



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

MARCELA KAROLINNY DA SILVA COSTA

**CONTRIBUIÇÕES DA TEÓRIA HISTÓRICO-CULTURAL PARA A FORMAÇÃO  
DE CONCEITOS EM CIÊNCIAS COMO ALTERNATIVA DE PROMOÇÃO DA  
MUDANÇA DO PENSAMENTO CONCEITUAL**

Recife  
2022

MARCELA KAROLINNY DA SILVA COSTA

**CONTRIBUIÇÕES DA TEÓRIA HISTÓRICO-CULTURAL PARA A FORMAÇÃO  
DE CONCEITOS EM CIÊNCIAS COMO ALTERNATIVA DE PROMOÇÃO DA  
MUDANÇA DO PENSAMENTO CONCEITUAL**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPE para Defesa como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Educação.

Orientador: Petronildo Bezerra da Silva

Coorientador: Alessandro Augusto de Barros Façanha

Recife  
2022

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Natália Nascimento, CRB - 4/1743

C837c Costa, Marcela Karolinny da Silva.  
Contribuições da teoria histórico-cultural para a formação de conceitos em ciências como alternativa de promoção da mudança do pensamento conceitual.  
/ Marcela Karolinny da Silva Costa. – Recife, 2022.  
138 f.: il.

Orientador: Petronildo Bezerra da Silva.  
Coorientador: Alessandro Augusto de Barros Façanha.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE.  
Programa de Pós-graduação em Educação, 2022.  
Inclui Referências e Apêndices

1. Teoria histórico-cultural. 2. Construtivismo. 3. Galperin. 4. Ensino de ciências – mudança conceitual. I. Silva, Petronildo Bezerra da. (Orientador). II. Façanha, Alessandro Augusto de Barros (Coorientador). III. Título.

370 (23. ed.)

UFPE (CE2022-082)

**MARCELA KAROLINNY DA SILVA COSTA**

**CONTRIBUIÇÕES DA TEÓRIA HISTÓRICO-CULTURAL PARA A FORMAÇÃO  
DE CONCEITOS EM CIÊNCIAS COMO ALTERNATIVA DE PROMOÇÃO DA  
MUDANÇA DO PENSAMENTO CONCEITUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Educação.

*Aprovada por videoconferência em: 03/08/2022*

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Petronildo Bezerra da Silva (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco  
*[Participação por videoconferência]*

Prof. Dr. Alessandro Augusto de Barros Façanha (Coorientador / Examinador Externo)  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
*[Participação por videoconferência]*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helaine Sivini Ferreira (Examinadora Externa)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
*[Participação por vídeo]*

## **DEDICATÓRIA**

Dedico os resultados desse estudo aos caros colegas educadores na área de Ciências Biológicas. Meu desejo é que as contribuições aqui expostas possam alcançar vocês e ser útil ao trabalho diário.

## AGRADECIMENTOS

Depois de um mestrado finalizado, eu posso garantir: GERAR, DÓI! E isso se refere a muitas coisas, um sonho, um projeto, um filho ou uma dissertação. Muitas pessoas estão presentes no momento da finalização, mas é sobre o momento da construção que quero falar. Esse momento dói, ele é solitário, envolve abnegação, cansaço, privações, desânimo, mas tudo isso culmina em algo muito maior.

E não digo isso apenas pela dimensão terrena que é obter um título acadêmico mas especialmente pela graça celestial que é viver o processo, e sentir o poder do Pai, se aperfeiçoando nas minhas muitas fraquezas. A Deus, toda honra e glória. Pois todas as coisas foram feitas através dele, e, sem Ele, nada do que existe teria sido feito (João 1.3). O mundo pode até ver o texto finalizado, mas Deus viu tudo o que passei para chegar ao final, e até aqui, Ele me ajudou!

