dos Estados Unidos com a ajuda de Universidades e profissionais acadêmicos elaborou materiais didáticos (livros, filmes instrutivos e materiais para laboratório e sala de aula) com a finalidade de envolver os estudantes em atividades investigativas para que estes passassem a se comportar como cientistas (KRASILCHIK, 2000, p. 85; BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 268; ANDRADE, 2011, p. 125; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110).

Independentemente da disciplina científica específica, os currículos dos anos 1960 foram supostamente planejados para promover habilidades de investigação (LEDERMAN, 2007, p. 842) a partir do envolvimento dos estudantes em atividades investigativas para que passassem a pensar como cientistas (DEBOER, 2006, p. 28; BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 268, ANDRADE, 2011, p. 125; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110;).

Dentre os materiais didáticos desenvolvidos nos EUA destacam-se os projetos de Física (*Physical Science Study Committe – PSSC*), de Biologia (*Biological Science Curriculum Study – BSCS*), de Química (*Chemical Bond Approach – CBA*) e (*Science Mathematics Study Group – SMSG*) (KRASILCHIK, 2000, p. 85; ANDRADE, 2011, p. 125). Na Inglaterra, a Fundação Nuffield também criou projetos de Física, Química e Biologia (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Almejando formar uma elite que fosse capaz de colocar os EUA novamente na hegemonia pela luta espacial, esses projetos citados acima (materiais didáticos) foram utilizados nas escolas secundárias daquele país com o intuito de despertar o interesse dos estudantes em futuras carreiras científicas (KRASILCHIK, 2000, p. 85; ANDRADE, 2011, p. 125).

Grandy e Duschl (2007, p. 142) afirmam que os materiais curriculares desenvolvidos para que os estudantes se envolvessem nas investigações científicas exigiram que o governo estadunidense investisse na infraestrutura das escolas (construção de laboratórios) e na formação de profissionais dentro destas perspectivas. Segundo Duschl e Grandy (2012, p. 2118), a NSF financiou institutos de professores para que preparassem estes profissionais para ensinar esses novos currículos com base em investigação. Barrow (2006, p. 266) menciona que a NSF também patrocinou o *Project Synthesis* (Projeto Sínteses, tradução nossa). Este projeto estudou o EI em duas dimensões: uma relacionada ao conteúdo para os professores e alunos e a outra voltada às estratégias utilizadas pelos professores de ciências para ajudar os alunos a aprender ciências (BARROW, 2006, p. 267).

Os currículos desse período eram baseados no tradicionalismo ou racionalismo acadêmico e o processo de ensino e aprendizagem vigente era influenciado por pensadores behavioristas (comportamentalismo) (KRASILCHIK, 2000, p. 87).

Nesse momento histórico a ciência era considerada como uma atividade neutra, isolada da sociedade e não se discutiam os valores sob os quais os cientistas produziam seus trabalhos (KRASILCHIK, 2000, p. 85). Estes fatos podem ser observados nas atividades realizadas pelos estudantes, pois eles se envolviam em investigações científicas seguidas de sequências fixas e rígidas estabelecidas pelo método científico sem julgar a forma e as relações (sociais, econômicas, políticas) em que esses conhecimentos foram elaborados (ANDRADE, 2011, p. 126).

Nesse período pós-Segunda Guerra Mundial o Brasil era um país em processo de industrialização e importava produtos industrializados de países desenvolvidos (KRASILCHIK, 2000, p. 87).

Com o objetivo de superar a dependência tecnológica, o Brasil decidiu investir na preparação de estudantes que pudessem vir a desenvolver o progresso científico e tecnológico com o objetivo de tornar-se autossuficiente (KRASILCHIK, 2000, p. 87).

Devido à importância da ciência para o desenvolvimento econômico do País, de acordo com Andrade (2011, p. 125), o EI teve o seu início no Brasil a partir da importação e tradução dos *kits* didáticos estadunidenses (para a Física o PSSC), por meio de projetos do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). O IBECC, com base nos *kits* estadunidenses, desenvolveu materiais complementares a estes, como por exemplo, o projeto “Iniciação Científica” (ANDRADE, 2011, p. 125). Assim como nos Estados Unidos esses materiais foram distribuídos nas escolas de nível básico e tinham como objetivo envolver os alunos em investigações científicas a partir de experimentos de laboratório de modo a incentivá-los a seguir em carreiras científicas (ANDRADE, 2011, p. 125; KRASILCHIK, 2000, p. 85).

No período que se estende entre as décadas de 1960-1980, o cenário mundial passa pelo período de industrialização, no qual a Ciência e a Tecnologia passam a ser vistas como nova perspectiva de alavancar o crescimento econômico e o desenvolvimento dos países (KRASILCHIK, 2000, p. 85; CHARLOT, 2013, 42).

Países ao redor do mundo (principalmente os considerados desenvolvidos) passam a investir em currículos que contemplem o EC almejando contribuições para desenvolvimento e avanço de novas tecnologias (ANDRADE, 2011, p. 125).

O processo acelerado da industrialização, dentre outros fatores, fez com que

aumentassem as crises ambientais, a poluição, a falta de energia, engrandecendo os problemas sociais ao redor do mundo, o que conseqüentemente culminou na necessidade de novas propostas para as disciplinas científicas (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

Neste período o Brasil passou por transformações políticas, indo de um regime democrático para a Ditadura Militar (1964-1985) e retornando novamente à democracia que perdura até os dias atuais.

Durante esta reviravolta política a escola deixa o objetivo de formar uma elite privilegiada e passa a ser responsável pela educação de todos os cidadãos (KRASILCHIK, 2000, p. 86; CHARLOT, 2013, p. 273). As intenções de formar cientistas dão lugar ao preparo de cidadãos trabalhadores que ajudarão no desenvolvimento econômico do País (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

Neste mesmo momento histórico o EC passou por mudanças significativas. Podemos destacar mudanças que ocorreram na Educação Científica e na concepção de Natureza da Ciência. Na Educação Científica, o behaviorismo atuante nos princípios pedagógicos e na psicologia da aprendizagem começa a ser questionado, rejeitado e passa a ser substituído por teorias cognitivistas (Piaget) e socioculturalistas (Vygotsky) (GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 142; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110). O ensino passa a ser centrado nos estudantes e a ideia de aquisição de conhecimento passa a ser substituída pela de construção. Na Natureza da Ciência, o tradicionalismo acadêmico pautado no positivismo lógico passa a ser questionado pelas correntes filosóficas de HFSC (GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 142; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110). As visões limitadas de ciência neutra passam a ser correlacionadas aos aspectos políticos, sociais, econômicos (KRASILCHIK, 2000, p. 89; ANDRADE, 2011, p. 128). De acordo com Andrade (2011, p. 128), essas relações que envolvem a Ciência e a Sociedade têm suas origens relacionadas ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (hoje Ciência, Tecnologia e Sociedade Ambiente – CTSA), iniciada entre as décadas de 1960 e 1970.

Neste momento as atividades investigativas tinham o enfoque de discutir a respeito da Natureza da Ciência e as interações CTS (relações sociais, culturais, políticas, religiosas entre outras esferas) (DEBOER, 2006, p. 31; ANDRADE, 2011, p. 127), além de terem o propósito de proporcionar aos estudantes a aprendizagem dos conhecimentos científicos, os quais seriam construídos a partir do seu envolvimento na busca de soluções para problemas que fossem relevantes para suas vidas (KRASILCHIK, 2000, p. 89; DEBOER, 2006, p. 31). Krasilchik (2000, p. 89) destaca que os problemas a serem resolvidos pelos estudantes envolviam assuntos como lixo, fontes de energia, economia de recursos

naturais, crescimento populacional, ou seja, problemas oriundos do aceleramento da industrialização. Deboer (2006, p. 30) salienta que as questões investigativas poderiam tratar a respeito de espécies ameaçadas de extinção, poluição do ar e da água, eliminação de resíduos nucleares, aquecimento global.

Relativo a este período, Barrow (2006, p. 267) afirma que Rutherford recomendou que todos os professores de ciências tivessem formação em História e Filosofia da Ciência, partindo da consideração de que investigações futuras pudessem ocorrer em virtude do conteúdo e dos conceitos e as formas com que estes foram construídos e elaborados.

O fim da década de 1980 e o início da década de 1990 são marcados pelo fim da Guerra Fria, o forte crescimento industrial, o avanço de novas tecnologias computacionais, e o surgimento de novas lógicas socioeconômicas e de modernização. Neste período a mudança estrutural do capitalismo mundial ocasionou uma integração econômica internacional, que culminou no estabelecimento e desenvolvimento da Globalização (CHARLOT, 2013, p. 38).

Segundo Charlot (2013, p. 47), a Globalização pode ser entendida como um fenômeno econômico, do qual podemos notar a integração de economias e sociedades do mundo, em virtude dos fluxos maiores de bens, serviços, capital, tecnologias e ideias.

Neste momento emerge no cenário internacional o movimento “escola para todos” (KRASILCHIK, 2000, p. 89) ou “educação para todos” (CHARLOT, 2013, p. 38). Nos EUA a intenção de formar cientistas é substituída por uma meta abrangente “Ciências para todos”, na Inglaterra o propósito estava voltado para “Entendimento público da Ciência” (DUSCHL, 2008, p. 268; ANDRADE, 2011, p. 127; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2111).

Segundo Krasilchik (2000, p. 89), “[...] A preocupação com a qualidade da ‘escola para todos’ incluiu um novo componente no vocabulário e nas preocupações dos educadores, ‘a alfabetização científica’”.

A nova necessidade econômica de Ciência e Tecnologia fez com que novas mudanças ocorressem na Educação Científica. As mudanças se concentraram em elaborar currículos nos quais se desejavam formar futuros cidadãos que fossem capazes de tomar decisões e atuar em uma sociedade na qual a Ciência e os avanços da Tecnologia eram cada vez mais presentes e influentes para o desenvolvimento socioeconômico (KRASILCHIK, 2000, p. 89; DUSCHL, 2008, p. 268; ANDRADE, 2011, p. 127; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2111).

As novas reformas educacionais retomam as atividades investigativas como

práticas de Ensino que levem os estudantes a serem alfabetizados cientificamente (ANDRADE, 2011, p. 127).

Neste momento histórico os EUA e a Inglaterra passaram a definir seus propósitos para a Educação Científica por meio de documentos elaborados por agências do governo das quais estipulam padrões a serem seguidos (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 402; DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2111). De acordo com Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 402), estes padrões orientam uma direção unificada para o ensino e aprendizagem de ciências durante o século XXI.

No que diz respeito aos Estados Unidos, podemos destacar os documentos *National Science Education Standards* (NSES) (Padrões Nacionais de Educação Científica, tradução nossa) e o *Inquiry and the National Science Education Standards* (Investigação e os Padrões Nacionais de Educação Científica, tradução nossa) elaborados pelo *National Research Council* (NRC) (Conselho Nacional de Pesquisa, tradução nossa), *Project 2061* (Projeto 2061, tradução nossa), *Benchmarks for Scientific Literacy* (BFSL) (Referências para a Alfabetização Científica, tradução nossa) e *Atlas of Scientific Literacy* (Atlas da Alfabetização Científica, tradução nossa), elaborados pela *American Association for Advancement of Science* (AAAS) (Associação Americana para o Avanço da Ciência, tradução nossa).

Documentos e projetos produzidos por comitês governamentais, como por exemplo, NRC e AAAS, são parâmetros elaborados com a tentativa de chegar a um consenso em relação aos requisitos que os alunos devem saber para serem cientificamente alfabetizados, além de também indicarem aspectos que a formação dos estudantes deve contemplar

(ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 398; DEBOER, 2006, p. 31; BARROW, 2006, p. 265; DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 211; CRAWFORD, 2014). Segundo Abd-El-

-Khalick *et al.* (2004, p. 398), os documentos da reforma da educação científica elaborados pela AAAS e NRC apresentam concepções de ensino e aprendizagem por meio de investigações com reflexões voltadas a respeito da Natureza da Ciência e da educação. Duschl e Grandy (2012, p. 2112) afirmam que os documentos BFSF e o NSES foram utilizados pelos estados estadunidenses como base para o currículo de ciências.

Segundo Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 398), os documentos da reforma da educação científica apresentam concepções de ensino e aprendizagem por meio de investigações com reflexões voltadas a aspectos da natureza da ciência e da investigação

científica. De acordo com os autores citados na afirmação anterior, estes documentos esperam que os estudantes dominem habilidades de investigação tanto quanto desenvolvam entendimentos de como a investigação científica pode ser elaborada.

Documentos que contêm esta natureza são elaborados e à medida que os anos passam são revistos e reavaliados de modo a atenderem melhor os objetivos e interesses dos países quanto à formação de seus estudantes, futuros cidadãos.

Segundo alguns autores (BARROW, 2006, p. 268; DEBOER, 2006, p. 21; MUNFORD; LIMA, 2007, p. 98; SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 79; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2130; CRAWFORD, 2014; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 113), o documento NSES defende o uso de abordagens investigativas para o ensino de ciências. Grandy e Duschl (2007, p. 143) afirmam que o termo “inquiry” está contido no NSES com objetivo de os alunos aprenderem a fazer investigações e desenvolver compreensões da natureza da investigação científica, além de ser fundamental para o BFSL. Deboer (2006, p. 21) infere que o documento NSES contém diversas formas em que o EI possa ser usado de modo a contribuir no processo de aprendizagem dos estudantes.

Com base nas propostas dos documentos americanos NRC (2012) e *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013) (Padrões de Ciência da Próxima Geração, tradução nossa) Crawford (2014) menciona a seguinte definição para ensinar ciências por investigação:

Ensinar ciências por investigação requer envolver os alunos no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, que inclui elaborar perguntas, projetar e realizar pesquisas, interpretar dados a partir de evidências, criar argumentos, construir modelos e comunicar descobertas na busca de aprofundar sua compreensão usando lógica e evidência a respeito do mundo natural (CRAWFORD, 2014, s. p., tradução nossa).

Andrade (2011, p. 134) alega que as pesquisas em EI e os modelos de ensino mais recentes desta abordagem no Brasil se referenciam em documentos oficiais de reformas curriculares dos EUA e Europa, como por exemplo, NRC e AAAS.

No Brasil atual, no que se refere ao EC, a BNCC menciona a respeito da importância e relevância da abordagem do EI para a aprendizagem dos estudantes. Isso pode ser constatado, quando mencionam que:

[...] A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir

de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p. 551).

De acordo com a BNCC, as atividades investigativas devem se preocupar em tratar questões globais e locais de diferentes contextos socioculturais, como por exemplo, desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear, uso de transgênicos na agricultura. A afirmação anterior também pode ser notada quando este documento alega que, “[...] as competências específicas e habilidades propostas exploram situações-problema envolvendo melhoria na qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras” (BRASIL, 2018, p. 550).

Segundo Sasseron (2018), embora o EI tenha sido mencionado como um dos elementos estruturantes para o currículo de Ciências da Natureza da BNCC, nota-se uma ênfase pouco efetiva para a promoção desta abordagem quando comparada aos estudos desta área de pesquisa. Sasseron (2018, p. 1083) infere que, apesar da BNCC mencionar que a formação de professores esteja alinhada com suas propostas, não se encontra na mesma diretrizes mais específicas a respeito dos moldes para esta formação, a não ser a referência do seu próprio texto.

A proposta da BNCC ainda caracteriza-se como um desafio para escolas e professores, pois, pelo pouco tempo de sua publicação ainda faltam noções acerca das implicações do documento bem como das suas consequências para a Educação básica uma vez que envolve muitos mais aspectos além da proposta investigativa.

A seguir abordaremos algumas discussões que envolvem as diferentes variações do EI e algumas características essenciais para o desenvolvimento de suas propostas, segundo alguns autores que pesquisam esta área em específico.

## 2 A DIVERSIDADE DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo dividimos nossas discussões em três seções.

Na seção 2.1 versaremos a respeito das diferentes variações do EI e como alguns referenciais o caracterizam. Abordaremos também a respeito de algumas características que abrangem esta temática, dentre elas, o papel do professor e dos estudantes, os níveis das atividades investigativas, o planejamento de ambientes de aprendizagem, a elaboração de currículos e a formação de professores nesta perspectiva.

Em 2.2 abordaremos algumas intenções do uso do EI, em especial o desenvolvimento de competências e habilidades por parte dos estudantes.

Por fim, na seção 2.3 apresentaremos algumas críticas em relação ao EI, nos quais alguns pesquisadores relatam aspectos negativos quanto ao uso desta abordagem de ensino, assim como obstáculos a serem superados.

### 2.1 AS DIFERENTES VARIAÇÕES DO TERMO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Neste tópico abordaremos algumas reflexões e discussões que vêm sendo apresentadas por algumas literaturas que inferem a respeito de aspectos pertinentes às conceituações do EI.

O EI não se fundamenta como um método fechado e rígido. Na verdade não existe uma única abordagem do EI, nem uma maneira exata em que possa ser usado. O que podemos dizer é que existe um consenso entre os pesquisadores no que diz a respeito a uma diversidade de visões e conceituações acerca do EI (COLLINS; O'BRIEN, 2003; DEBOER, 2006; BARROW, 2006; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CRAWFORD, 2014; RUTTEN; VEEN; JOOLINGEN, 2015, p. 4; WARTHA; LEMOS, 2016).

A forma com que o termo investigação foi conceituado e a mudança de suas concepções com o passar dos anos corroboram na dificuldade de se definir o que venha a ser o EI. Segundo Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 398), muito do que se tem como EI em sala de aula são visões apresentadas nos documentos de reforma da educação científica.

Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 398) relatam os resultados de discussões compartilhadas em um simpósio internacional de educação científica, no qual pesquisadores de diferentes países mencionavam a respeito de questões semelhantes que envolvem o EI em seus contextos regionais (Líbano, Estados Unidos, Israel, Venezuela, Austrália e Taiwan).

Conceituações de EI podem ser encontradas nas literaturas com diferentes

nomenclaturas, dentre elas, *inquiry*, ensino por descoberta, resolução de problemas, aprendizagem por projetos e questionamentos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68). Wartha e Lemos (2016, p. 7) destacam as abordagens da resolução de problemas e o ensino por descoberta.

Com relação à Resolução de Problemas, Pozo e Crespo (1998, p. 77) mencionam que ensinar ciências por meio desta abordagem não necessariamente requer uma imitação ou aproximação forçada à investigação científica, muito menos que os estudantes tornem-se pequenos cientistas. A propósito, a relevância desta abordagem tem como objetivo ajudar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de investigação mais próximas ao da ciência. Pozo e Crespo (1998, p. 85) julgam ser essenciais que os problemas propostos devem iniciar de ideias formuladas pelos alunos a partir de seus conhecimentos prévios, e que estas sejam contrastadas por ideias alternativas que os levem a refletir e reformular suas ideias iniciais com base nas novas informações contrastadas. Além disso, afirmam que, quando dispostos novamente diante de um novo problema, espera-se que os alunos deixem de se pautar em conhecimentos prévios oriundos de sua vivência e experiências cotidianas, e passem a se comportar a partir de uma fundamentação científica mais elaborada, reflexiva e rigorosamente sistemática, como acontece no caso dos cientistas quando se deparam com a mesma situação (POZO; CRESPO, 1998, p. 76).

Na abordagem reconhecida pela literatura como Metodologia da Problematização (MP), as atividades investigativas têm seu início a partir de uma problematização, e não de um problema (BERBEL, 1998; SILVA; DELIZOICOV, 2008).

Embora os termos problemas e problematizações possam aparentar uma similaridade escrita, não podemos referir a ambos com o mesmo sentido e significado. Em alguns casos encontramos anunciantes que consideram estas abordagens sendo a mesma, ou que uma das propostas seja suficiente para a adoção da outra (BERBEL, 1998, p. 141).

A MP normalmente é apropriada em casos que se deseja abordar questões éticas, sociais, políticas e econômicas (BERBEL, 1998, p. 142). De acordo com Berbel (1998, p. 142), “[...] temos proposto a Metodologia da Problematização como metodologia de ensino, de estudo e de trabalho, para ser utilizada sempre que seja oportuno, em situações em que os temas estejam relacionados com a vida em sociedade”. Na MP os problemas são identificados e problematizados pelos alunos dentro de uma realidade social complexa e, após seu estudo poderão surgir outros problemas originados do que foi estudado (BERBEL, 1998, p. 149).

Deboer (2006, p. 20) menciona que o EI possui vários tipos de abordagens que têm como característica geral resolver um problema ou responder a uma questão da qual não se conhece.

Rutten, Veen e Joolingen (2015, p. 4) alegam que existem várias conceituações de EI nas quais geralmente o processo de investigação se inicia com perguntas e geração de hipóteses, continuando com processos cíclicos (que envolvem o planejamento, modelagem e comunicação de resultados) e terminando com a conclusão.

Zômpero e Laburú (2011, p. 73) realizam uma discussão elencando diversas abordagens acerca da utilização de atividades investigativas apontadas com diferentes autores que estudam esta metodologia de ensino em busca de convergências ou denominadores comuns. Seus resultados de análise mostram o caráter não conclusivo entre os autores, e que as atividades investigativas podem ocorrer de maneiras distintas, entretanto salientam que em todas as propostas as atividades partem de um problema o qual os alunos têm que resolver.

Crawford (2014), em busca de esclarecer os diversos significados do EI, alega a existência de diferentes variações no uso desta metodologia, das quais elenca o ensino baseado em projetos, problemas, modelos, ciência autêntica e ciência cidadã.

**Quadro 1 – Variações do Ensino de Ciências por Investigação**

<b>Componentes principais de variação</b>		<b>Expectativa</b>
Baseado em projeto	Conduzindo a colaboração de perguntas, o uso de novas tecnologias, artefatos autênticos	Os alunos realizam investigações significativas como um meio de aprender ciência e princípios.
Baseado em problemas	Resolvendo problemas reais do mundo	Os alunos aumentam as habilidades para resolver problemas; Desenvolver motivação intrínseca e aprendizagem autodirigida.
Ciência autêntica	Práticas científicas alinhando-se estreitamente com o trabalho dos cientistas; Significativos, dados reais para outros	Os alunos melhoram na compreensão da natureza da investigação científica e reconhecerem aspectos da natureza da ciência.
Ciência cidadã	Colaboração entre cientistas e voluntários; Professores ajudam os alunos a seguir protocolos na coleta de dados científicos	Os alunos contribuem com dados para os cientistas, que analisam os dados como parte de uma verdadeira investigação científica.
Investigação baseada em modelos	Geração, teste e revisão de modelos científicos	Os alunos aprendem a raciocinar sobre os dados e os fenômenos usando modelos; invente modelos, use-os e avalie-os.

Fonte: Crawford (2014, tradução nossa)

Crawford (2014) ressalta que, apesar das diferenças, as abordagens citadas

no Quadro 1 se desenvolvem a partir de uma questão-problema que leve os estudantes à investigação.

Collins e O'Brien (2003, p. 180) definem o EI como uma forma de os professores instruírem seus estudantes proporcionando-lhes informações, experiências ou problemas que sirvam de foco para que estes desenvolvam suas atividades de pesquisa (criar hipóteses ou tentativas de soluções, coletar dados, avaliar dados, elaborar conclusões e discutir resultados).

Munford e Lima (2007, p. 104) destacam que nas investigações científicas autênticas as práticas realizadas pelos cientistas presentes em uma investigação científica (por exemplo, tipos de raciocínios, a forma que investigam, interpretam resultados e elaboram respostas) são tidas como elementos centrais nas atividades investigativas desenvolvidas nas escolas e servem de parâmetro para diagnosticar o quanto de semelhança existe entre o que é realizado na escola com o que é realizado pelos cientistas.

No Brasil, Wartha e Lemos (2016, p. 7) apontam, dentre distintos referenciais, diferentes perspectivas de abordagens investigativas que estão em ascensão nas últimas décadas: abordagem CTS, abordagem problematizadora e a aprendizagem baseada na resolução de problemas.

Propostas de disseminação de práticas educativas no Ensino como a MP e a RP aparecem relacionadas com uma variedade de termos como, estratégia, método ou técnica de ensino, proposta pedagógica e curricular, entre outros (BERBEL, 1998, p. 140). No entanto, podemos notar que estas abordagens ainda sofrem influências dos modelos tradicionais e técnicos de ensino, quando notamos a recorrência dos termos *métodos* e *técnicas* de ensino. Recorrente a esta afirmação, Berbel (1998, p. 140) elenca que um dos fatores que corroboram para esta ocorrência se deve em função da resistência às mudanças dos que fazem pequenas adaptações em suas práticas tradicionais e acabam denominando-as de forma inconveniente como RP e MP.

Tendo o conhecimento das variações do uso do EI e de suas diferentes abordagens, compreendemos como sendo metodologias, estratégias e abordagens educativas (pedagógicas) focadas em atividades de sala de aula que evidenciam aspectos culturais do fazer científico, com a finalidade de facilitar aos estudantes a aprendizagem de práticas científicas (questionar, investigar e resolver problemas), do conhecimento científico e aspectos da filosofia e Natureza da Ciência (DEBOER, 2006, p. 17; SASSERON, 2015, p. 61). Estas atividades não devem ser direcionadas estritamente a questões do conteúdo científico a ser ensinado, mas também envolver aspectos do meio social, econômico, cultural

do país, entre outros, de modo a tornar o ensino mais significativo e interessante para os estudantes. Mais adiante, na seção 2.2 discutiremos com maiores detalhes algumas finalidades do EI.

O EI é pautado em aspectos da investigação científica, ou seja, pautado no trabalho dos cientistas que, resumidamente, se destaca pela investigação e busca por respostas para compreender aquilo que não se conhece (DEBOER, 2006, p. 18).

Algumas literaturas divulgam o *Ensino por Investigação* como sendo correspondente ao *Ensino como Investigação*. Esta é uma concepção errônea. Embora tenham semelhanças, estas abordagens se distinguem em diferentes aspectos. Ambas são pautadas em aspectos da investigação científica, no entanto com objetivos diferentes. Segundo Duschl (2008, p. 276), o que corroborou para esta interpretação errônea está relacionado às diferentes traduções dos materiais curriculares.

A utilização do termo *Ensino como Investigação* é o reflexo das fortes influências dos currículos das décadas de 1950 e 1960 nos dias atuais. Estes currículos estavam preocupados com a necessidade de formar cientistas e no intuito de tornar esta perspectiva efetiva os estudantes eram levados a pensar, agir e tomar decisões da mesma forma com a que os cientistas fazem ao se envolver em uma investigação científica (BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110). Esta metodologia tinha como objetivo formar pequenos cientistas.

Já no *Ensino por Investigação* os estudantes também se envolvem em atividades investigativas, no entanto, o objetivo desta abordagem é levar os alunos a desenvolver habilidades e competências necessárias para conhecer melhor a respeito da ciência e de seus processos, ou seja, alfabetizá-los cientificamente. Cabe ressaltar que esta atividade não impede que os estudantes futuramente venham a se tornar cientistas (DEBOER, 2006, p. 17; SASSERON, 2015, p. 61).

Outra concepção errônea que temos que ter conhecimento é que ensinar por meio de investigação e ensinar a respeito da investigação não necessariamente quer dizer a mesma coisa. Estudar a respeito da natureza da investigação científica não significa que ela esteja sendo abordada por meio do EI, pois professores podem orientar suas aulas utilizando métodos tradicionais de ensino (de modo não investigativo) para explicar a respeito da natureza da investigação científica, por exemplo, descrevendo aspectos e diferenças entre teorias, hipóteses, evidências, conclusões, observações e inferências (DEBOER, 2006, p. 18).

Assim como nas investigações científicas, no EI não necessariamente existe um “Método Científico”, ou seja, não existe uma única maneira ou forma de se obter

evidências científicas ou de se fazer ciência (DEBOER, 2006; BEVINS; PRICE, 2016, p. 5; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 147).

Na verdade, não existe e nem deve existir uma maneira exata ou particular para utilizar o EI em sala de aula. O esperado é que para o uso desta metodologia se tenha conhecimento dos aspectos filosóficos e teóricos que a fundamentam, e que seu emprego seja elaborado em função do contexto escolar (DEBOER, 2006, p. 20; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 147; BEVINS; PRICE, 2016, p. 5). Deboer (2006, p. 20) recomenda que a forma utilizada esteja de acordo com os objetivos e propósitos específicos do professor.

Munford e Lima (2007, p. 98) alertam que nem todos os temas devem ser ensinados por meio de abordagens investigativas, embora alguns sejam mais apropriados, recomendam que os professores diversifiquem suas abordagens e que as utilizem de acordo com seus objetivos e necessidades.

Outra discussão aborda a respeito dos professores organizarem situações de aprendizagem com componentes voltados apenas para aspectos investigativos. Segundo Munford e Lima (2007, p. 98), “[...] seria impossível considerar que uma única aula por si só seja investigativa”. Estes autores citados anteriormente relatam que as situações podem variar conforme as condições de contextos, conceitos a serem trabalhados, relação dos docentes com os alunos, características dos estudantes (entre outros), e que isto dificulta a incorporação de todos os elementos necessários para encadear uma sequência de aulas investigativas.

A maioria dos trabalhos existentes a respeito do EI parece ter aceitado os modelos atuais de investigação como um fato consumado e estabelecido, além de normalmente discutir a respeito das estruturas e processos de investigação em salas de aula de ciências (BEVINS; PRICE, 2016, p. 1).

Bevins e Price, (2016, p. 2) mencionam que diferentes profissionais da educação científica possuem diferentes e distintas visões do que entendem ser o EI, das quais se estendem desde simples atividades práticas apoiadas pelo professor até atividades lideradas absolutamente por estudantes sem apoio do docente. Eles destacam que esta confusão vem ocorrendo em função de pensar o EI, as abordagens ativas de ensino e aprendizagem, o construtivismo e a ideia de que os estudantes devem ter mais controle e assumir mais responsabilidade por sua própria aprendizagem como uma identidade única, alertando ainda a respeito da utilização superficial deste termo na elaboração de currículos que incluem algumas destas atividades.

Outro detalhe a ser mencionado é o nível de controle dos alunos nas atividades do EI. As atividades de investigação podem variar conforme os objetivos que os

professores têm em relação aos estudantes (DEBOER, 2006, p. 21; CRAWFORD, 2014; BEVINS; PRICE, 2016, p. 4).

Normalmente o controle e o direcionamento das atividades são estabelecidos de acordo com o nível de envolvimento intelectual dos alunos (DEBOER, 2006, p. 21; CRAWFORD, 2014; BEVINS; PRICE, 2016, p. 4).

Alguns autores mencionam que o nível de controle é classificado em *estruturado, orientado (guiado)* ou *aberto* (CRAWFORD, 2014; BEVINS; PRICE, 2016, p. 4). Segundo Crawford (2014), esses níveis de controle foram sugeridos por Schwab.

Indiferente dos níveis de controle, as atividades devem ser utilizadas em função dos contextos escolares, adaptando-se às necessidades e aos objetivos educacionais que os professores têm para com seus estudantes (ZABALA, 1998). Em quaisquer dos níveis, os professores estimulam os estudantes a realizarem suas atividades para que assim possam assimilar os conteúdos ensinados e construir sua aprendizagem (ZABALA, 1998).

Embora alguns autores apresentem os níveis e as formas com que são realizados de modo separado, eles ressaltam que estes intervalos desde o nível estruturado ao aberto ocorrem dentro de um intervalo contínuo. Essa alegação pode ser mencionada em relação ao fato de nem todos os estudantes se encontrarem com o mesmo nível intelectual para realizar as mesmas atividades propostas. Zabala (1998) nos alerta da necessidade de ajustar as atividades de modo que sigam processos graduais partindo de ideias mais simples para as mais complexas.

Segundo Zabala (1998), os níveis de envolvimento se relacionam dentro de uma continuidade da qual classifica desde as atividades mais simples centradas no professor (nível estruturado) até as mais complexas centradas nos estudantes (nível aberto). À medida que o nível deixa de ser estruturado e passa a ser guiado, o professor conduz seus estudantes de modo que possam assumir o controle, a direção e a responsabilidade da execução das atividades do nível aberto, que por sua vez exigirão que os estudantes sejam capazes de mostrar suas competências em contextos variados (ZABALA, 1998).

No que tange ao EI, Crawford (2014) e Bevins e Price (2016, p. 14) alegam que os níveis de investigação se distinguem pelo fato de quem elabora as questões e como os procedimentos das investigações são realizados. Resumidamente, de acordo com estes autores, na investigação estruturada o professor elabora a questão de pesquisa e fornece aos estudantes as técnicas para se investigar; na orientação o professor fornece a questão, mas não fornece os procedimentos; e na investigação aberta os estudantes escolhem a questão de investigação e os procedimentos que irão realizar.

Carvalho (2006, p. 83) classificou em um quadro o grau de liberdade que o professor oferece aos alunos em aulas de laboratório.

**Quadro 2** – Graus de liberdade professor/aluno em aulas de laboratório

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	-	P	P	P	A/P
Hipóteses	-	P/A	P/A	A/P	A
Plano de trabalho	-	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos dados	-	A/P	A	A	A
Conclusão	-	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/ Sociedade

Fonte: Carvalho (2006, p. 83)

No Quadro 2, a letra P indica a atuação do professor, e A do aluno. Pelo fato de se preocupar com a participação do aluno na construção de seu próprio conhecimento, Carvalho (2006, p. 83) menciona que o Grau I foi desconsiderado, devido nele haver apenas a atuação do professor. Referente ao Grau II, o professor propõe a atividade, o plano de trabalho e orienta os estudantes na obtenção dos dados. Na conclusão, os alunos apresentam seus resultados e os professores orientam os debates envolvendo toda a sala, de modo que a partir das discussões coletivas o problema proposto seja solucionado. Carvalho (2006, p. 84) considera este um ponto importante para a enculturação científica, pelo fato do conhecimento ser construído coletivamente, assim como nas comunidades de pesquisa. Na medida em que os graus avançam, os estudantes vão tendo mais liberdade de atuação (Grau III e IV), até chegarem no Grau V, quando os estudantes, assim como em cursos de mestrado e doutorado, são capazes de elaborar um problema e solucioná-lo (CARVALHO, 2006, p. 84).

Outra discussão pertinente diz respeito aos trabalhos práticos e teóricos acerca do EI. Denominamos por *teóricos* os trabalhos que em sua estrutura abordam e discutem a respeito de alguns princípios teóricos, filosóficos e epistemológicos que abarcam as fundamentações na perspectiva do EI. Já os trabalhos considerados *práticos* são aqueles que abordam e apresentam relatos e resultados de pesquisa empírica pautados nos aspectos desta abordagem.

Na literatura brasileira normalmente os trabalhos apresentam mais propostas práticas do que discussões teóricas que relacionam o EI. Andrade (2011, p. 130) realizou um

levantamento dos artigos apresentados entre a 1ª e a 6ª edição do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e de algumas revistas nacionais que abrangem os anos de 1997 a 2007 e notou que poucos trabalhos discutem a respeito dos princípios teóricos e filosóficos que alicerçam esta metodologia de ensino.