Nada nessas páginas que seguirão, foi construído sozinha. Por isso agradeço ao Professor Petronildo, por ter conduzido essa orientação respeitando meu espaço enquanto aspirante a pesquisadora, mas sem deixar de fazer as inferências necessárias a este processo. Agradeço a minha banca examinadora que em um momento crucial da pesquisa, souberam de forma muito assertiva pontuar os elementos que ainda careciam de um tratamento mais adequado. Estendo meus agradecimentos também a CAPES, pelo financiamento da pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a minha família e amigos, que de forma muito paciente e amorosa, souberam receber os meus muitos “nãos”, a convites, passeios e festas em momentos em que era necessária uma dedicação mais assídua à pesquisa e sempre receberam com compreensão e respeito. Mas agradeço especialmente, pelas vezes em que vocês não aceitaram o meu não como resposta e insistiram até me fazer levantar da cadeira e sair de casa. Encontrei nesses momentos a demonstração viva e eficaz dos cuidados de Deus sobre mim, agradeço ao céu por ter me enviado cada um de vocês!

Por isso faço um agradecimento especial a Dafne, minha sobrinha, que chegando no meu cantinho de estudo, em um momento pandêmico de isolamento, me chamava para brincar ou lhe contar uma história. Minha pequena, mesmo que não faça ideia, você foi instrumento de Deus para me trazer força e alegria em ocasiões muitos difíceis. Obrigada por isso.

Me alegro em ter sido fortalecida em todas as ocasiões e por reconhecer que o fim das coisas é melhor que o princípio delas (Ec 7.8a). Hoje, vejo a glória de Deus em todo o meu caminho e como Ele com bondade e amor, nunca me deixou desamparada. Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém. Romanos 11:36.

## RESUMO

Aprender conceitos é uma atividade complexa que está distante da prática simplória de memorizar definições contidas em textos didáticos. Há décadas esse vem sendo um problema real para o ensino de ciências, em especial pela ótica construtivista. A fim de elaborar modelos de aprendizagem de conceitos científicos, autores construtivistas desenvolveram o modelo de mudança conceitual pautado nos princípios de conflito cognitivo e equilíbrio piagetiano. Entretanto essa abordagem tem apresentando problemas, tanto de natureza epistemológica quanto metodológica. Para uma discussão concisa, uma revisão da literatura disponível foi necessária para que a problemática apontada pudesse ser submetida a uma visão holística e com a profundidade necessária. Na construção da pesquisa, realizada neste escrito, permeamos pelo tema da formação de conceitos considerando a perspectiva construtivista de forma crítica. Os aspectos que fundamentam a concepção de Mudança conceitual (Posner et al, 1982) propõem condições que devem ser alcançadas para a efetiva mudança do conceito propriamente dito. Na tentativa de alcançar esse objetivo, lacunas são percebidas e não respondidas pela teoria fundamental, levando as práticas com esse propósito a adotarem estratégias teórico-metodológicas de outras fontes. Por isso, como alternativa teórico metodológica analisamos a Teoria Histórico Cultural, que rege essa temática da Formação de Conceitos sob ótica distinta do construtivismo. Para Vigotski a formação de conceito é caracterizada como um processo histórico e transformador que se fundamenta na representação diversificada do conceito. Nessa direção, Galperin, colaborador de Vigotski também apresenta algumas contribuições ao destacar a importância da Base Orientadora da Ação, que quando completa e baseada nas características essenciais do objeto dotado de um caráter generalizado, consciente e com plenitude, possibilita a formulação do pensar cientificamente com vista na mudança do pensamento.

**Palavras chave:** Teoria Histórico Cultural; Construtivismo; Galperin; Mudança conceitual; Ensino de Ciência.

## ABSTRACT

Learning concepts is a complex activity that is far from the simple practice of memorizing definitions contained in textbooks. For decades this has been a real problem for science teaching, especially from the constructivist perspective. In order to develop models of learning of scientific concepts, constructivist authors developed the conceptual change model based on the principles of cognitive conflict and Piagetian balance. However, this approach has presented problems, both of an epistemological and methodological nature. For a concise discussion, a review of the available literature was necessary so that the problem pointed out could be submitted to a holistic view and with the necessary depth. In the construction of the research, carried out in this writing, we permeate dwell on the theme of the formation of concepts considering the constructivist perspective in a critical way. The aspects that underlie the conception of conceptual change (Posner et al, 1982) propose conditions that must be achieved for the effective change of the concept itself. In an attempt to achieve this goal, gaps are perceived and not answered by fundamental theory, leading practices with this purpose to adopt theoretical-methodological strategies from other sources. Therefore, as a methodological theoretical alternative we analyze the Cultural Historical Theory, which governs this theme of The Formation of Concepts from a different perspective of constructivism. For Vigotski, the formation of concept is characterized as a historical and transformative process that is based on the diversified representation of the concept. In this sense, Galperin, Vigotski's collaborator, also makes some contributions by highlighting the importance of the Guiding Base of Action, which when complete and based on the essential characteristics of the object endowed with a generalized character, conscious and fullness, enables the formulation of thinking scientifically with a view to changing thinking.

**Keywords:** Historical-Cultural Theory; Constructivism; Galperin; Conceptual Change; Science Teaching.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Itens de verificação utilizados na revisão sistemática	32
<b>Figura 2-</b>	Fluxograma de quatro fases do PRISMA	33
<b>Figura 3 -</b>	Fluxograma segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da nossa revisão sistemática	39
<b>Figura 4 -</b>	Organização dos arquivos selecionados por categoria de Tendência	44
<b>Figura 5 -</b>	Categorias de análise com relação às características dos Estudos	45
<b>Figura 6 -</b>	Fluxograma dos Principais referenciais usados nos trabalhos selecionados	54
<b>Figura 7 -</b>	Elementos condicionantes para a Mudança Conceitual	60
<b>Figura 8 -</b>	Fluxograma segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da revisão em Periódicos	73
<b>Figura 9 -</b>	Organograma dos trabalhos por Natureza de Investigação	75
<b>Figura 10 -</b>	Organização dos arquivos selecionados por características dos Estudos	77
<b>Figura 11 -</b>	Esquema das limitações teórico-metodológicas do MMC	83
<b>Figura 12 -</b>	Fluxograma de elementos essenciais para a Reconfiguração da Base Orientadora da Ação	98

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Organização das 3 etapas da metodologia adotada como na pesquisa	33
<b>Quadro 2</b> - Protocolo para a Revisão feita no Arquivo de Mathews	34
<b>Quadro 3</b> - Protocolo para a Revisão na Base de dados da CAPES e da ERIC	35
<b>Quadro 4</b> - Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão	41
<b>Quadro 5</b> - Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão	74
<b>Quadro 6</b> - Comparação do Construtivismo com a Teoria Histórico Cultural sobre a formação de conceitos	117

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Tendência de Publicação por Década e Formato	42
<b>Gráfico 2</b> - Tendência de Publicações por Periódicos e Livros	43
<b>Gráfico 3</b> - Mapeamento do público alvo dos estudos selecionados como pesquisas práticas	77
<b>Gráfico 4</b> - Elementos Metodológicos de MMC comuns entre os artigos selecionados	78
<b>Gráfico 5</b> - Mapeamento das Principais estratégias usadas na promoção da Mudança conceitual no conjunto de artigos selecionados	79

## LISTA DE SIGLAS

BOA	Base Orientadora da Ação
CECINE	Coordenadoria de Ciências do Nordeste
MMC	Modelo de Mudança Conceitual
PRISMA	Preferred Reporting Items for systematic reviews and Meta-Analyses
THC	Teoria Histórico Cultural