Normalmente os trabalhos teóricos tratam de assuntos mais gerais e de discussões que abarcam todas as disciplinas relativas ao EC. No entanto, as propostas práticas direcionam-se para cada área em específico, como por exemplo, Física, Química e Biologia. No que diz respeito à Física, no Brasil podemos destacar alguns trabalhos: Borges e Rodrigues (2005); Souza *et al.* (2009); Júlio e Vaz (2010); Júlio, Vaz e Fagundes (2011); Pereira, Soares e Andrade (2011); Oliveira e Souza (2011); Pereira (2013); Sousa, Malheiros e Figueiredo (2015); Penha, Carvalho e Vianna (2015); Solino e Gehlen (2015); Ferraz e Sasseron (2017).

Embora o número de trabalhos práticos seja superior, a quantidade de pesquisadores e educadores que se voltam para discussões teóricas e filosóficas do EI vem aumentando. Entre eles podemos citar Sandoval (2005), Deboer (2006), Barrow (2006), Grandy e Duschl (2007), Munford e Lima (2007), Rodrigues e Borges (2008), Silva e Delizoicov (2008), Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011), Zômpero e Laburú (2011), Andrade (2011), Valadares (2012), Crawford (2014), Clement, Custódio e Alves Filho (2015), Bevins e Price (2016), Sedano e Carvalho (2017), Zômpero, Gonçalves e Laburú (2017).

Munford e Lima (2007, p. 91) nos indicam que recorrer à literatura de outros países, dos quais tenham esta abordagem mais bem definida (sistemizada e direcionada), pode nos ajudar a compreender melhor a respeito de como ela vem sendo desenvolvida, o uso de referenciais coerentes, os resultados de pesquisas e as críticas. Com relação a esta afirmação consentimos que seja importante ter conhecimento do que vem sendo desenvolvido em outros países, no entanto, ressaltamos que as propostas a serem elaboradas em quaisquer outros lugares devem ser pensadas e planejadas em função de suas necessidades, das características e dos contextos escolares.

Conhecer melhor a respeito das discussões teóricas e dos fundamentos que embasam as abordagens do EI pode nos ajudar num planejamento mais adequado para as ciências escolares, como por exemplo, no desenvolvimento de currículos, formação de professores e ambientes de aprendizagem.

No que se refere a planejar as ciências escolares, Grandy e Duschl (2007, p. 146) apontam como objetivos desenvolver currículos, ambientes apropriados para estudantes e professores que promovam aprendizagem dos alunos, oferecendo-lhes suportes para que

estes possam desenvolver habilidades que os ajudem na construção de conhecimento do conteúdo científico e da Natureza da Ciência.

Com relação à elaboração de currículos, Grandy e Duschl (2007, p. 148) destacam alguns aspectos que envolvem os ambientes de uma sala de aula em que ocorra o uso de abordagens do EI. Segundo eles, a aprendizagem em um ambiente de investigação requer que alunos e professores assumam responsabilidades nas quais mencionam: (a) envolver em questões orientadas cientificamente; (b) dar prioridade à evidência para responderem a perguntas; (c) conectar suas explicações ao conhecimento científico; (d) comunicar e justificar suas explicações; (e) formular críticas apropriadas para explicações alternativas; (f) criar suas próprias investigações; (g) elaborar testes para discriminar entre explicações; e, (h) refletir que às vezes pode haver múltiplas explicações e nenhuma resposta definitiva.

Dentro destas responsabilidades mencionadas anteriormente, planejar currículos baseados em investigação em longo prazo requer pensar em condições nas quais os ambientes de aprendizagem estejam focados nos estudantes de modo a possibilitar o maior envolvimento e autonomia destes nas realizações das atividades propostas e na construção de sua própria aprendizagem.

Nas salas de aula de ciências, as atividades investigativas devem oferecer condições que possibilitem aos estudantes serem capazes de resolver problemas fazendo uso de raciocínio hipotético-dedutivo, visando compreender as relações entre variáveis de um fenômeno, elaboração de modelos, leis e teorias (SASSERON, 2015, p. 58).

De modo superficial, ao professor de uma sala de aula em investigação cabe apoiar a aprendizagem dos estudantes durante a realização das atividades para que estes possam compreender natureza da investigação científica. Autores destacam a multiplicidade de papéis identificados para um professor em um ambiente de sala de aula em investigação, por exemplo, motivador, guia, orientador, inovador, colaborador, aluno etc. (CRAWFORD, 2000, 2014).

As condições para as quais estes ambientes de aprendizagem venham a acontecer nos remetem a refletir e pensar melhor a respeito da formação dos professores para a abordagem do EI.

Segundo Grandy e Duschl (2007, p. 159), alguns professores que alegam fazer o uso do EI em suas salas de aula fundamentam suas concepções a respeito da ciência no Método Científico e são desprovidos dos conhecimentos epistêmicos da ciência. Dentro desta perspectiva é preciso formar professores para que, além do conhecimento do conteúdo, sejam

capazes de compreender estruturas conceituais, cognitivas, epistêmicas, sociais e de desenvolver abordagens dialógicas para o ensino (GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 159).

Em uma conferência internacional com o intuito de estabelecer consensos no que diz respeito ao termo “*inquiry*” (“investigação”, tradução nossa), Grandy e Duschl (2007), por meio de trabalhos, comentários e discussões, elaboraram um comparativo entre os métodos tradicionais de ensino (ensino por transmissão) e o EI. Segundo eles, embora ambos concordem com as estruturas conceituais e os processos cognitivos que envolvem raciocínio de temas científicos, as concepções tradicionais elaboradas a partir do Método Científico simplificam a natureza da observação e da teoria, ignoram quase que completamente as estruturas conceituais e epistêmicas da ciência, bem como os processos e contextos sociais dos quais o conhecimento é elaborado, comunicado, representado e argumentado.

Tendo conhecimento das críticas quanto à ineficácia do Método Científico, os cursos de formação de professores em ciências devem fornecer oportunidades para que estes conheçam melhor a respeito das abordagens do EI e que sejam imersos em realizar atividades de pesquisa e investigações durante a sua formação (BARROW, 2006, p. 272; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 159; CRAWFORD, 2014). Azevêdo e Fireman (2017, p. 144) sugerem a necessidade de aproximar o conhecimento científico e tecnológico do contexto da sala de aula e aconselham que os docentes sejam preparados para desenvolver atividades investigativas que discutam questões relacionadas com a sociedade, estimulando os estudantes na compreensão da construção do conhecimento científico, da natureza construtivista da Ciência e na promoção de sua alfabetização científica.

Concordamos que, independente da forma com que o EI seja utilizado em sala de aula, é importante que se tenha conhecimento de seus princípios filosóficos, junto aos estudos psicológicos e pedagógicos dos processos de ensino e aprendizagem de modo que seu uso consiga ajudar a alcançar os resultados educacionais específicos desejados (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 398).

Após mencionarmos algumas variações do uso das abordagens do EI, e o modo com que autores os caracterizam, a seguir apresentaremos algumas finalidades para as quais o EI vem sendo utilizado em dias atuais.

## 2.2 INTENÇÕES DO USO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM DIAS ATUAIS

Nesta seção versaremos a respeito de algumas das intenções que as abordagens do EI vêm sendo utilizadas.

Segundo Bevins e Price (2016, p. 4), muitos educadores direcionam e focam seus ideais para o uso desta abordagem de ensino, de modo que os aprendizes adquiram uma boa alfabetização científica.

Ensinar os alunos por meio de modelos pautados nas investigações científicas pode atribuir propósitos distintos: (a) preparar futuros cientistas; (b) desenvolver cidadãos que possam ser pensadores autônomos e independentes capazes de buscar respostas para questões que considerem importantes; (c) como ferramenta pedagógica, contribuindo para melhores compreensões a respeito dos métodos, dos conteúdos e dos princípios da ciência; (d) como motivação intrínseca dos alunos quando comparado ao estilo de recepção; (e) desenvolver habilidades de investigação (DEBOER, 2006, p. 18).

As atividades de investigação também podem aproximar os estudantes da forma como os conhecimentos científicos são produzidos favorecendo o acesso às práticas da cultura científica, atrelada a aspectos históricos, políticos, culturais, econômicos e sociais, possibilitando melhor compreensão a respeito da Natureza da Ciência, contribuindo para sua alfabetização científica (POZO; CRESPO, 1998, p. 84; DEBOER, 2006, p. 18; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 147; VALADARES, 2012; SOLINO; GEHLEN, 2014a, p. 80; SOLINO; GEHLEN, 2014b, p. 158; SASSERON, 2015, p. 58; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 111; BEVINS; PRICE, 2016, p. 1; FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 43; SEDANO; CARVALHO, 2017, p. 200; SILVA; TRIVELATO, 2017, p. 141).

O EI proporciona aos estudantes uma melhor construção de sua aprendizagem, permite aumentar a sua capacidade de compreensão, melhora a motivação, autoestima, tomada de decisão, autonomia e capacidade de lidar com novas situações em um mundo cada vez mais complexo (BEVINS; PRICE, 2016, p. 3). Pode ajudar os alunos no desenvolvimento de habilidades cognitivas, cooperação entre eles e melhores compreensões do trabalho científico (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68; VALADARES, 2012).

Bevins e Price (2016, p. 3) inferem que defensores do uso do EI afirmam que ele é capaz de aprofundar as compreensões dos estudantes a respeito da Natureza da Ciência, desenvolver habilidades de pensamento crítico e promover a aprendizagem autônoma.

De acordo com Deboer (2006, p. 18), as experiências práticas vivenciadas pelos estudantes na abordagem do EI proporcionam a eles melhores compreensões a respeito de como o mundo e a ciência funcionam, dos princípios da ciência e do conteúdo científico.

Para Sedano e Carvalho (2017, p. 200), o EI oportuniza os estudantes a trabalharem em pequenos grupos em busca da resolução de um problema do qual elaboram e

testam hipóteses e que após a resolução comunicam, argumentam, questionam e discutem coletivamente as etapas e suas tomadas de decisão vivenciando desta forma práticas da cultura científica provida de regras, valores, práticas e linguagens próprias.

Segundo Pozo e Crespo (1998, p. 84), a estratégia didática das pequenas pesquisas, apesar de algumas limitações (tempo para realizar tarefas, materiais, problemas muito simplificados etc.), é a melhor aproximação para que o estudante domine procedimentos da ciência e passe a ter uma visão menos idealizada e falsa a respeito dos processos de construção do conhecimento científico.

Trivelato e Tonidandel (2015, p. 103) salientam que os estudantes, a partir de atividades de investigação, desenvolvam ou aprimorem suas capacidades de observar, manipular materiais de laboratórios, refletir, discutir, explicar e relatar, sendo estas habilidades próximas do fazer científico e da investigação científica.

Conforme Zômpero e Laburú (2011, p. 73), o envolvimento dos estudantes com atividades investigativas desempenha finalidades de desenvolver habilidades cognitivas, realizar procedimentos como elaborar hipóteses, anotar e analisar dados e desenvolver a capacidade de argumentação. A partir de atividades de investigação os estudantes são capazes de desenvolver habilidades cognitivas: observar, registrar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar (VALADARES, 2012; ZÔMPERO; GONÇALVES; LABURÚ, 2017, p. 420).

Muitos trabalhos empíricos vêm apoiando o EI devido à sua eficácia ao relatarem resultados positivos de aprendizagem por parte dos alunos ao se envolverem de forma ativa nas atividades e também por desenvolverem competências científicas (BEVINS; PRICE, 2016, p. 1). Pesquisas discutem elementos relacionados às atividades investigativas no que tange às expectativas de aprendizagem, ao desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes (DEBOER, 2006, p. 18; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 147; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68; VALADARES, 2012; SASSERON, 2015, p. 58; BEVINS; PRICE, 2016, p. 1).

No que diz respeito ao uso de abordagens do EI em pesquisas direcionadas ao EF do EM, notamos que estas vêm sendo utilizadas nas mais diversas finalidades que envolvem estudantes. Referente a essa afirmação podemos citar os trabalhos de Souza *et al.* (2009), Hatzikranielis *et al.* (2010), Oliveira e Souza (2011), Pereira, Soares e Andrade (2011), Júlio, Vaz e Fagundes (2011), Pereira (2013), Rutten, Veen e Joolingen (2015), Penha, Carvalho e Vianna (2015), Sousa, Malheiros e Figueiredo (2015), Ferraz e Sasseron (2017), Fernandez (2017). Souza *et al.* (2009) utilizaram o modelo do EI por meio da

metodologia de situação de estudo, com o propósito de identificar as potencialidades que esta metodologia desempenha para o processo de ensino e de aprendizagem de Física, se favorece para ações disciplinares e se é capaz de motivar os alunos. Hatzikraniotis *et al.* (2010) investigaram o desenvolvimento dos estudantes em atividades experimentais investigativas guiadas pelo professor, das quais abordavam o conteúdo específico de condução de calor. Júlio, Vaz e Fagundes (2011) utilizaram as atividades de investigação a fim de pesquisar facetas do engajamento cognitivo, emocional e comportamental de um grupo de alunos. Em uma atividade investigativa voltada para se determinar o valor da aceleração da gravidade, Pereira (2013) analisou as interações discursivas de um pequeno grupo de alunos. Rutten, Veen e Joolingen (2015) investigaram o contexto pedagógico de ensino de uma turma utilizando simulações computacionais baseadas em abordagens investigativas. Ferraz e Sasseron (2017) utilizaram as Sequências de Ensino Investigativas (SEI's) com o propósito de investigar as ações tomadas pelos professores que promovem o surgimento e o desenvolvimento da argumentação pelos estudantes.

Dentre vários resultados de pesquisa podemos afirmar que o uso das atividades investigativas no EC estimulam o raciocínio dos estudantes, buscam romper com o caráter tradicional e tecnicista do ensino, redução da carência de significados por parte dos estudantes e estimulam a participação ativa destes na construção do seu próprio conhecimento.

Esperamos que os estudantes quando envolvidos em atividades investigativas, estas possam oferecer-lhes melhor entendimento a respeito da natureza do conhecimento científico, dos processos envolvidos na construção deste conhecimento, dos profissionais que fazem e atuam na ciência (cientistas), das relações da ciência com aspectos culturais da sociedade. Tais características remetem-nos a respeito de alguns aspectos da Natureza da Ciência.

Embora não seja o foco do nosso trabalho, achamos necessário conhecer um pouco a respeito da Natureza da Ciência, pois, além de contribuir para uma melhor alfabetização científica dos estudantes, ela também envolve aspectos quanto à compreensão das teorias científicas, dos modos de se realizar e interpretar investigações científicas, o que consequentemente pode nos ajudar a compreender melhor o que vem a ser o EI.

### 2.2.1 A Natureza da Ciência

O termo Natureza da Ciência (NdC) pode ser encontrado em diversos

escritos da área de Educação em Ciências como sinônimo da sigla NOS (do inglês, *Nature of Science*) (LEDERMAN, 2007, p. 831). Utilizaremos ao longo deste trabalho a sigla NdC.

Antes de dar sequência às discussões gostaríamos de esclarecer que neste trabalho não temos como objetivo investigar a fundo respostas que nos esclareçam a inteireza do que seja a NdC ou o que é a ciência.

Definir o que venha a ser e o que significa em sua completude a NdC é uma divergência que continua a existir entre filósofos, historiadores, sociólogos e educadores da ciência (LEDERMAN, 2007, p. 832; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2111). No entanto, de acordo com Lederman (2007, p. 832), em alguns pontos é possível notar pouca discordância, como por exemplo, as características do conhecimento científico por ser provisório e sujeito a mudanças, subjetivo, envolver inferência humana, ser social e incorporado culturalmente.

O EI é uma abordagem de ensino pautada em aspectos da investigação científica (DEBOER, 2007, p. 17; SASSERON, 2015, p. 61) e a sua utilização é uma maneira excelente para se ensinar a respeito da NdC (LEDERMAN, 2007, p. 835). Quando referimo-nos ao termo NdC preocupamo-nos em discutir a respeito de alguns aspectos e características da NdC no que se refere à epistemologia da ciência, aos processos da ciência, da construção e do desenvolvimento do corpo de conhecimento científico e da natureza da investigação científica, dos métodos e objetivos da ciência, do trabalho dos cientistas, da natureza social e subjetiva da ciência, assumindo estes elementos como necessários para a aprendizagem dos estudantes quando envolvidos em atividades propostas pelas abordagens do EI.

Necessitamos ter uma compreensão dos processos e dos aspectos sociais da ciência (LEDERMAN, 2007, p. 843). Abordaremos abaixo alguns pontos convergentes e consensos que possibilitem uma compreensão mais adequada da NdC.

O conhecimento científico não é fruto de observações e interpretações neutras, ele é subjetivo. Seu caráter de subjetividade pode ser observado no trabalho dos cientistas, que comumente ao investigarem problemas conduzem suas investigações carregados de teorias, crenças, conhecimentos prévios, experiências anteriores, formando uma mentalidade que afeta o que eles observam, o modo com que observam, como interpretam e dão sentido para suas observações (LEDERMAN, 2007, p. 834). Segundo Duschl e Grandy (2012, p. 2122), as observações dos cientistas são carregadas de teorias e os mesmos dados experimentais, quando observados por diferentes cientistas, podem ser interpretados por mais de uma maneira.