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS .....	<b>21</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	<b>21</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>22</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO NECESSÁRIA SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	<b>23</b>
1.2 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	<b>24</b>
1.3 A PROBLEMÁTICA EM TORNO DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS E MUDANÇA CONCEITUAL.....	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>30</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA.....	<b>30</b>
<b>2.1.1 A revisão sistemática</b> .....	<b>30</b>
2.2 DETALHAMENTO METODOLÓGICO APLICADO .....	<b>31</b>
2.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>38</b>
<b>ELABORAÇÃO DA NOÇÃO CONSTRUTIVISTA PIAGETIANA PARA A EDUCAÇÃO ....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 TENDÊNCIA DE PUBLICAÇÃO COM OS DESCRITORES ENTRE AS DÉCADAS DE 70 E 90</b> .....	<b>42</b>
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS.....	<b>45</b>
<b>3.2.1 O desenvolvimento cognitivo por conflito e o princípio da equilibração</b> .....	<b>47</b>
<b>3.2.2 A natureza biológica da Aprendizagem</b> .....	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>53</b>
<b>FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DA VISÃO CONSTRUTIVISTA SOBRE A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS E MUDANÇA CONCEITUAL</b> .....	<b>53</b>
4.1 A CONSTRUÇÃO TEÓRICA DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (MMC)...	<b>53</b>
<b>4.1.1 Mapeamento dos Principais autores</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.2 Aspectos Teóricos e Metodológicos do MMC</b> .....	<b>55</b>
4.2.1.1 - <i>Insatisfação</i> .....	<b>56</b>
4.2.1.2 - <i>Inteligibilidade</i> .....	<b>57</b>
4.2.1.3 - <i>Plausibilidade</i> .....	<b>58</b>
4.2.1.4 - <i>Fertilidade</i> .....	<b>59</b>
4.3 A MUDANÇA CONCEITUAL NA PERSPECTIVA DOS AUTORES DA REVISÃO ....	<b>60</b>
4.4 AS CRÍTICAS AO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL DE POSNER E COLABORADORES .....	<b>63</b>
4.5 O MODELO DE PERFIL CONCEITUAL DE EDUARDO MORTIMER .....	<b>68</b>

4.6 O MÉTODO COMO CAMINHO PARA A MUDANÇA CONCEITUAL .....	73
<b>4.5. 1 Características dos Estudos.....</b>	<b>75</b>
<b>4.5.2 Aspectos Metodológicos que levaram o aluno a Mudança Conceitual .....</b>	<b>78</b>
4.7 O PROBLEMA TEÓRICO-METODOLÓGICO DA MUDANÇA CONCEITUAL SOB A PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA.....	82
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>87</b>
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA VISÃO HISTÓRICO-CULTURAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ..</b>	<b>87</b>
5.1 AS RAÍZES MARXISTAS DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL.....	87
5.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA VISÃO HISTÓRICO-CULTURAL PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS .....	89
<b>5.2.1 Desenvolvimento dialético aplicado ao ensino.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2.2 Natureza social da aprendizagem e a formação dos conceitos Científicos e espontâneos .....</b>	<b>91</b>
5.3 CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV E DA TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN PARA A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL .....	95
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>99</b>
<b>APROXIMAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICA DA TEORIA DE P. YA GALPERIN COM A NOÇÃO DE MUDANÇA CONCEITUAL .....</b>	<b>99</b>
6.1 A APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NAS ETAPAS DESCRITAS POR P. YA GALPERIN .....	99
6.2 AS ETAPAS DE FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS COM MENOS EQUÍVOCOS CONCEITUAIS .....	101
<b>6.2.1 Etapa 1. Motivacional – A necessidade como elemento motivacional da aprendizagem .....</b>	<b>101</b>
<b>6.2.2 Etapa 2. Estabelecimento da Base Orientadora da Ação (BOA) – A busca por uma orientação planejada da formação de conceitos corretos .....</b>	<b>102</b>
<b>6.2.3 Etapa 3 - Formação da Ação Material ou Materializada – Representação externa do objeto de estudo com exatidão. ....</b>	<b>106</b>
<b>6.2.4 - Etapa 4 - Formação da Ação Verbal Externa – Expressão do pensamento teórico e social em processo de internalização .....</b>	<b>108</b>
<b>6.2. 5 Etapa 5 - Formação da Ação verbal interna (Mental) – Aquisição de generalidade, consciência e abreviação para mudança do pensamento conceitual. .....</b>	<b>110</b>
6.3 INDICADORES DE QUALIDADE DA AÇÃO.....	112
<b>6.3. 1 Grau de Generalização.....</b>	<b>113</b>
<b>6.3.2 Grau de Redução.....</b>	<b>114</b>
<b>6.3.3 Grau de Independência .....</b>	<b>114</b>

<b>6.3.4 Grau de Racionalização .....</b>	<b>115</b>
<b>6.3.5 Grau de Consciência .....</b>	<b>115</b>
<b>6.3.6 Grau de Solidez .....</b>	<b>116</b>
<b>6.4 CONTRIBUIÇÕES DA MUDANÇA DE PENSAMENTO PARA A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS.....</b>	<b>117</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>126</b>

## APRESENTAÇÃO

Antes de apresentar a proposta investigativa realizada nesta dissertação, considero importante conhecer de onde parte o interesse pelo tema da pesquisa, a partir da elucidação de aproximação entre objeto e pesquisador. Sou licenciada em Ciências Biológicas e como professora, notei desde muito cedo, que organizar a atividade de ensino para que a aprendizagem dos conceitos biológicos fosse estabelecida, não era uma missão fácil.

Por muito tempo, detive minhas práticas e planejamentos pautada em princípios construtivistas e forçando uma associação com ideias de natureza histórico-cultural, acredito que minha formação inicial tenha tido bastante influência nesse sentido, uma vez que a abordagem construtivista também orienta a prática de ensino dos professores no Ensino Superior.

Ainda durante a graduação, fui convidada para dar uma formação na Coordenadoria de Ciências do Nordeste (CECINE/UFPE), sobre Ensino por Investigação. De modo muito principiante, minha fala esboçava bastante, um diálogo entre as teorias construtivistas e histórico-cultural. E lembro ter sido durante aquela formação, no momento em que uma das participantes me confrontou, que eu tomei nota sobre a real distinção de natureza metodológica, teórica, epistemológica e filosófica entre Construtivismo e Teoria Histórico Cultural.

A partir daquele momento, deu-se início a uma longa e produtiva jornada que proporcionou a construção desta pesquisa de mestrado. A cada nova leitura pude encontrar propostas e apontamentos que fossem viáveis para conceder respostas às minhas interrogações enquanto educadora, e então nortear de modo mais efetivo o objeto de estudo que seria delimitado.

Sendo assim, a pesquisa aqui desenvolvida, dedica-se à análise das contribuições teórico-metodológicas da Teoria Histórico-Cultural, mais especificamente dos apontamentos metodológicos propostos pelo psicólogo Piotr Y. Galperin (et., al 1989) com a Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, para a Reconfiguração do Modelo de orientação do pensamento utilizada na resolução de tarefas.

Para isso, é feito também uma discussão crítica à estrutura da abordagem construtivista de ensino sobre a mudança conceitual pautada no conflito cognitivo,

como caminho para a formação de conceitos, fazendo uma leitura sob a ótica da didática das ciências.

Dentro da perspectiva construtivista, essa elaboração da aprendizagem voltada para a resposta correta de exercícios é entendida como fruto de uma Mudança conceitual, inicialmente desenvolvida por Posner e diversos outros autores (POSNER et. al, 1982; HEWSON, 1989).

Apoiando-se na ideia de revolução científica de Thomas Kuhn, esses autores sustentam que o processo de aquisição de conhecimento passa também por uma situação de confronto que permite a transformação do conceito. Logo, os princípios de Conflito cognitivo e Equilibração, que são próprios da teoria construtivista, são elementos fundamentais na ideia de Mudança Conceitual.