A ciência influencia e é influenciada pelo meio cultural do qual se encontra inserida. Ela resulta do esforço do trabalho humano e coletivo que afeta e é afetado pelo

contexto cultural do qual seus praticantes (os cientistas) também são produtos desta cultura que é definida pela organização social, estruturas de poder, política, filosofia, fatores socioeconômicos, religião etc (LEDERMAN, 2007, p. 834).

A ciência é um empreendimento resultado do esforço humano e coletivo ao longo de todas as gerações até os dias atuais. Ela é feita por cientistas (homens e mulheres) e estes são seres humanos que trabalham coletivamente, sendo capazes de elaborar teorias, tecnologias, instrumentos, linguagens técnicas, estruturas sociais, ambientes de aprendizagem etc. (DUSCHL, GRANDY, 2012, p. 2115).

O conhecimento científico nunca é absoluto ou definido por completo, ele inclui fatos, teorias e leis, que estão sujeitos à mudança (LEDERMAN, 2007, p. 834; DUSCHL, 2008, p. 276; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2115;). Para Lederman (2007, p. 834), Duschl (2008, p. 274), Duschl e Grandy (2012, p. 2115), os procedimentos de construção do conhecimento científico mudam ou sofrem modificações à medida que novos avanços tecnológicos, ferramentas, modelos explicativos, evidências ou até mesmo evidências antigas são (re)interpretados à luz de novos avanços teóricos ou mudanças de direções dos programas de pesquisa estabelecidos.

Outro detalhe a ser mencionado se deve ao fato de a prática em elaborar questões ou problemas e buscar por respondê-las ou solucioná-los ser o modo com que a ciência é feita (LEDERMAN *et al.*, 2014, p. 68). Lederman *et al.* (2014, p. 68) destacam que esta questão ou problema inicial guiará os procedimentos a serem adotados pelos estudantes e que não existe um conjunto ou sequência de etapas fixas a serem seguidas em todas as investigações.

Segundo Lederman (2007, p. 835), os processos científicos normalmente envolvem etapas e procedimentos individuais das atividades relacionadas com a maneira de se fazer ciência (trabalho dos cientistas), como por exemplo, coletar e analisar dados, observar, inferir, apresentar os resultados e elaborar conclusões. Embora a investigação científica envolva vários processos científicos usados comumente em ciclos (LEDERMAN, 2007, p. 835), os cientistas não obrigatoriamente devem seguir estas etapas como fixas e sim conforme suas necessidades podem voltar em processos anteriores. Sendo assim, a ciência não é construída por processos dos quais as decisões sejam tomadas a partir de receitas prontas ou de orientações passo a passo a serem seguidas, ou seja, não há um Método Científico capaz de solucionar todos os problemas ou todas as investigações (DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2122; LEDERMAN *et al.*, 2014, p. 68).

Embora as intenções do uso de abordagens do EI ajudem a estimular o

raciocínio dos estudantes e o desenvolvimento de competências e habilidades, sua utilização também recebe algumas críticas. A seguir apresentaremos algumas delas.

### 2.3 ALGUMAS CRÍTICAS AO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Ensinar ciências por investigação não é a única maneira nem mesmo a melhor em todas as circunstâncias (DEBOER, 2006, p. 21). Embora as abordagens do EI sejam boas estratégias para promoção da aprendizagem, de acordo com Bevins e Price (2016, p. 3) muitas necessitam de aprimoramentos para se tornarem modelos ainda mais sofisticados e capazes de abarcar maiores benefícios.

Bevins e Price (2016, p. 5) nos alertam que o EI deve ter uma dimensão processual mais complexa do que um modelo de questões, procedimentos, resultados e interpretações.

Pesquisas indicam que o EI tem se realizado por meio de definições tomadas como verdades absolutas e acabadas, excluindo o caráter investigativo da ciência e da relação entre as teorias científicas e evidências do mundo real (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 90; BEVINS; PRICE, 2016). Normalmente os conceitos são apresentados de forma abstrata (sem um referente concreto), desvinculados da investigação e distanciados dos contextos que lhes deram origem. Consequentemente, os estudantes constroem uma visão distorcida, inadequada e carente de significados a respeito da ciência (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 90).

Segundo Deboer (2006, p. 21), alguns fracassos do EI estão relacionados com o mau entendimento dos propósitos da investigação, pelo fato de existirem várias maneiras para os estudantes se envolverem em atividades investigativas e pelas muitas diferentes razões para o seu uso.

Autores destacam que a dificuldade de implementação do EI e de sua eficácia em sala de aula se encontra atrelada à falta de uma boa fundamentação teórica por parte dos professores no que diz respeito a esta abordagem (DEBOER, 2006, p. 20; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146-147; CRAWFORD, 2014, p. 37; BEVINS; PRICE, 2016, p. 1).

Bevins e Price (2016, p. 01) destacam algumas dificuldades no que tange à restrição de tempo e à preocupação em se cumprir o currículo, aos procedimentos inadequados de se avaliar esta metodologia, à indisponibilidade de recursos laboratoriais e ambientes apropriados e ao foco em se preparar os estudantes para os grandes testes (provas

de alto risco, vestibulares).

Grandy e Duschl (2007, p. 146-147) apontam como obstáculos a serem superados as restrições de tempo, o nível cognitivo dos alunos, a formação de professores, os ambientes de sala de aula e a cultura das escolas.

Deboer (2006, p. 20) argumenta que outro fator que dificultou a implementação e o sucesso do EI talvez tenha sido a falta de atenção e esclarecimento por parte dos educadores em não atrelar os princípios básicos de seus objetivos e propósitos às atividades investigativas e aos resultados que almejassem alcançar.

Outro fator está relacionado ao currículo que normalmente é carregado de conteúdo e, em função do tempo escasso os professores acabam por buscar opções que conseqüentemente não vêm a ser a melhor escolha, muitas vezes empregando o EI de uma forma superficial e simplória, seguida de procedimentos avaliativos inadequados, não conseguindo atingir desta maneira melhores resultados que esta abordagem é capaz de fornecer (BEVINS; PRICE, 2016, p. 4).

Bevins e Price (2016, p. 1) inferem que muitos dos modelos de EI são limitados em si mesmos e se preocupam em produzir andaimes baseados em uma abordagem de seqüências mecanicistas de etapas algorítmicas simples, omitindo e reduzindo desta forma a riqueza, o poder e a complexidade do processo de uma investigação (BEVINS; PRICE, 2016, p. 1).

Abd-El-Khalick *et al.* (2004, p. 415) nos alertam que em muitos casos os fracassos e críticas em relação ao uso do EI ocorrem devido às atividades investigativas serem relativamente simples, pouco estruturadas, com abordagens distorcidas e até mesmo mal elaboradas.

Uma das razões mais importantes para o não sucesso do EI pode ser a má interpretação de sua natureza, pois ele requer direcionamento e motivação necessária para que os estudantes possam estar envolvidos de forma ativa em atividades que possuam níveis cognitivos correspondentes aos seus e que não sejam simplesmente baseadas em si mesmas e de baixo nível, pois estarão sujeitas ao fracasso (DEBOER, 2006, p. 21). Dentro desta concepção é necessário oportunizar aos docentes (desde iniciantes até os mais experientes) uma formação apropriada, de modo que sejam capazes de lidar com a diversidade dos contextos escolares e de implementar esta perspectiva de ensino no cotidiano escolar de acordo com suas necessidades.

Após apresentarmos nossas fundamentações teóricas nos capítulos 1 e 2, a seguir abordaremos a respeito dos encaminhamentos metodológicos utilizados nesta pesquisa.

### 3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Usualmente as pesquisas são classificadas tendo por base seus objetivos gerais (Gil, 2002, p. 41). Não nos preocupamos em classificar nossa pesquisa enquadrando-a absolutamente em uma única definição. No entanto, consideramos que nosso trabalho é uma Pesquisa Qualitativa que apresenta aspectos comuns à metodologia da Pesquisa Exploratória ou Estudo Exploratório.

Iniciaremos apresentando as fundamentações de uma pesquisa qualitativa tomando por base Bogdan e Biklen (1986, p. 48). Em seguida sustentaremos nossas discussões a respeito dos aspectos da Pesquisa Exploratória, mais especificamente em relação à Pesquisa Bibliográfica, segundo as concepções de Gil (2002, 2008).

Com o transcorrer destas explicações mencionaremos a perspectiva do nosso trabalho apresentando os aspectos gerais de nossa pesquisa, os processos para a seleção do *corpus*, o *corpus* e a elaboração das unidades de contexto para analisarmos os dados.

#### 3.1 A PESQUISA QUALITATIVA

Para definirmos o que vem a ser uma pesquisa qualitativa nos embasaremos em Bogdan e Biklen (1994), que relatam algumas características que uma pesquisa qualitativa pode possuir e, de acordo com elas, nossa pesquisa se assemelha a esta perspectiva em específico. Apresentaremos a seguir algumas destas características.

Assim como indicado pelos autores, os pesquisadores que elaboraram esta pesquisa constituem um dos elementos principais, pois decidem como coletar e analisar os dados, quais os encaminhamentos e objetivos que darão a estes, bem como elucidar questões educativas (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47).

Outra característica que podemos mencionar é a de que “[...] a investigação qualitativa é descritiva” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48) e se preocupa em descrever de forma minuciosa e com riqueza de detalhes os passos que foram trilhados e as decisões que tiveram de ser tomadas.

Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa também pelo fato de se interessar “[...] mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). Preocupa-se em detalhar fatos e acontecimentos que influenciaram naquilo que se pretende pesquisar, neste caso específico em alguns aspectos da abordagem do EI.

Da mesma maneira que ocorre na abordagem qualitativa, nesta pesquisa “[...] os investigadores tendem a analisar seus resultados de forma indutiva” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50). Os resultados apresentados são fruto de abstrações construídas por meio de leituras e fichamentos à medida que os dados foram coletados e agrupados (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50).

Estas são algumas das características que decidimos confrontar para alegar que o nosso trabalho é uma pesquisa qualitativa.

Isso posto, no tópico a seguir prosseguiremos explicando os motivos pelos quais consentimos que a nossa pesquisa se assemelha a uma pesquisa exploratória de revisão bibliográfica.

### 3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA: A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para abordarmos a respeito da Pesquisa Exploratória nos ancoramos no trabalho de Gil (2002, 2008).

De acordo com Gil (2002, p. 41; 2008, p. 27), as pesquisas exploratórias têm por objetivos principais o aprimoramento de ideias a respeito dos mais variados aspectos relativos ao assunto a ser estudado.

Gil (2002, p. 41; 2008, p. 50) infere que uma das formas que a pesquisa exploratória pode assumir é a pesquisa bibliográfica. Podemos verificar o posicionamento de Gil (2002, p. 44) quanto à afirmação:

[...] A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas (GIL, 2002, p. 44).

Assim como outras modalidades de pesquisa, Gil (2002, p. 59) define o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica como um processo que envolve etapas sucessivas. Dentre elas destacamos: escolha do tema; levantamento bibliográfico preliminar; formulação de problema; busca das fontes; leitura do material; fichamento; organização lógica do assunto; e, redação do texto. Gil (2002) nos alerta que o desenvolvimento ao longo desta série de

etapas não é estruturado e definido como um roteiro fixo no qual o pesquisador deverá seguir à risca, caberá a este tomar suas decisões. Em especial às fontes bibliográficas, Gil (2002, p. 64) menciona como correspondentes às obras de referência, livros, teses e dissertações, periódicos, anais de encontros científicos etc.

### 3.3 ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

Os posicionamentos de Gil (2002), mencionados na seção anterior, convergem para a conclusão de que a pesquisa por nós realizada possui características próximas do que é reconhecido na literatura como Pesquisa Exploratória/Estudo Exploratório, mais especificamente a Pesquisa Bibliográfica.

Nossa pesquisa se aproxima de uma Pesquisa Bibliográfica pelo fato de termos como objetivos principais aprimorar ideias para abordarmos a respeito dos aspectos da metodologia do EI. A escolha de pesquisar o EI nos levou a realizar uma revisão bibliográfica em trabalhos já elaborados que abordam este tema. Podemos mencionar livros, publicações periódicas e anais de encontros científicos.

Embora nossa revisão bibliográfica incorpore uma quantidade significativa de referenciais bibliográficos, ela é uma amostra pontual do que se tem publicado a respeito da temática do EI. Esta delimitação ocorreu em função dos prazos que temos para concluirmos nossa pesquisa, no entanto, este fato não reduz a natureza e a validade da mesma, pois buscou-se construí-la por meio das referências mais significativas em relação ao EI.

O foco desta Pesquisa Bibliográfica está direcionado ao propósito de obter informações que nos possibilitem refletir a respeito de aspectos gerais relativos às conceituações e fundamentos que abarcam o EI. O fichamento e as reflexões das leituras dos trabalhos que abarcavam nosso referencial bibliográfico nos ajudaram a organizar nossas discussões, as quais estruturamos a redação do que consideramos ser a fundamentação teórica da nossa pesquisa, a qual está apresentada nos capítulos 01 e 02 desta pesquisa. Podemos dizer que em ambos os capítulos tivemos a intenção de apresentar um panorama geral do qual discutimos características gerais do que reconhecemos ser o EI. Assim como a delimitação dos nossos referenciais bibliográficos, o que mencionamos ser um panorama geral e características gerais, não necessariamente engloba todos os aspectos e discussões que envolvem o EI. Este é outro limite da nossa pesquisa.

A redação da fundamentação teórica desempenhou um papel crucial para a análise dos dados da nossa pesquisa. Foi a partir de reflexões a seu respeito que conseguimos

estabelecer aspectos do *corpus* a ser investigado neste trabalho. Na seção 3.5 explicaremos com melhores detalhes este procedimento.

Tendo esclarecido a natureza da nossa pesquisa, prosseguiremos apresentando o *corpus* e os seus critérios de seleção e por fim o referencial para a análise dos dados.

### 3.4 O *CORPUS* E SEUS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Neste tópico apresentaremos os critérios e procedimentos que utilizamos para delimitar o *corpus* da nossa pesquisa.

Almejando compreender como o EI vem sendo utilizado na Física do EM, investigamos o que a produção literária que trata dessa temática vem abordando a seu respeito e para isso decidimos analisar o que consta nos periódicos nacionais e internacionais do campo da pesquisa em Educação ou Ensino em Ciências ou Física.

Dentro destes critérios decidimos limitar a nossa pesquisa desenvolvendo um levantamento de artigos publicados nos periódicos que apresentam estratos A1, A2 e B1 no *Qualis Capes*, de acordo com a classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 pertencentes à área de avaliação *Ensino*, visando investigar o que tais trabalhos utilizam, compreendem e alegam ser o EI. Ressaltamos que analisamos artigos publicados até o mês de julho do ano de 2018.

Realizamos um levantamento de 30 periódicos, sendo estes apresentados na forma impressa ou *on-line*. Deste total, 14 periódicos são nacionais e 16 internacionais. Dos internacionais 10 são publicados em língua inglesa e 06 em língua espanhola.

Os periódicos nacionais selecionados foram: *Cadernos de Pesquisa; Ciência e Educação; Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Física; Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Investigações em Ensino de Ciências; Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Educação, Ciências e Matemática; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista; e, Experiências em Ensino de Ciências.*

Os periódicos de língua espanhola são: *Revista de Educacion de las Ciencias; Enseñanza de las Ciencias de la Tierra; REEC – Revista Electrónica de Enseñanza*

*de las Ciencias; Natural Science Education; Revista de Enseñanza de la Física; Latin – American Journal of Physics Education.*

Os periódicos de língua inglesa são: *International Journal of Science and Mathematical Education; International Journal of Science Education; Journal of Science Education and Technology; Physical Review Special Topics; Physics Education Research; Journal of Science Education and Technology; Science Education International; Physics Education (bristol. print); Asia-Pacific Science Education; European Journal of Physics.*

No que se refere aos periódicos nacionais inicialmente utilizamos as palavras *ensino por investigação* como termo de busca geral. Refinamos a busca selecionando as janelas correspondentes às opções “todos os índices” e “deste periódico”.

Iniciando a busca pudemos observar que os resultados apresentados selecionavam artigos com palavras sinônimas que correspondessem ao significado de EI. Desta forma, a partir de cada termo sinônimo analisamos a existência de uma compatibilidade dos significados e das propostas estabelecidas nestes trabalhos.

Sendo assim, para investigar cada um dos 14 periódicos nacionais selecionados utilizamos os seguintes termos de busca: *ensino por investigação na física; ensinar ciências por investigação em física; ensino de ciências por investigação; atividade(s) investigativa(s); atividade(s) de investigação; ensino investigativo; abordagens investigativas; aula(s) de física investigativa(s); prática(s) investigativa(s) em física; e sequência(s) investigativa(s) em física.*

Para realizarmos o mesmo procedimento de busca nos periódicos internacionais, traduzimos os termos de busca escritos em português para a língua desejada (inglês e espanhol).

Iniciando a busca notamos que assim como nos periódicos nacionais, os resultados apresentados nos periódicos internacionais apresentavam termos sinônimos compatíveis relacionados à abordagem do EI. Sendo assim, alguns termos de busca foram adaptados em função desta característica.

Com relação aos periódicos publicados na língua inglesa, os termos de busca foram: *the inquiry in teaching physics; inquiry based physics teaching in high school; physics education by inquiry; inquiry-based in physics classroom; the inquiry in teaching physics; inquiry activities into physics teaching; inquiry activities by high school physics students; high school physics students in inquiry activities.*

Nos periódicos publicados em espanhol os termos foram: *metodología de investigación en enseñanza de física; la investigación en la enseñanza de las ciencias; la*

*investigación en enseñanza de la física; enseñanza por investigación; investigación en el aula de la física; la enseñanza como actividad investigadora.*

Feita a busca dos artigos em todos os periódicos prosseguimos adiante com os critérios para a seleção dos artigos a serem analisados.