Sendo assim, é válido pontuar que para os autores mencionados, os processos que envolvem a formação de conceitos estão diretamente relacionados com a capacidade do indivíduo para descobrir mecanismos de ordem psíquica que viabilizem uma ação mental natural, capaz de leva-lo ao conhecimento em seu formato mais correto.

Em contra partida, a Teoria Histórico Cultural (THC), fundamentada especialmente pelas contribuições de Vigotski, oferece a ideia de formação de conceitos que tenham como princípio uma mudança de orientação pautada na assimilação das características estruturantes (e essenciais) dos objetos estudados partindo de formas diversas da ação em um processo colaborativo, social, cultural e científico.

Portanto, identifica-se nesta pesquisa a necessidade de investigar a intersecção entre as ideias de Vigotski, Leontiev e Galperin, autores Históricos Culturais, acerca do que é o conceito científico em função de sua representação mental e a correlação disso com a noção de mudança conceitual apresentada pelos autores construtivistas.

Assim, procura-se nesta investigação, analisar as contribuições da Teoria Histórico Cultural e da Teoria da Formação Planejada das Ações Mentais, das imagens e dos conceitos por etapas de P. Ya. Galperin, para um modelo de aprendizagem que possibilite a formação de conceitos científicos corretos no plano mental dos alunos.

Para isso, o trabalho visa responder algumas questões norteadoras: (1) “Porque a Formação de Conceitos é importante no Ensino de Ciências?”. (2) “Que

fundamentos a Teoria Construtivista estabelece para o modelo de mudança conceitual?”. (3) “Os fundamentos teórico-metodológicos da Teoria Histórico Cultural podem ser considerados uma alternativa distinta da teoria construtivista?”. (4) “As etapas da Teoria de Formação planejada das Ações Mentais, viabilizam a Reconfiguração do Modelo de orientação do pensamento conceitual?”. E por fim, (5) “Quais as contribuições da Teoria Histórico Cultural e da Teoria de Formação planejada das Ações para a formação de conceitos no Ensino de Ciências?”.

A hipótese de pesquisa é que as ações pedagógicas, quando planejadas a partir de uma base de orientação elaborada, com ações apoiadas em indicadores de qualidade e que trabalhem a dimensão material com as características essenciais do objeto, possibilitam a internalização de novos conceitos que se expressam em habilidades manuais e psíquicas, direcionando o pensamento do aprendiz para o uso correto dos conceitos científicos.

Por isso, para apreender os elementos importantes dessa perspectiva uma apresentação dos pilares da formação de conceitos do Ensino de Ciências é feita já no primeiro capítulo. Nele também é possível identificar como nascem as demandas de reelaboração do ensino a fim de proporcionar a aprendizagem de conceitos científicos.

No capítulo dois, é apresentada a abordagem metodológica adotada. Por tratar-se de uma pesquisa teórica, a revisão sistemática na literatura clássica e contemporânea se fez necessário durante todo o período de desenvolvimento da investigação, para que tanto as ideias das teorias propriamente ditas quanto as ideias que permeiam o modelo de mudança conceitual fossem entendidas considerando suas dimensões teóricas e epistemológicas.

Inicialmente buscou-se compreender o construtivismo enquanto o coração da proposta de mudança conceitual desenvolvida por Posner e colaboradores, bem como dos avanços feitos a partir do trabalho desses autores em um período mais recente, e subsequentemente realizar um estudo teórico sobre as contribuições das etapas descritas por Galperin para a concepção de elaboração conceitual, mas, tomando a teoria Histórico-Cultural como motor condutor da formação do pensamento conceitual.