O nosso interesse era analisar artigos que contemplassem em sua estrutura abordagens nas quais o termo *investigação* tenha seu significado atrelado a aspectos da abordagem do EI. Sendo assim, trabalhos que apresentassem este termo direcionado a outros aspectos e significados foram descartados. Podemos citar como exemplo situações em que a *investigação* corresponde à metodologia de pesquisa.

Com este critério posto, tivemos um total de 196 artigos. Deste montante, muitos artigos abordavam temas variados relacionados ao EI, dos quais podemos destacar a formação de professores e o uso desta abordagem de ensino nos mais diversos níveis de ensino, dentre eles, os Anos Iniciais, o Ensino Fundamental e Médio, o Ensino Superior (ES) e a Pós-Graduação. Destes temas citados, encontramos um número maior de artigos concentrados na formação de professores, no EM e ES.

Tendo essa variedade de temas envolvendo o EI, decidimos que seriam necessários alguns critérios de exclusão para estabelecermos o nosso *corpus* de análise. Estes critérios foram estabelecidos para que conseguíssemos cumprir com os objetivos do nosso trabalho.

Desta forma estipulamos que os artigos selecionados deveriam utilizar o EI estritamente na Física do EM<sup>9</sup>. Além disso, estes também necessitariam contemplar em seus estudos análises que fossem referentes ao engajamento dos estudantes nesta abordagem em específico.

Por desejarmos abordar a respeito de como as pesquisas em EC apresentam como o EI vem sendo utilizado por meio de propostas para a Física no EM recentemente, decidimos analisar artigos que fossem publicados a partir do ano de 2008. Essa decisão foi tomada em virtude de analisar o que vem sendo elaborado nesta última década.

Tendo delimitado os critérios de exclusão o nosso *corpus* se constituiu de 11 artigos. No Quadro 3 apresentamos a referência de cada trabalho em ordem cronológica de publicação. Para facilitar a nossa análise, enumeramos os artigos constituintes do *corpus*. A

---

<sup>9</sup> A justificativa para este critério é baseada nas dificuldades que o autor principal deste trabalho encontrou enquanto professor de Física do EM. A explicação para estas dificuldades encontradas é mencionada com maiores detalhes no segundo parágrafo da Introdução desta pesquisa.

denominação A1 é a sigla ou abreviação referente ao Artigo Um. A abreviação A2 (Artigo Dois) e assim por diante até o A11 (Artigo Onze).

### Quadro 3 – *Corpus* da pesquisa

ARTIGO	REFERÊNCIA
A1	SOUZA, Marcus Venícius Juliano <i>et al.</i> Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de física. <b>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</b> , Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 1-15, jun. 2009.
A2	HATZIKRANIOTIS, Euripides <i>et al.</i> Students' design of experiments: an inquiry module on the conduction of heat. <b>Physics Education</b> , [S. l.], v. 45, n. 4, p. 335-344, jul. 2010.
A3	OLIVEIRA, Cleidson S. de; SOUZA, James A. Professor, por que meu termômetro não funciona? <b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</b> , Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 435-467, ago. 2011.
A4	PEREIRA, Marta Maximo; SOARES, Vitorvani; ANDRADE, Viviane Abreu de. Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , Cuiabá, v. 6, n. 3, p. 118-132, dez. 2011.
A5	JÚLIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: alunos engajados – análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. <b>Ciência &amp; Educação</b> , Bauru, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2011.
A6	PEREIRA, Marta Maximo. Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. <b>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</b> , Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 65-85, maio/ago. 2013.
A7	RUTTEN, Nico; VEEN, Jan T. van der; JOOLINGEN, Wouter R. van. Inquiry-Based Whole-Class Teaching with Computer Simulations in Physics. <b>International Journal of Science Education</b> , [S. l.], v. 37, n. 8, p. 1-21, abr. 2015.
A8	PENHA, Sidnei Percia da; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VIANNA, Deise Miranda. Laboratório didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. <b>Revista de Educação, Ciências e Matemática</b> , Duque de Caxias, v. 5, n. 2, p. 6-23, maio/ago. 2015.
A9	SOUSA, José Mauro; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; FIGUEIREDO, Newton. Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um Objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz. <b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</b> , Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 988-1006, dez. 2015.
A10	FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , Porto Alegre, v. 22, n. 01, p. 42-60, abr. 2017.
A11	FERNANDEZ, Flavian Brian. Action research in the physics classroom: the impact of authentic, inquiry-based learning or instruction on the learning of thermal physics. <b>Asia-Pacific Science Education</b> , [S. l.], v. 3, n. 3, p. 1-20, jul. 2017.

Fonte: o próprio autor

Após determinarmos o *corpus* da pesquisa prosseguimos apresentando a forma com que iremos analisar os dados.

### 3.5 ELABORAÇÃO DE UNIDADES DE CONTEXTO: METODOLOGIA PARA ANALISARMOS OS DADOS

Para cumprirmos com os objetivos do nosso trabalho nos fundamentamos na Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011).

Segundo Bardin (2011, p. 37), “[...] a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análises das comunicações”. “[...] A descrição analítica funciona segundo procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2011, p. 41).

Consoante a Bardin (2011, p. 144), nossa análise se baseou na elaboração de unidades de contexto e de registro. A elaboração destas unidades serve para ajudar o analista na compreensão dos conteúdos e significados das mensagens a serem analisadas (BARDIN, 2011, p. 137).

Assim como mencionado por Bardin (2011, p. 145), em nossa pesquisa o analista (pesquisador) é influenciado por aquilo que compreende da significação da mensagem.

Um detalhe importante a ser mencionado é que nossas unidades de análise foram elaboradas a partir de reflexões das discussões apresentadas nos capítulos de fundamentação teórica deste trabalho (capítulos 1 e 2). Esta escolha foi tomada pelo fato destes capítulos mencionarem *aspectos gerais* do EI.

O que nominamos por aspectos gerais não necessariamente infere todos os aspectos que o EI possa possuir. Reiteramos que, devido ao fato de em nossas discussões teóricas consentirmos com as diferentes concepções, variações do uso e do caráter não conclusivo da definição do que vem a ser o EI, não podemos afirmar que estas características são gerais para esta metodologia de ensino, elas se restringem às reflexões que tivemos em função dos trabalhos que utilizamos em nossa revisão bibliográfica.

Por conta do nosso problema de pesquisa elaboramos cinco unidades de contexto. Estas unidades são perguntas investigativas e estão apresentadas no Quadro 4:

**Quadro 4** – Unidades de contexto

<b>Unidade de contexto</b>	<b>Pergunta investigativa</b>
U1 – Tipo da Pesquisa	O artigo é um resultado de pesquisa ou relato de experiência?
U2 – Concepção do EI	Como a abordagem do Ensino por Investigação é caracterizada?
U3 – Objetivo	Qual o objetivo da pesquisa? Ou, o que estão querendo investigar?
U4 – Metodologia	Qual a proposta metodológica?
U5 – Considerações	O que a conclusão apresenta?

**Fonte:** o próprio autor

De acordo com Bardin (2011, p. 146), a inferência feita pelo analista deve

ser fundamentada na presença de um índice (tema, palavra, personagem etc.). Sendo assim, cada unidade de contexto (U1, U2, U3, U4, U5) mencionada no Quadro 3 foi elaborada em função de *temas* a serem investigados nos artigos: tipo da pesquisa; concepção do EI; objetivo; metodologia; e, considerações.

Após apresentarmos os encaminhamentos da nossa pesquisa, prosseguiremos com a análise e discussão dos dados.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo apresentaremos como realizamos as análises do nosso *corpus* de pesquisa. Como mencionado no capítulo anterior, isto será feito a partir de unidades de contexto e unidades de registro.

Cada uma das cinco unidades de contexto serão apresentadas em subseções individuais. Em cada uma delas apresentaremos o modo com que decidimos analisar o *corpus*.

Para realizarmos nossas análises fizemos leitura completa dos artigos. Em alguns casos selecionaremos trechos e recortes das partes que estruturam os artigos como um todo (ou seja, desde o resumo, introdução, fundamentação teórica, metodologia, análise e discussão dos dados até as considerações finais dos mesmos) e aplicaremos as unidades de contexto e registro para investigarmos os conteúdos das mensagens reveladas abarcando alguns núcleos de sentidos dos elementos que estas apresentam.

Ao final das análises de cada unidade de contexto, apresentaremos algumas discussões gerais pertinentes às mesmas.

### 4.1 UNIDADE DE CONTEXTO 1

A unidade de contexto 1 trata a seguinte pergunta investigativa: O artigo é de um resultado de pesquisa ou relato de experiência?

Para tratarmos esta unidade de contexto elaboramos o Quadro 4. Nele organizamos a análise a partir de duas unidades de registro: se os artigos são resultados de pesquisa ou relatos de experiência.

**Quadro 5** – Análise da unidade de contexto 1

Classificação do artigo	Artigos analisados										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
4.1.1 Resultado de pesquisa	X	X		X	X	X	X	X		X	X
4.1.2 Relato de experiência			X						X		

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 5 podemos notar que dos artigos analisados apenas A3 e A9 são relatos de experiência. Os demais são resultados de pesquisa.

Os resultados de pesquisa têm maior aprofundamento na pesquisa,

discussões e conclusões teóricas mais elaboradas. O aprofundamento teórico presente nos resultados de pesquisa é essencial para se argumentar a respeito da natureza das abordagens do EI. Eles podem expandir o que já é conhecido, assim como complementar com novos conhecimentos esta abordagem em específico.

Quanto aos relatos de experiências, eles também apresentam referencial teórico, de análise e uma análise, entretanto não têm como objetivo um aprofundamento nas discussões, principalmente as teóricas. Muitas vezes são professores da educação básica que fazem a pesquisa e publicam. Esta característica vai de encontro com nossa análise, pois o autor principal de A3 e A9 são professores do EM.

O fato de termos poucos relatos de experiência explicita a falta de exemplificações a respeito da implementação das abordagens do EI em salas de aula do EM, tanto dos desafios e dificuldades enfrentados, como das melhorias que abrangem os processos de ensino e de aprendizagem.

O aumento de publicações desta natureza poderia contribuir para que novos professores possam implementar em suas aulas abordagens do EI, podendo também publicar suas experiências difundindo assim o uso desta abordagem em salas de aula do EM.

#### 4.2 UNIDADE DE CONTEXTO 2

A unidade de contexto 2 trata a seguinte pergunta investigativa: Como a abordagem do Ensino por Investigação é caracterizada?

Para tratar esta análise a dividimos em nove unidades de registro. Estas unidades dizem respeito a algumas características, as quais mencionamos nos capítulos de fundamentação teórica. Estas tratam em específico aspectos apresentados na fundamentação e nos procedimentos metodológicos da qual os artigos utilizam para argumentar o EI. Em cada unidade de registro desta seção apresentaremos suas análises em quadros. Elaboramos estes quadros para sintetizar a análise referida. As informações contidas neles são resultados do que contém nos artigos analisados.

Para demonstrarmos a veracidade destas informações, ao longo de cada unidade de registro apresentaremos alguns exemplos citando trechos presentes nos artigos dos quais justificaremos a sua classificação a partir da análise dos conteúdos que abarca os núcleos de sentidos contidos em cada mensagem referente ao artigo citado em específico.

Por fim, após realizarmos todas as unidades de registro, as reagruparemos em um único quadro, para discutir seus aspectos num panorama geral.

#### 4.2.1 Fundamentado na Literatura da Área

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar as literaturas da área do EC que vêm sendo utilizadas pelos autores para fundamentarem suas propostas de pesquisa em função do EI. Outra intenção era investigar como estes autores procuram definir esta abordagem de Ensino. Para isso, elaboramos o Quadro 6.

**Quadro 6** – Artigos fundamentados na literatura da área

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Fundamentado na literatura da área	X	X		X		X	X	X	X	X	X

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 6, podemos notar que nove dos onze artigos analisados apresentam em seu referencial teórico fundamentação a respeito do EI pautada na literatura desta área de pesquisa.

Em A1 os autores alegam que o *Ensino por Investigação* ou *Ensino por Descoberta* (assim mencionado por eles) surge em função da nova Didática das Ciências emergente do período da última década do século XX. Somos contrários a esta afirmação, pois em nossas fundamentações, ao contrário de se ter um surgimento específico (com data e em função de uma corrente filosófica), temos conhecimento das diferentes concepções de EI e também em diferentes momentos históricos, além de assumirmos junto a outros pesquisadores as influências de John Dewey para a imersão do termo *inquiry* no cenário educacional.

Na fundamentação utilizada por A2 observamos que os autores explicitam concepções equivocadas quanto a concepção e uso da abordagem do EI: “[...] Vários pesquisadores e educadores de ciência apoiam a visão de que **ensinar ciência como investigação** permite que os **alunos obtenham uma experiência que é autêntica à dos cientistas**” (p. 335, grifo e tradução nossa). Nesta afirmação notamos duas concepções equivocadas. A primeira é que o termo correto a ser utilizado é *Ensino por Investigação* ao invés de *Ensino como Investigação*. Embora alguns autores interpretem estes termos como sinônimos, elas são diferentes. Ressaltamos novamente que a nomenclatura Ensino como Investigação é um reflexo dos currículos americanos das décadas de 1950 e 1960. O segundo equívoco é que os objetivos desta metodologia de ensino são direcionados para que os estudantes sejam capazes de desenvolver habilidades e competências necessárias para se

conhecer melhor a respeito da ciência e de seus processos e não o de formar pequenos cientistas (BARROW, 2006, p. 226; DUSCHL, 2008, p. 268; DUSCHL; GRANDY, 2012, p. 2110).

Em A10 os autores utilizam a expressão “diretrizes do Ensino por Investigação” para justificar o uso de uma sequência de ensino, no entanto, eles não definem o que venha a ser esta expressão. Outro detalhe é que no decorrer deste artigo esta expressão não aparece mais no corpo do texto.

Em A3, embora alegue fazer uso de uma abordagem investigativa não apresenta fundamentação no EI para o uso da mesma, nem mesmo em autores que pesquisam esta abordagem em específico.

Em A5 e A6 notamos que não apresentam na fundamentação de seus trabalhos referenciais teóricos específicos que tratam o EI. No entanto, na seção que remete a metodologias utilizadas nestes artigos observamos que eles utilizam trabalhos já publicados por outros autores para fundamentarem suas propostas quanto ao EI. Isso pode ser notado num trecho de A5:

[...] Gravamos os alunos em aulas de Física, em que eles foram desafiados a realizar uma atividade de investigação: a “*atividade das estrelas variáveis*”, desenvolvida por **Norberto Ferreira (1985)**, ex-professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (p. 67, grifo nosso).

Isso pode ser observado em ambos os artigos pelo fato de neles o EI ser utilizado como base para outras propostas e não como proposta central a ser investigada. Apresentaremos com melhores detalhes esta afirmação na unidade de contexto 4.

Em geral, o referencial teórico deve servir de guia para o desenvolvimento de propostas práticas. Acreditamos que quaisquer propostas que envolvam o uso de abordagens do EI devem ser fundamentadas em referenciais teóricos coerentes.

Independente dos casos, é importante que os pesquisadores conheçam alguns aspectos gerais desta abordagem de ensino e o que vem sendo discutido a seu respeito na atualidade. Considerar estes quesitos é um passo importante para se reduzir a proliferação de alguns equívocos ou ideias errôneas que a envolvem (como o objetivo de formar pequenos cientistas), além de descaracterizar a proposta desenvolvida.

#### 4.2.2 Objetivo de aprendizagem

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se a

abordagem do EI tem por objetivo a aprendizagem dos estudantes.

Para tratar esta unidade de análise realizamos uma leitura completa da fundamentação teórica dos artigos e a partir dela organizamos os resultados no Quadro 7.

**Quadro 7 – Objetivo de aprendizagem**

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Objetivo de aprendizagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: o próprio autor

Com relação ao Quadro 7 acima notamos que esta unidade de registro teve unanimidade em todos os artigos investigados. No entanto, observamos que os artigos apresentam o que é a aprendizagem em três perspectivas: a conceitual, a procedimental (processual) e a atitudinal.

Na conceitual seu enfoque é destinado para que os estudantes aprendam a respeito dos conhecimentos científicos que envolvem a Física. Na procedimental ele é voltado para que os estudantes aprendam a respeito do fazer científico e da construção do conhecimento a partir de seu envolvimento com a investigação. Na atitudinal o enfoque é direcionado para a participação ativa dos estudantes e de suas tomadas de decisões enquanto procuram resolver o problema proposto.

Para comprovarmos a existência destas perspectivas de aprendizagem apresentamos uma passagem do texto de A9 na qual menciona que, “[...] mais do que o **entendimento de conceitos e conteúdos** a respeito de um fenômeno físico, contempla também **a aprendizagem de procedimentos e atitudes**” (p. 992, grifo nosso). Isso também pode ser observado em A3 ao relatar que, “[...] Esse trabalho de investigação, se bem articulado, poderá contribuir não só para a **aprendizagem conceitual**, como também para a **aprendizagem procedimental e atitudinal** (p. 437, grifo nosso).

Ainda tratando-se a respeito da aprendizagem, outro detalhe a ser mencionado é o seu caráter epistemológico. Todos os artigos alegam se pautarem em ideais construtivistas para promoção da aprendizagem dos estudantes. Isso pode ser observado num trecho de A7 no qual relata que:

[...] O ensino de toda a turma baseado na investigação pode apoiar **processos de aprendizagem baseados no construtivismo**, como a construção ativa e colaborativa de conhecimento, e conectar a aprendizagem ao conhecimento prévio dos alunos e ao seu ambiente atual (p. 2, grifo e tradução nossa).

No entanto, em A11, embora os autores afirmem partilhar desta concepção, observamos na sua fundamentação indícios contrários quanto a estes ideais. Isso pode ser observado no trecho em que mencionam que “[...] a aprendizagem de investigação é uma pedagogia centrada no aluno, na qual os alunos desempenham um papel ativo no **processo de descoberta ou aquisição de conhecimento**” (p. 2, grifo e tradução nossa).

Nesta afirmação notamos que o EI se concentra dentro de uma proposta não construtivista. Esta visão de descobrir e adquirir conhecimento é consoante aos aspectos do ensino conteudista pautado no behaviorismo.

Em geral, nos posicionamos de modo a acreditar que, independente da abordagem que o EI adota, os estudantes enquanto participantes devem construir e reconstruir seu conhecimento (ZABALA, 1998; CARVALHO, 2006; GRANDY; DUSCHL, 2007).

#### 4.2.3 Problema como ponto de partida

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se na fundamentação teórica dos artigos os autores mencionam a respeito do problema ou problematização ser o ponto de partida para a abordagem do EI. Para isso elaboramos o Quadro 8 para apresentar esta unidade.

**Quadro 8** – Problema como ponto de partida

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Problema ou problematização como ponto de partida	X			X	X		X	X	X		

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 8, esta unidade de registro pode ser observada em seis dos onze artigos. Apresentamos a seguir trechos de dois artigos que a contemplam.

Segundo A4, temos que “[...] o trabalho investigativo **deve partir de um problema aberto** que faça sentido para o aluno e possibilite a construção de um novo conhecimento” (p. 121, grifo nosso).

De acordo com A7, “[...] Geralmente, o processo de investigação **começa com perguntas** e geração de hipóteses... continua com processos de investigação e termina com conclusão e avaliação” (p. 3, grifo nosso).

No entanto, embora alguns dos artigos não descrevam em seu referencial

teórico, ao explicarem os processos metodológicos do desenvolvimento da atividade, eles relatam que as atividades investigativas se iniciam a partir de um problema. Isso pode ser observado em A6 no seguinte trecho:

[...] Os estudantes tinham idades entre 15 e 18 anos e foram organizados em 5 grupos de 6 a 7 integrantes cada **para a resolução do seguinte problema proposto a eles**: “Como determinar a aceleração da gravidade no CEFET-NI e qual o valor de  $g$  aqui?” (p. 71, grifo nosso).

Compreendemos que, embora tenhamos divergências e variações quanto às abordagens do EI, esta unidade de registro é um dos consensos entre os pesquisadores desta temática em específico (DEBOER, 2006; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CRAWFORD; 2014; RUTTEN; VEEN; JOOLINGEN, 2015).

Em geral, compreendemos que, independente da abordagem do EI adotada, as atividades desenvolvidas nelas devem estar embasadas em fundamentações teóricas pertinentes a esta perspectiva (DEBOER, 2006, p. 20; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146, 147; CRAWFORD, 2014, p. 37; BEVINS; PRICE, 2016, p. 01).

#### 4.2.4 Papel do aluno

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se na fundamentação teórica dos artigos os autores mencionam a respeito do papel que o aluno deve desempenhar quando envolvido em atividades que contenham abordagens do EI. Para isso elaboramos o Quadro 9, no qual organizamos quais os artigos que se enquadram nesta unidade.

**Quadro 9** – Papel do aluno

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Papel do aluno	X			X				X	X		X

Fonte: o próprio autor

O Quadro 9 acima nos permite verificar que esta unidade de registro pode ser observada em cinco dos onze artigos. Apresentamos a seguir alguns trechos que tratam a seu respeito em A1, A4 e A8:

Em A1 temos que:

[...] as questões propostas devem propiciar oportunidades **para que os estudantes** elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido (p. 5, grifo nosso).

De acordo com A4:

[...] **Os estudantes** se organizam em grupos e realizam a experiência. Cada grupo analisa as informações, elabora uma resposta ao problema e, por fim, os grupos debatem entre si a fim de encontrarem coletivamente a melhor solução para o problema e os argumentos mais consistentes para justificá-la” (p. 121, grifo nosso).

Segundo A8, “[...] **os estudantes**, manipulando materiais e ferramentas, realizam atividades, propõem caminhos e procedimentos para a investigação, observam dados e utilizam-se das linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses” (grifo nosso).

Assim como na unidade de registro anterior (4.2.4), embora alguns artigos descrevam o papel a ser desempenhado pelos estudantes em sua fundamentação teórica, eles apresentam isto na seção de procedimentos metodológicos. Isso pode ser notado em A6, quando alegam que “[...] **Os alunos** se organizassem para pensar sobre a questão coletivamente e que mobilizassem conhecimentos anteriores para resolver o problema, argumentando cientificamente” (p. 9, grifo nosso).

Compreendemos que aspectos a respeito do papel do aluno devem ser discutidos nos referenciais teóricos (DEBOER, 2006, p. 20; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146-147; CRAWFORD, 2014, p. 37; BEVINS; PRICE, 2016, p. 01). Esta é uma decisão necessária para que os estudantes tenham uma orientação mais apropriada quanto aos seus afazeres.

#### 4.2.5 Papel do professor

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se na fundamentação teórica dos artigos os autores mencionam a respeito do papel que o professor deve desenvolver ao realizar com seus estudantes atividades que contenham abordagens do EI. Elaboramos o Quadro 10 para apresentar esta unidade.

### Quadro 10 – Papel do professor

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Papel do professor				X			X				X

Fonte: o próprio autor

Com ajuda do Quadro 10, esta unidade de registro pode ser observada em três dos onze artigos. Segundo A4 temos:

[...] O debate (tanto a interação dentro dos grupos como entre toda a turma) e a realização do experimento são **orientados e mediados pelo professor** que, mais do que um mero “fornecedor” de respostas prontas, **deve propor questionamentos e reflexões, identificar inconsistências e estimular a participação de todos** (p. 121, grifo nosso).

Em A7 é mencionado que “[...] Em tal pedagogia, a implementação de atividades interativas pode mudar **o papel do professor** de ser um mero transmissor de informação para se tornar um **facilitador de habilidades de pensamento de ordem superior**” (p. 2, grifo nosso).

De acordo com A11, “[...] Usar a AIBL<sup>10</sup> como uma abordagem instrucional, portanto, cria um ambiente de aprendizado no qual os alunos e **professores** podem se **engajar em diálogo generativo sobre fenômenos científicos**” (p. 3, grifo e tradução nossa).

Normalmente esperamos que a fundamentação teórica seja a base para orientar as práticas de pesquisa. No entanto, assim como nas unidades 4.2.4 e 4.2.5, embora alguns artigos descrevam o papel a ser desempenhado pelo professor em sua fundamentação, eles apresentam isto na seção de procedimentos metodológicos. Isso pode ser notado, por exemplo, em A6 ao mencionar que, “[...] **toda a atividade foi conduzida pela professora** na perspectiva do ensino por investigação (AZEVEDO, 2004), com muitos momentos de discussão, reflexão e de protagonismo dos estudantes na resolução ao problema proposto” (p. 72, grifo nosso).

O papel do professor é fundamental para o bom andamento de uma atividade do EI. O desenvolvimento dos estudantes depende das orientações dos professores, até mesmo quando o nível de liberdade da investigação seja aberto, pois estes profissionais são responsáveis pelo andamento e planejamento das atividades (BARROW, 2006, p. 272;

<sup>10</sup> Segundo A11, a sigla AIBL diz respeito ao termo de língua inglesa *Authentic Inquiry-Based Instruction* (Instrução Baseada em Investigação Autêntica, tradução nossa).

GRANDY; DUSCHL, 2007; CRAWFORD, 2000, 2014). Este aspecto deveria ser mais recorrente na fundamentação de qualquer artigo que aborde a respeito desta perspectiva de ensino em especial.

Reiteramos que a falta de fundamentação teórica por parte dos professores e de instruções de como estes devem se portar durante uma atividade investigativa é um fator decisivo para as dificuldades de se implementar com eficácia esta abordagem de ensino (DEBOER, 2006, p. 20; GRANDY; DUSCHL, 2007, p. 146-147; CRAWFORD, 2014, p. 37; BEVINS; PRICE, 2016, p. 01).

#### 4.2.6 Nível da atividade investigativa

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se na fundamentação teórica dos artigos os autores tratam a respeito dos níveis das atividades investigativas. Elaboramos o Quadro 11 para apresentar esta unidade.

**Quadro 11** – Nível da atividade investigativa

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Nível da atividade investigativa											

Fonte: o próprio autor

Tomando por base o Quadro 11, notamos que esta unidade de registro não é constatada em nenhum dos artigos analisados. No entanto, notamos que esta informação em alguns casos se encontra nos encaminhamentos metodológicos dos artigos, por exemplo, em A5 quando menciona que “[...] Essa é uma investigação de lápis e papel que **começa como uma atividade de laboratório semiaberto**” (p. 67, grifo nosso). Considerando esta afirmação é nítido que o nível de investigação da atividade desenvolvida neste artigo é guiado (estruturado).

Em outro caso, A8 menciona somente nas considerações finais que o nível da investigação das atividades efetuadas pelos estudantes era aberto. Isso pode ser verificado no trecho em que o artigo menciona que “[...] Neste trabalho procuramos evidenciar as potencialidades didáticas relacionadas à utilização de **atividades de investigação abertas**” (p. 22, grifo nosso).

Falar a respeito dos níveis de investigação é importante pelo fato de nem

todos os estudantes estarem com o mesmo nível cognitivo para realizar as atividades propostas (DEBOER, 2006, p. 21; CRAWFORD, 2014; BEVINS; PRICE, 2016, p. 04). As atividades desenvolvidas pelos estudantes devem estar apropriadas aos seus níveis cognitivos, a falta desta compatibilidade pode levar o uso desta abordagem ao fracasso, pois os estudantes podem se desestimular por realizarem atividades fáceis demais ou por não conseguirem resolver atividades difíceis, ou seja, com níveis superiores de entendimento aos que eles possuem (ZABALA, 1998; CARVALHO, 2006).

#### 4.2.7 Habilidades e Competências

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se na fundamentação teórica dos artigos os autores abordam as habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos estudantes enquanto participantes de abordagens do EI. Elaboramos o Quadro 12 para abordar a respeito desta unidade.

**Quadro 12** – Habilidades e competências

Aspecto analisado	Artigos											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
Habilidades e competências	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: o próprio autor

Esta unidade de registro é constatada em todos os artigos. Apresentaremos abaixo algumas citações presentes nos artigos.

De acordo com A9, “[...] Constitui um instrumento importante no desenvolvimento de **habilidades e capacidades**, como o **raciocínio, a argumentação e a ação**” (p. 992, grifo nosso).

Em A10 temos que:

[...] Na realização de atividades investigativas é propiciado aos alunos oportunidades para **desenvolverem habilidades** típicas da ciência, pois há criação de um ambiente privilegiado para **elaboração e teste de hipóteses, aplicação e avaliação de teorias científicas, bem como a análise de dados e a construção de explicações à luz de evidências**” (p. 43, grifo nosso).

Segundo A11, “[...] Estes incluem o **desenvolvimento de habilidades linguísticas para explicar fenômenos científicos, alcançar uma compreensão completa e**

**coerente de fenômenos complexos e conectar o aprendizado da ciência com o mundo real**” (p. 2, grifo e tradução nossa).

Consoante a estas afirmações, de modo geral os artigos destacam que os estudantes enquanto atuantes em atividades do EI sejam capazes de desenvolver algumas habilidades e competências, que dentre as mais citadas podemos mencionar, elaborar hipóteses, testá-las, organizar os dados obtidos, refletir a respeito dos resultados, tirar suas conclusões, corroborando para a construção de sua própria aprendizagem.

#### 4.2.8 Atividade prática experimental

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar se os artigos fizeram uso de práticas experimentais para promoção do EI. O Quadro 13 a seguir apresenta esta unidade.

**Quadro 13** – Atividade prática experimental

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Atividade prática experimental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 13, nesta unidade de registro apenas o artigo A11 não declara o tipo de atividade investigativa que foi empregada. Todos os outros artigos mencionam utilizar atividades práticas experimentais para promoverem suas abordagens investigativas. Destes artigos encontramos dois tipos de atividades práticas experimentais: as *manipulações manuais* e as *manipulações virtuais*.

As atividades manuais são aquelas em que os experimentos são palpáveis (os estudantes manipulam manualmente). Dos artigos analisados sete fazem uso deste tipo de modalidade, são eles: A1, A2, A3, A4, A6, A8, A10. Segundo A3, “[...] apresentada uma investigação de um roteiro experimental problemático comum em livros de Física do EM, o qual sugere a **construção de um termômetro de coluna líquida**” (grifo nosso).

Já as atividades virtuais são aquelas que ocorrem a partir de simulações computacionais. Os artigos A5, A7 e A9 contemplam esta modalidade. De acordo com A7, temos que “[...] **As simulações computacionais** oferecem uma excelente oportunidade para a realização de investigações científicas, permitindo que os alunos desenvolvam sua

alfabetização científica” (grifo e tradução nossa).

A ocorrência de uma abordagem do EI não obrigatoriamente necessita que sejam utilizadas atividades práticas experimentais. No entanto, a partir desta análise podemos observar o quão recorrente a literatura desta perspectiva faz uso desta modalidade para suas publicações.

#### 4.2.9 Investigação por etapas cíclicas

Esta unidade de registro foi elaborada com a intenção de investigar a maneira que os artigos apresentam as estruturas processuais a serem desenvolvidas pelos estudantes quando envolvidos em atividades do EI. Para apresentá-la elaboramos o Quadro 14.

**Quadro 14** – Investigação por etapas cíclicas

Aspecto analisado	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Investigação por etapas cíclicas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 14 acima, podemos notar que esta unidade de registro se encontra presente em todos os artigos analisados. Isto pode ser verificado em A1, ao mencionar que:

[...] as questões propostas devem propiciar oportunidades para que os estudantes elaborem hipótese, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido (p. 5, grifo nosso).

Como mencionado em A4:

[...] Para que uma atividade seja considerada investigativa, os alunos devem não somente observar fenômenos e manipular informações ou experimentos, mas também formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões, ou seja, participar de todas as etapas características de uma investigação científica (p. 121, grifo nosso).

Isto pode ser observado devido o EI ser pautado nas investigações científicas, nas quais normalmente obedecem estas etapas a serem seguidas (DEBOER, 2006, p. 17; SASSERON, 2015, p. 61). Resumidamente, as investigações realizadas pelos estudantes se

iniciam a partir de um problema. Eles são levados inicialmente a resolver um problema e na procura de soluções eles elaboram hipóteses, testam suas hipóteses, coletam e organizam dados, refletem a respeito dos resultados, tiram suas conclusões e discutem seus resultados (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 104; ZÔMPERO; LABURÚ. 2011, p. 73; RUTTEN; VEEN; JOOLINGEN, 2015, p. 4).

#### 4.2.10 Panorama geral da unidade de contexto 2

De acordo com o discutido anteriormente elaboramos o Quadro 12 abaixo, no qual apresentamos um panorama geral contendo todos os aspectos discutidos referentes a cada uma das nove unidades de registro contempladas na U2.

**Quadro 15** – Alguns aspectos gerais do EI contemplados nos artigos

Aspectos Gerais	Artigos										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
4.2.1 Fundamentado na literatura da área	X	X		X		X	X	X	X	X	X
4.2.2 Objetivo de aprendizagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.2.3 Problema como ponto de partida	X			X	X		X	X	X		
4.2.4 Papel do aluno	X			X				X	X	X	
4.2.5 Papel do professor				X			X				X
4.2.6 Nível da atividade investigativa											
4.2.7 Habilidades e competências	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.2.8 Atividade prática experimental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.2.9 Investigação por etapas cíclicas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Fonte:** o próprio autor

De acordo com o Quadro 15, podemos notar que os aspectos mais comuns nos artigos são: fundamentação na literatura da área; objetivo de aprendizagem; as habilidades e competências; atividade prática experimental; e a investigação por etapas cíclicas. Entretanto, os aspectos que tangem ao nível da atividade de investigação e ao papel a ser desempenhado pelo professor são os menos recorrentes.

Embora o protagonismo nas abordagens do EI esteja direcionado para a aprendizagem dos estudantes, para que isso ocorra da melhor maneira possível é necessário que o docente saiba quais atitudes e procedimentos tomar para que isso ocorra da melhor

maneira. A eficácia dos estudantes no que se refere a seus resultados de aprendizagem está atrelada à forma com que seus professores direcionam e desenvolvem a investigação. É importante que no referencial teórico dos artigos discutam a necessidade destes profissionais mediar, complementar e orientar a efetividade da aprendizagem, além de ser de sua responsabilidade o desenvolvimento da atividade proposta, por meio de processos avaliativos coerentes que possibilitem mensurar a aprendizagem dos estudantes. Essa falta de instrução por parte do docente quanto à sua função é uma das críticas recorrentes da literatura como aspecto negativo para uma implementação frutífera do EI.