Em termos educativos, quando se fala em conceito a referência direta é ao conteúdo de ensino, ou seja, está relacionado diretamente ao conceito teórico trabalhado no contexto escolar. Por isso qualquer que seja o conceito estudado ele

está estreitamente relacionado às habilidades de aprendizagem dos alunos e por essa razão é preciso oferecer todas as condições, características e panoramas necessários para que as ações práticas que o conceito norteia sejam melhor direcionadas (POTTMEIER, SOUSA e FISTAROL, 2019).

Os resultados da investigação aqui conduzida, começam a ser elucidados a partir do capítulo três. Nele, inicia-se uma discussão sobre as bases construtivistas centradas em uma abordagem de ensino empirista sobre a qual repousa muitas das concepções de formação de conceitos no campo da educação.

Nessa primeira parte da pesquisa percebemos o olhar da teoria construtivista sobre as questões de Aprendizagem e Desenvolvimento cognitivo, a partir do estudo a respeito da elaboração de modelos de ensino que tem como objetivo a transformação ou substituição das ideias erradas dos estudantes pelas ideias cientificamente corretas. É desse lugar, que parte a ideia de Mudança conceitual, que com a contribuição de vários autores se estabeleceu como um modelo de aprendizagem de conceitos no construtivismo piagetiano.

Ao pensar em mudança conceitual é útil reconhecer que, dentro dessa perspectiva teórica, a palavra “mudança” pode assumir diferentes significados, a depender do contexto em que ela é utilizada, e mesmo dentro de uma mesma área de conhecimento, ela está condicionada a ser alterada pela situação.

Dentro do construtivismo, ela pode assumir o sentido de completa extinção do conceito anterior para que o novo possa assumir seu lugar. Pode também assumir o significado de expansão, ou ainda o sentido de troca (HEWSON,1992), comentaremos com maior profundidade sobre essa classificação no quarto capítulo.

Nele, aprofundamos as características metodológicas que constituem a dimensão da formação de conceitos, tendo como fundamento a compreensão prática dos autores que iniciaram a elaboração de um modelo de mudança conceitual discutindo algumas das variações dos modelos propostos que foram sendo realizados a partir das contribuições de outros autores que se apoiaram nas mesmas bases epistemológicas.

É sobretudo conveniente destacar que, nesse capítulo elucidamos que as propostas de mudança conceitual que repousam sobre os pressupostos construtivistas anunciam limitações que decorrem da base epistemológica em que estão sustentadas. Com isso, é válido nos perguntarmos sobre como viabilizar essa aprendizagem, a partir de um novo olhar sobre a ideia de formação dos conceitos

considerando uma ótica diferente do construtivismo, e por isso propomos como possibilidade teórico-metodológica a Teoria de Galperin.

Piotr Yakovlevich Galperin (1902 – 1988) foi colaborador de Vygotsky e Leontiev. Isso significa que os postulados de Galperin estão ancorados na epistemologia da Teoria Histórico Cultural (THC). Por essa razão o capítulo cinco, é dedicado ao esclarecimento a respeito das delimitações feitas pela THC com relação a Natureza social da aprendizagem e a compreensão dada pela teoria para as noções de conceitos científicos e conceitos espontâneos.

A compreensão de um determinado conceito, em sua plenitude, não pode ser assimilada de maneira súbita, pois sua generalização se estabelece progressivamente. Assim, o estudo de um conceito tem o objetivo de refletir sobre a realidade e nos orientar com relação a ela. Logo, não se admite dentro da THC que o conceito seja contextual, pois ele reflete a realidade objetiva e não um momento desta realidade.

A THC, esclarece que todo conceito é formado por um conjunto de componentes que são características constituintes de sua definição (componentes são, portanto, as várias formas de explicar um conceito). Exemplificando, só é possível saber o que são organismos eucariontes, em função de um conjunto de características essenciais que definem o grupo, é o que segundo Talízina (2009. p.: 264) formam os “conceitos disjuntivos” (diferentes do conjunto). Desse modo, os conceitos científicos são, inicialmente, combinados com os espontâneos - não científicos - até que sua ideação esteja completa.