Outro detalhe a ser discutido é a falta de fundamentação quanto ao nível de investigação. Este aspecto é fundamental para o desenvolvimento de uma abordagem investigativa. Reconhecer este aspecto é importante para que o estudante não negligencie as atividades a serem realizadas por ele. Se o nível da atividade investigativa não estiver em consonância com o nível cognitivo dos estudantes, estes podem vir a não conseguir atingir o objetivo esperado (nível maior que o do estudante), ou realizar algo simples demais que não lhe exija muito engajamento (nível menor que o do estudante) (ZABALA, 1998; CARVALHO, 2006; CRAWFORD, 2014).

No que diz respeito à literatura da área notamos a presença de alguns consensos presentes nos artigos quanto às abordagens do EI. Notamos que comumente estas abordagens são apresentadas aos estudantes como atividades a serem desenvolvidas em etapas ou ciclos a serem seguidos. De forma processual, as investigações se iniciam a partir de um problema ou problematização, onde os estudantes refletem a respeito do mesmo e, na procura de soluções para a mesma realizam sequências de etapas comuns ao fazer científico: elaborar hipóteses, testar hipóteses, coletar e organizar os dados, refletir a respeito dos resultados, tirar suas conclusões e discutir seus resultados. Com relação a isso observamos uma ligação entre as habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos estudantes e a etapas que estes seguem ao realizarem suas investigações. Na verdade, cada uma destas etapas ou ciclos de investigação contém tipos específicos de habilidades e competências que se esperam que os alunos desenvolvam.

Independente da maneira como o EI seja utilizado, é importante que se tenha conhecimento de seus princípios filosóficos, junto aos estudos psicológicos e pedagógicos dos processos de ensino e aprendizagem, de modo que seu uso consiga ajudar a alcançar os resultados educacionais específicos desejados (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2004, p. 398).

Acreditamos que qualquer que seja a abordagem do EI a ser utilizada, para a sua promoção é preciso ter conhecimentos dos aspectos epistemológicos e teóricos que a

fundamentam, e que estes sejam a base para as atividades a serem propostas. Dentre o assuntos que abarcam essa fundamentação consideramos que os temas discutidos em cada unidade de análise sejam contemplados.

Após encerrarmos nossas análises e discussões referentes à Unidade de contexto 2 prosseguiremos apresentando a Unidade de contexto 3.

#### 4.3 UNIDADE DE CONTEXTO 3

A unidade de contexto 3 trata da seguinte pergunta investigativa: Qual o objetivo da pesquisa? Ou, o que estão querendo investigar?

Para investigarmos esta unidade de contexto decidimos analisar o trecho do texto no qual o artigo se referia ao seu objetivo. Tendo selecionado os trechos respectivos a cada artigo, realizamos uma análise do conteúdo almejando compreender os núcleos de sentidos contidos em cada mensagem.

Nesta análise compreendemos que os objetivos dos artigos se dividem em três focos: a aprendizagem do estudante; a atividade utilizada; e, o professor. Desta forma decidimos organizar cada um destes focos, sendo respectivamente unidades de registro abarcadas por essa unidade de contexto. Desta forma, assim como na unidade de contexto anterior, elaboramos o Quadro 16 para sintetizar a análise referida. Em sua estrutura apresentamos cada unidade de registro, ou seja, cada foco dos objetivos em relação aos artigos analisados.

Para demonstrarmos a veracidade desta classificação, após o Quadro 16 apresentaremos exemplos citando alguns trechos das mensagens presentes nos artigos.

#### Quadro 16 – Os objetivos dos artigos

Foco do objetivo do artigo	Artigos analisados										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
4.3.1 Aprendizagem		X		X	X	X	X				X
4.3.2 Atividade	X							X	X		X
4.3.3 Professor			X				X			X	

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 16 podemos notar que em alguns artigos seus objetivos contemplam apenas uma unidade de registro. Essa característica pode ser notada em A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9 e A10. Entretanto, alguns artigos contemplam em seu objetivo duas unidades, como é o caso de A7 e A11.

Comparando-se individualmente as unidades de registro, notamos que o foco na aprendizagem dos estudantes é a unidade mais recorrente nos artigos, seguida da aprendizagem e do professor.

A seguir apresentaremos alguns trechos presentes nos textos dos artigos, nos quais justificamos a sua classificação relativa a cada foco.

Com relação ao foco aprendizagem, A2 menciona que:

[...] Este trabalho é realizado no âmbito do Projeto Europeu de Ciência dos Materiais, que visa **melhorar a compreensão dos alunos do ensino médio** sobre a investigação científica e estimular a sua apreciação da relevância da ciência e da relação entre ciência e tecnologia (p. 335, grifo e tradução nossa).

No que trata o foco atividade, de acordo com A1:

[...] **identificar a potencialidade das situações de estudo** em relação ao processo de ensino-aprendizagem das Ciências, em especial da Física. Como também **identificar se a situação de estudo proposta favoreceu articulações interdisciplinares** e se a mesma foi motivadora para os alunos (p. 6, grifo e tradução nossa).

Consoante ao foco direcionado ao professor, A3 alega “[...] **incentivar professores e futuros docentes** a investigarem as razões do mau funcionamento de um experimento transformando uma circunstância de fracasso em uma rica e prazerosa situação de aprendizagem” (p. 435, grifo nosso).

O artigo A7 contempla dois tipos de focos, a aprendizagem e o professor. Segundo ele, “[...] **investigar as relações entre o uso de simulações de computador pelos professores** no ensino de toda a turma, as atitudes dos professores e alunos e os **objetivos de aprendizagem** em relação ao uso de simulações de computador” (p. 4, grifo e tradução nossa).

Em A11 também podemos observar a presença de dois focos, neste caso direcionados à aprendizagem e à atividade:

[...] procura fornecer **evidências empíricas do impacto da aprendizagem autêntica baseada na investigação** sobre a instrução tradicional em relação à aprendizagem de conceitos de física térmica em termos de **compreensão conceitual, desempenho e autoeficácia do aluno** (p. 3, grifo e tradução nossa).

Podemos perceber, de acordo com os trechos citados acima, que os objetivos das pesquisas se distinguem entre si de acordo com os seus interesses. No entanto,

embora justifiquemos a classificação nestes três focos, alguns dos objetivos apresentados pelos artigos não são objetivos de pesquisa, mesmo nos artigos que são relatos de experiência. Isso pode ser observado em termos utilizados por eles como *melhorar a compreensão* (A2), *incentivar professores* (A3), e *fornecer evidências* (A11). Dos artigos que possuem realmente objetivos de pesquisa, os termos *identificar potencialidades* (A1) e *investigar relações* (A7) explicitam esta característica.

De modo geral, nos artigos mencionados notamos a falta de objetivos que busquem pesquisar aspectos teóricos e epistemológicos que envolvem o EI. O que pode ser analisado é que normalmente seus objetivos buscam evidências à eficácia do EI, como pode ser observado em A1 e A7.

Consideramos que a falta de pesquisas neste âmbito pode ser um dos motivos que corroboram para a ideia de que o EI seja uma abordagem consolidada, nas quais seus modelos são fatos consumados e estabelecidos que não necessitam de novos questionamentos (BEVINS, 2016, p. 1). Em virtude disto, o desenvolvimento de novas pesquisas que investiguem e discutam aspectos epistemológicos e teóricos a respeito do EI são importantes para evitar que esta abordagem de ensino deixe de ser uma metodologia e passe a ser um método a ser utilizado (BEVINS; PRICE, 2016, p. 4).

#### 4.4 UNIDADE DE CONTEXTO 4

A unidade de contexto 4 trata a seguinte pergunta investigativa: Qual a proposta metodológica?

Para abordar a respeito desta unidade realizamos uma leitura nos tópicos específicos referentes aos encaminhamentos metodológicos de cada artigo que constitui o *corpus*.

A partir da leitura deste tópico notamos que as metodologias adotadas nos artigos podem ser classificadas em dois tipos: as que utilizam o EI como proposta central a ser investigada e a outra, aquelas que empregam o EI como base para investigar outras propostas.

Baseados nestas duas classificações elaboramos o Quadro 17, no qual apresentamos cada tipo de proposta metodológica correspondente a uma unidade de registro. Desta forma, analisamos cada artigo de modo a agrupá-los em função destas unidades de registro.

**Quadro 17** – Propostas metodológicas do uso do EI

Utilização do EI	Artigos analisados										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
4.4.1 Proposta central	X	X	X	X			X		X		X
4.4.2 Base para outras propostas					X	X		X		X	

Fonte: o próprio autor

De acordo com o Quadro 17, podemos observar que nos artigos A5, A6, A8 e A10 o EI é utilizado como base para outras propostas. Analisando estes artigos observamos que, destes quatro, três deles – A6, A8 e A10 – utilizam o EI para investigar a respeito das interações discursivas, em especial a capacidade de argumentação dos estudantes. No entanto, gostaríamos de ressaltar que a argumentação em específico se encontra presente nas etapas características que envolvem o processo de investigação, por exemplo, nos momentos que requer aos estudantes discutir e explicar os argumentos por eles utilizados ao relatar suas conclusões.

Quanto aos artigos em que o EI é a proposta central, notamos o seu uso para a construção de experimentos (A1), elaboração de roteiros experimentais (A3), aprendizagem de um conteúdo específico (A2, A4 e A9), investigar a presença desta abordagem em outra abordagem de ensino (A7), contrastar os resultados de aprendizagem de estudantes envolvidos nesta abordagem com os de metodologias tradicionais (A11).

De acordo com a frase acima podemos observar a variação e as finalidades de se utilizar a abordagem do EI. Este fato corrobora para o consenso de que não se tem uma única abordagem do EI, nem uma maneira exata em que possa ser usada (COLLINS; O'BRIEN, 2003; DEBOER, 2006; BARROW, 2006; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; CRAWFORD, 2014; RUTTEN; VEEN; JOOLINGEN, 2015, p. 4; WARTHA; LEMOS, 2016).

Levando em consideração as diferentes abordagens do EI, em especial a Resolução de Problemas e a Metodologia da Problematização, analisando o delineamento metodológico que os artigos descrevem ao mencionar o desenvolvimento da atividade investigativa e comparando-os com estas abordagens notamos que em A2, A6, A7, A8, A9, A10 e A11 os aspectos utilizados neles se aproximam ou contemplam a Resolução de Problemas e em A1, A4 e A5 a Metodologia da Problematização.

Em geral, esta pluralidade observada nos artigos é um fator positivo quanto à abordagem do EI. Ela nos mostra uma diversidade de propostas desenvolvidas em variados contextos.

A seguir apresentaremos o que as considerações finais dos artigos apresentam.

#### 4.5 UNIDADE DE CONTEXTO 5

A unidade de contexto 5 trata a seguinte pergunta investigativa: O que a conclusão apresenta?

Para dissertar a respeito desta unidade realizamos uma leitura no tópico específico referente à conclusão ou consideração final pertinente a cada artigo que constitui o *corpus*.

A partir desta leitura notamos que as conclusões mencionadas retêm-se em relação aos objetivos de pesquisa ou ao que os artigos se propõem a investigar. Outro detalhe a mencionar é que, como já visto na Unidade de contexto 4, os artigos analisados podem tratar o EI como proposta central ou também servindo de base para outras propostas. Como estes quesitos são diversos, decidimos abordar a respeito desta unidade por meio do Quadro 18, no qual apresentamos os pontos mais discutidos nas conclusões dos artigos.

**Quadro 18** – As conclusões dos artigos

<b>Artigo</b>	<b>Pontos principais contidos nas conclusões</b>
A1	Contribuições do EI em especial, despertar o interesse dos estudantes e a possibilidade de explorar vários conceitos e conteúdos de Física. Preocupação de se utilizar novos instrumentos que permitam acompanhar e avaliar os avanços na aprendizagem.
A2	Progresso dos alunos em relação à compreensão conceitual do conteúdo abordado. Contribuições das atividades virtuais para o desenvolvimento de habilidades e competências. Sugerem novas pesquisas em outras áreas da ciência para contrastar os resultados desta pesquisa.
A3	A importância da prática investigativa como enriquecimento das aulas. Os livros e outros materiais didáticos servirem como objetos norteadores e não como argumentos de autoridade. A importância dos profissionais em elaborar materiais didáticos que descrevam minuciosamente os detalhes para confecção e funcionamento dos experimentos.
A4	Contribuição do EI para desenvolver o domínio do conhecimento científico e de sua linguagem. A importância da escrita para a mobilização de habilidades nos estudantes, em especial a reflexão, a negociação de significados e a sistematização dos conhecimentos construídos. As atividades escritas servirem como instrumento avaliativo dos professores, de modo que estes possam acompanhar a forma com que ocorre a construção do conhecimento pelos estudantes.
A5	A importância dos professores em auxiliar os alunos pelo fato de ficarem sujeitos a fugas inconscientes que exigem engajamento cognitivo.
A6	Importância da interação discursiva entre pares para o desenvolvimento cognitivo e nos processos de construção mediada de sentidos em ciências.

	O potencial do EI para a aprendizagem de ciências e para o desenvolvimento do poder de argumentação dos estudantes. A importância do professor e o seu papel de intervir mediando nos grupos de alunos não fornecendo respostas prontas para que estes pudessem resolver sozinhos seus impasses.
A7	A contribuição para a motivação dos alunos ao participarem ativamente das atividades propostas. Contribuir para ocorrência de <i>insights</i> dos estudantes. Sugerem pesquisas futuras que investiguem as oportunidades dadas pelos professores aos alunos para responder às perguntas que apresentam.
A8	A importância do EI para promoção dos Indicadores de Alfabetização Científica. A elaboração de novas propostas investigativas nas quais os estudantes necessitem elaborar procedimentos de investigação que utilizam instrumentos e/ou ferramentas experimentais, devido à grande parte dos Indicadores da Alfabetização Científica ter sido diagnosticada nesta etapa.
A9	Maior interação entre os alunos e entre os alunos e o professor em aulas que o EI foi utilizado. Contribuições das simulações por facilitar a compreensão de conceitos e fenômenos mais abstratos. Maior participação e envolvimento dos alunos durante as aulas e na construção de sua aprendizagem.
A10	A importância do papel desempenhado pelo professor desde o planejamento como na implementação e desenvolvimento das aulas. O EI favorecer os alunos a desenvolverem a construção de seus argumentos e de sua aprendizagem.
A11	Maior investimento de tempo para poder mensurar mudanças de atitudes, motivação e autoeficácia dos alunos. Realizar novas pesquisas para investigar se resultados semelhantes são constatados em outros domínios da ciência. Realizar novas pesquisas que investiguem como os professores buscam melhorar sua prática.

Fonte: o próprio autor

Contrastando as conclusões apresentadas no Quadro 18, podemos observar que algumas discussões são comuns aos artigos. Dentre elas podemos destacar a presença de aspectos referentes aos benefícios das abordagens do EI, ao papel do professor, de instrumentos avaliativos e da necessidade de realizar novas pesquisas.

Tendo conhecimento destas discussões comuns apresentadas nas conclusões dos artigos elaboramos o Quadro 19, no qual apresentamos estas discussões comuns em quatro unidades de análise.

**Quadro 19** – Discussões comuns apresentadas nas conclusões

Discussões em comum	Artigos analisados										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
4.5.1 EI e seus benefícios	X		X	X		X	X	X	X	X	
4.5.2 Professor				X	X	X	X		X	X	X
4.5.3 Instrumentos avaliativos	X			X				X			
4.5.4 Novas pesquisas	X	X						X			X

Fonte: o próprio autor

No que tange a 4.5.1, podemos observar que ele pode ser direcionado aos estudantes como também para atividades relacionadas à sua aprendizagem. Com relação aos estudantes, em A1, A4, A6, A7, A9 e A10, notamos os benefícios de seu uso para despertar o

seu interesse, maior participação entre seus pares e professor, motivação, compreensão do conteúdo, capacidade de argumentação, ocorrência de *insights*, participação ativa na construção de sua aprendizagem e o domínio do conhecimento científico e de sua linguagem. No que se refere às atividades, em A1, A3 e A8, destacamos o enriquecimento das aulas, explorar vários conceitos de Física e atingir metas de índices avaliativos (Índices de Alfabetização Científica).

Com relação a 4.5.2, podemos observar em A4, A5, A6, A7, A9, A10 e A11 a preocupação com que estes planejam, acompanham, intervêm, interagem, mediam e auxiliam os estudantes enquanto desenvolvem as atividades do EI de modo a melhorar sua prática.

Consoante a 4.5.3, podemos observar em A1 a sua preocupação em utilizá-los como meio para acompanhar e avaliar o processo de construção da aprendizagem dos estudantes. Mediante a este fator podemos mencionar as ferramentas que os outros artigos apresentam para dar suporte quanto a esta questão. A4 menciona a potencialidade da escrita para mobilizar habilidades de reflexão, negociação de significados e sistematização dos conhecimentos construídos pelos alunos, bem como para os professores acompanharem a forma que seus estudantes constroem seus conhecimentos. A8 utiliza o Diagrama de Toulmin como ferramenta de análise das argumentações elaboradas pelos estudantes.

Pertinente a 4.5.4, observamos nos artigos A1, A2, A8 e A11 a preocupação de se realizar novas pesquisas em relação ao que eles se propuseram investigar. O interesse de A1 se estabelece em utilizar novos instrumentos que permitam acompanhar e avaliar a aprendizagem. A2 e A11 compartilham o desejo de que a pesquisa feita por eles seja realizada em outras áreas da ciência com o intuito de se comparar os resultados. A11 também demonstra sua preocupação para investigar como os professores buscam melhorar sua prática. A8 deseja que novas propostas investigativas sejam realizadas para se investigar uma etapa específica devido esta ser a que mais lhes rendeu resultados positivos.

A análise dos dados apresentados ao longo deste capítulo nos permitiu fazer inferências em relação a alguns aspectos da abordagem do EI utilizada nas pesquisas com estudantes de Física do EM. No que tange à sua fundamentação (o papel desempenhado pelo professor e pelos estudantes, a importância do professor planejar as atividades baseadas de acordo com nível cognitivo de seus alunos, as atividades serem propostas em ciclos de investigação o qual se inicia com um problema ou problematização), dos objetivos destas pesquisas (focados em três temas: aprendizagem, a atividade e professor), das variações metodológicas (como proposta central ou base para se investigar outras propostas, por

exemplo, as interações discursivas e a argumentação) e de suas conclusões (discussões comuns que abarcam: os benefícios do EI, importância dos professores, instrumentos avaliativos e indicações para novas pesquisas). Tais inferências serão apresentadas nas considerações finais

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, por meio do Estudo Exploratório (Pesquisa Bibliográfica) procuramos responder à seguinte questão: Quais aspectos relativos ao Ensino por Investigação têm sido abordados nas pesquisas em Ensino de Física? Mais especificamente as pesquisas que envolvem a participação de estudantes do Ensino Médio na abordagem do EI?

Na busca por respostas, destacamos a necessidade de apresentarmos discussões teóricas quanto às fundamentações do EI de modo a compreender melhor esta abordagem de ensino. Estas discussões estão dispostas nos capítulos 1 e 2, e entre elas podemos destacar as influências de Dewey e Schwab, as variações de seu uso, suas diferentes concepções, as intenções de seu uso e algumas críticas a seu respeito.

Segundo o indicado na literatura, notamos que as intenções do uso do EI nas pesquisas do EF no EM vêm sendo direcionadas para a promoção da aprendizagem dos estudantes. Assim como discutido na fundamentação teórica desta pesquisa, observamos que os artigos analisados almejam facilitar a aprendizagem dos estudantes e melhorar suas compreensões a respeito do conhecimento científico e do desenvolvimento de competências e habilidades do fazer científico.

De acordo com os nossos critérios de seleção notamos que onze artigos é um número pequeno quando comparado à quantidade de periódicos que foram pesquisados. Isto nos mostra a carência de pesquisas realizadas nos últimos dez anos com estudantes do EM que abordam a respeito de abordagens do EI. Indicamos a realização de pesquisas futuras que investiguem o que vem ocorrendo nas outras áreas do Ensino de Ciências (Biologia e Química).

Consideramos que o consenso de alguns pesquisadores quanto à definição não conclusiva de se utilizar o EI e das diferentes variações do uso são recorrentes. A maneira com que as pesquisas utilizam as abordagens do EI e seus objetivos variam entre si. De acordo com o Quadro 17, isso pode ser verificado pelo fato de os artigos utilizarem o EI como proposta central e também como base para investigar outras propostas, como por exemplo, a argumentação dos estudantes. Esta pluralidade corrobora para a diversidade de propósitos em utilizar esta abordagem de ensino.

Este caráter plural condiz para que esta metodologia de ensino seja empregada em quaisquer contextos, no entanto recomendamos que, independente da forma que seja utilizada, é necessário que os professores alicersem as atividades a serem

desenvolvidas pelos estudantes a partir de um aporte teórico apropriado de acordo com seus interesses.

Contrastando a Unidade de Contexto 2 com a Unidade de Contexto 4, consideramos que, mesmo como proposta central ou como base para se investigar outras propostas, o uso de abordagens do EI requer orientação a partir da fundamentação teórica. A falta deste apoio teórico corrobora para que a implementação da abordagem utilizada não seja frutífera. Com relação aos artigos analisados no Quadro 15, podemos notar que a falta de fundamentação é mais intensa nos aspectos que dizem respeito ao nível da atividade investigativa, papel do professor, papel do aluno e no problema como ponto de partida.

Relacionando aos aspectos que estruturam a fundamentação teórica dos artigos, de acordo com o Quadro 15, percebemos que eles enfatizam o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos estudantes, no entanto carecem em explicar o papel que estes têm que desempenhar. De acordo com isso, consideramos que estes artigos se preocupam mais com a finalidade dos resultados que as abordagens do EI podem oferecer, do que com os processos que devem ocorrer para que isso aconteça da melhor forma. O papel que os estudantes têm que desenvolver é responsabilidade do professor. Como visto na Unidade de Contexto 5, os artigos mencionam em suas conclusões algumas das funções que estes profissionais têm que desempenhar, como por exemplo, planejar, acompanhar, intervir, mediar e auxiliar os estudantes. No entanto, ainda analisando o Quadro 15, nota-se que apenas 27% dos artigos discutem em sua fundamentação o papel dos docentes. A falta de uma boa fundamentação por parte dos professores dificulta a implementação do EI e também nos resultados da aprendizagem dos estudantes.

Apesar de sabermos que a utilização de atividades práticas experimentais não é razão necessária para a ocorrência de abordagens do EI, o Quadro 15 explicita que ela ainda é muito recorrente. Isso nos mostra uma carência de abordagens do EI que utilizem outros recursos, como por exemplo, abordagens com aspectos da Metodologia da Problematização, propostas de investigações teóricas, baseadas em HFSC, propostas contextualizadas dentro da perspectiva CTSA, sendo que todas as propostas ainda são baseadas apenas nos conteúdos específicos de Física. Isso inviabiliza a compreensão de aspectos que podem ser desenvolvidos pela adoção da abordagem do EI. Essa falta de discussão pode ser um fator para ligar os conhecimentos de Física com a sua contextualização na sociedade atual.

Quanto ao uso de experimentos notamos que a utilização de novas tecnologias (neste caso o aporte de recursos virtuais, nos quais foram empregadas simulações

computacionais) pelos artigos A5, A7 e A9 é um recurso didático importante que possibilita a visualização dos fenômenos físicos estudados, os quais exigem maior capacidade de abstração para o seu entendimento. Outra utilidade pode ser a simulação de experimentos de alto custo inviáveis financeiramente para as escolas. Além disso, os instrumentos tecnológicos virtuais (por exemplo, *tablets* e *smartphones*) estão presentes na sociedade e trazer este tipo de recurso para os ambientes de aprendizagem é um estímulo para se pensar em novas propostas para a promoção de abordagens do EI que abarque os diferentes contextos escolares que envolvem não só o EM, mas todos os outros níveis de ensino.

Concluimos que, apesar de toda discussão teórica que existe em relação à diversidade de possibilidades ou contextos do EI, nota-se que nos trabalhos analisados não há uma preocupação com a delimitação da abordagem utilizada, de seus referenciais norteadores, principalmente os epistemológicos. Embora estes trabalhos fundamentem suas propostas na literatura da área, observamos que eles enfatizam o uso da abordagem do EI como meio para que os estudantes possam desenvolver habilidades e competências, ou seja, direcionam seus olhares nos resultados esperados, porém apresentam uma carência em abordar o processo a ser realizado para que isso ocorra com excelência. Para isso é necessário que as novas pesquisas reflitam mais a respeito dos processos para se chegar aos resultados esperados, como por exemplo, o papel a ser desempenhado pelo professor, seus objetivos em relação ao desenvolvimento da atividade, o alinhamento dos níveis de investigação com a capacidade cognitiva dos estudantes, bem como o engajamento destes nas atividades investigativas.

Com relação ao uso das abordagens do EI, esta pesquisa nos despertou como perspectiva futura realizar uma nova investigação no âmbito da avaliação da aprendizagem, mais especificamente investigar os processos e instrumentos avaliativos que vêm sendo utilizados nas pesquisas para compreender a construção da aprendizagem dos estudantes quando engajados nas atividades do EI.

## REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: M. Fontes, 2007.

ABD-EL-KHALICK, F. *et al.* Inquiry in science education: international perspectives. **Science Education**, [s. l.], v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.

ALARCÃO, Isabel. Professor-investigador: que sentido? Que formação? *In*: CAMPOS, Bártolo Paiva. **Formação profissional de professores no ensino superior**. Porto: Porto Editora, 2001. p. 21-31.

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 01, p. 121-138, abr. 2011.

AUDI, Robert. **The Cambridge Dictionary of Philosophy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

AZEVÊDO, Lidiany Bezerra Silva de; FIREMAN, Elton Casado. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 8, n. 02, p. 143-161, maio 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROW, Lloyd H. A brief history of inquiry: from dewey to standards. **Journal of Science Teacher Education**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 265-278, set. 2006.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface**, Botucatu, v. 2, p. 139-154, fev. 1998.

BEVINS, Stuart; PRICE, Gareth. Reconceptualising inquiry in science education. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 1-13, jan. 2016.

BLACKBUR, Simon. **The Oxford Dictionary of Philosophy**. New York: Oxford Paperback Reference, 1996. p. 103.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, Antônio Tarciso; RODRIGUES; Bruno Augusto. O ensino da física do som baseado em investigações. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 61-84, maio/ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). Acesso em: 20 jan. 2019.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica. *In*: GARCIA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). **Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos y propuestas**. Santiago: Universidade Católica de Chile, 2006.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber às práticas educativas**. São Paulo: Cortez, 2013. 228 p.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES FILHO, José de Pinho. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 01, p. 101-129, maio 2015.

COLLINS, John W.; O'BRIEN, Nancy Patricia. **The Greenwood Dictionary of Education**. London: Greenwood Press, 2003.

CRAWFORD, Barbara A. Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 37, n. 9, p. 916-937, out. 2000.

CRAWFORD, Barbara. A. From Inquiry to scientific practices in the Science Classroom. *In*: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. (ed.). **Handbook of research on science education** (e-reader version). New York: Routledge, 2014, v. II. Localização 31131-32682. Disponível em: [http://www.amazon.com/Handbook-Research-Science-Education-II/dp/0415629551/ref=sr\\_1\\_2?ie=UTF8&qid=1437679561&sr=8-2&keywords=handbook+on+research+in+science+education](http://www.amazon.com/Handbook-Research-Science-Education-II/dp/0415629551/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1437679561&sr=8-2&keywords=handbook+on+research+in+science+education).

DEBOER, George. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. *In*: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (ed.). **Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2006. p. 17-35.

DUSCHL, Richard A.; GRANDY, Richard. Two views about explicitly teaching nature of science. **Science & Education**, [s. l.], v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2012.

DUSCHL, Richard. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of Research in Education**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 268-291, fev. 2008.

ETYMONLINE. Dicionário online etymonline, 2018. Disponível em: [https://www.etymonline.com/columns/post/abbr?ref=etymonline\\_footer](https://www.etymonline.com/columns/post/abbr?ref=etymonline_footer). Acesso em: 02 maio 2018.

FAGUNDES, Tatiana Bezerra. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 21, n. 65, p. 281-298, abr./jun. 2016.

FERNANDEZ, Flavian Brian. Action research in the physics classroom: the impact of authentic, inquiry-based learning or instruction on the learning of thermal physics. **Asia-Pacific Science Education**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 1-20, jul. 2017.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 01, p. 42-60, abr. 2017.

FESTENSTEIN, Matthew. **Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/dewey-political/>. Acesso em: 12 mar. 2018.

FIELD, Richard. **Internet Encyclopedia of Philosophy**. Disponível em: <https://www.iep.utm.edu/dewey/>. Acesso em: 14 mar. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRANDY, Richard. E.; DUSCHL, Richard A. Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. **Science & Education**, [s. l.], v. 16, p. 141-166, fev. 2007.

HATZIKRANIOTIS, Euripides *et al.* Students' design of experiments: an inquiry module on the conduction of heat. **Physics Education**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 335-344, jul. 2010.

INQUÉRITO. Dicionário online dicio, 2018a. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/inquerito/>. Acesso em: 21 maio 2018.

INQUÉRITO. Dicionário online infopédia, 2018b. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/inqu%C3%A9rito>. Acesso em: 21 maio 2018.

INQUÉRITO. Dicionário online Michaelis, 2018c. Disponível em: [michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/inquerito/](http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/inquerito/). Acesso em: 21 maio 2018.

INQUIRY. Dicionário online Bab, 2018a. Disponível em: <https://pt.bab.la/dicionario/ingles-portugues/inquiry>. Acesso em: 02 maio 2018.

INQUIRY. Dicionário online Cambridge, 2018b. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-portuguese/inquiry>. Acesso em: 02 maio 2018.

INQUIRY. Dicionário on-line dictionary, 2018c. Disponível em: <http://www.dictionary.com/browse/inquiry?s=t>. Acesso em: 02 maio 2018.

INQUIRY. Dicionário online etymonline, 2018d. Disponível em: <https://www.etymonline.com/word/inquiry>. Acesso em: 02 maio 2018.

INQUIRY. Dicionário online linguee, 2018e. Disponível em: <https://www.linguee.com.br/portugues-ingles/search?source=auto&query=inquiry>. Acesso em: 02 maio 2018.

INQUIRY. *In*: PARTRIDGE, Eric. **Origins: A short Etymological Dictionary of Modern English**. London and New York: Routledge, 2006, p. 1568.

INVESTIGAÇÃO. *In*: ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: M. Fontes, 2007. p. 584.

- JÚLIO, Josimeire M.; VAZ, Arnaldo M. Atividades de investigação escolar: análise psicanalítica do engajamento em pequenos grupos. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 141, p. 921-941, set./dez. 2010.
- JÚLIO, Josimeire M.; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: alunos engajados – análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2011.
- KRASILCHIK, Miriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LACEY, Alan R. **A Dictionary of Philosophy**. London: Routledge, 1996.
- LEDERMAN, Judith S. *et al.* Meaningful Assessment of Learners' Understandings About Scientific Inquiry – The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 68-83, jan. 2014.
- LEDERMAN, Judith S. *et al.* Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry – the views about Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 65-83, jan. 2014.
- LEDERMAN, Norman G. Nature of science: past, present, and future. *In*: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (ed.). **Research on Science Education**. New York: Routledge, 2007. p. 831-879.
- MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, jan./jun. 2007.
- OLIVEIRA, Cleidson S. de; SOUZA, James A. Professor, por que meu termômetro não funciona? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 435-467, ago. 2011.
- ÖNDER, Fatih; ŞENYİĞİT, Çiğdem; SILAY İlhan. Effect of an inquiry-based learning method on students' misconceptions about charging of conducting and insulating bodies. **European Journal of Physics**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 1-14, jul. 2018.
- PENHA, Sidnei Percia da; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VIANNA, Deise Miranda. Laboratório didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Duque de Caxias, v. 5, n. 2, p. 6-23, maio/ago. 2015.
- PEREIRA, Marta Maximo. Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 65-85, maio/ago. 2013.
- PEREIRA, Marta Maximo; SOARES, Vitorvani; ANDRADE, Viviane Abreu de. Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 6, n. 3, p. 118-132, dez. 2011.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A solução de problemas nas ciências da natureza. *In*: POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 67-102.

RODRIGUES, Bruno A.; BORGES, A. Tarciso. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008, Curitiba. **Atas** [...]. Curitiba: SBF, 2008.

RODRIGUES, Maria Inês Ribas; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Professores-pesquisadores: reflexão e mudança metodológica no ensino de física – o contexto da avaliação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 39-53, 2002.

RUNES, Dagobert D. **The dictionary of philosophy**. New York: Philosophical Library, [19--?].

RUTTEN, Nico; VEEN, Jan T. van der; JOOLINGEN, Wouter R. van. Inquiry-Based Whole-Class Teaching with Computer Simulations in Physics. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 8, p. 1-21, abr. 2015.

SÁ, Eliane Ferreira de; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e; AGUIAR JÚNIOR, Orlando. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 01, p. 79-102, mar. 2011.

SANDOVAL, William A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, Wiley, v. 89, n. 4, p. 634-656, maio 2005.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, nov. 2015. Edição especial. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Curricular Comum. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, set./dez. 2018.

SCHWAB, Joseph J. Inquiry, the science teacher, and the educator. **The School Review**, [s. l.], v. 68, n. 2, p. 176-195, 1960.

SCHWAB, Joseph J. The teaching of science as inquiry. **Bulletin of the Atomic Scientists**, [s. l.], v. 14, n. 9, p. 374-379, 1958.

SEDANO, Luciana; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, maio 2017.

SILVA, Maíra Batistoni e; TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade

investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 02, p. 139-153, ago. 2017.

SILVA, Wellington Barros da; DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 14-28, dez.2008.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. A conceituação científica nas relações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p.75-101, maio 2014a.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 01, p. 141-162, mar. 2014b.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

SOUSA, José Mauro; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; FIGUEIREDO, Newton. Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um objeto de aprendizagem no estudo da força de Lorentz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 988-1006, dez. 2015.

SOUZA, Marcus Venícius Juliano *et al.* Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 1-15, jun. 2009.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, nov. 2015. Edição especial.

VALADARES, Jorge. Os modelos investigativos atuais no ensino da física e o recurso à história e filosofia da ciência. *In*: PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P.; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012, p. 85-122.

WARTHA, Edson José; LEMOS, Marcos Mendonça. Abordagens investigativas no ensino de química: limites e possibilidades. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 24, n. 12, p. 05-13, jan./jul. 2016.

WINN, Ralph B. **John Dewey**: Dictionary of Education. New York: Philosophical Library, 1959.

ZABALA, Antoni. As sequências didáticas e as sequências do conteúdo. *In*: ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 53-88.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; GONÇALVES, Carlos Eduardo de Souza; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-436, abr./jun. 2017.

ZÔMPERO, Andréia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, dez. 2011.