Conceitos espontâneos são entendidos aqui como aqueles construídos no seu dia-a-dia, fora da sala de aula e que em função disso podem ter diversas origens: “sensorial, emocional, afetiva e até mesmo moral, pois são construídos nas relações mediadas pelos familiares, grupos de amizade ou por outros grupos significativos” (SCHROEDER, 2007, p. 298).

No capítulo seis, trazemos com maior detalhamento como Galperin descreveu o mecanismo de interiorização de conceitos teóricos a partir da atividade, como produto de suas pesquisas. A aplicação concreta do mecanismo por ele identificado pode ser visualizado, por exemplo, na solução de tarefas com problemas reais.

A compreensão dada pelos autores sobre o processo de materialização do conceito (que é a representação materializada do que está em sua psique naquele determinado momento), seguido por sua representação verbal externa e interna

(mediação da linguagem) até retornar ao plano mental (após adquirir o máximo de generalização possível a partir de uma orientação consciente e plena), possui importante contribuição no entendimento sobre a transformação do abstrato para o concreto e vice-versa, bem como sobre a aprendizagem conceitual.

A internalização de conceitos é elaborada em cima do desenvolvimento de etapas que possibilitam a passagem da experiência social para a individual e que são adequadas para aprender novas generalizações, novos conhecimentos, novas habilidades, hábitos, atitudes e valores que seguem um padrão de orientação (GALPERIN, 1989a, b, c, d).

Dessa maneira, a teoria pode ser chamada de Teoria de Assimilação de Conceitos por Etapas, ou seja: encontrar a forma material de representação da ação, depois a forma verbal da ação e, por fim, transformar essa ação externa em interna.

É válido pontuar que, esse processo não é linear, pois no trabalho colaborativo em sala de aula há sujeitos que apresentam um nível qualitativo mais ou menos próximo da orientação desejada, e por isso, podem ou não necessitar recorrer a todas as etapas constituintes da teoria. Assim, Galperin propõe que a nova ação a ser estabelecida passa por 3 formas constituintes: material, verbal e mental.

No último capítulo, há ainda um subtópico que resgata todo o trabalho e apresenta a intersecção percebida entre as abordagens teóricas relativas à formação de conceitos. Neste tópico é feita uma ratificação das limitações da Teoria construtivista e pontuando onde a Teoria Histórico Cultural avança com relação as limitações apontadas, oferecendo maior contribuição com a Formação de Conceitos no Ensino de Ciências por promover uma mudança na estrutura do pensamento conceitual do estudante.

## **1.1 OBJETIVOS**

### 1.1 Objetivo geral

- Analisar as contribuições da Teoria Histórico Cultural e da Teoria Formação Planejada das Ações Mentais por Etapas de Galperin para a Formação de Conceitos no Ensino de Ciências em comparação com as limitações da Teoria Construtivista.

## 1. 2 Objetivos específicos

- Caracterizar a formação de conceitos no Ensino de Ciências
- Identificar e discutir as ideias clássicas da Teoria Construtivista que fundamentam o Modelo de Mudança Conceitual, apontando limitações.
- Identificar os fundamentos Teórico-Metodológicos da Teoria histórico-cultural como alternativa de natureza epistemológica distinta do Construtivismo.
- Esclarecer como a organização metodológica da Teoria de Formação das Ações Mentais por etapas de Galperin viabilizam a reorganização do pensamento conceitual em ciências.
- Comparar os postulados construtivistas com as considerações histórico-cultural quanto a aprendizagem de conceitos científicos, apontando implicações na didática das ciências.

## CAPÍTULO 1

### A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

#### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO NECESSÁRIA SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

As demandas sociais, já há algum tempo, indicam a necessidade da democratização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, no sentido de ofertar aos cidadãos uma melhor compreensão do mundo, para nele intervir de modo consciente e responsável (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Essa visão proporciona importantes diretrizes para o ensino de ciências e para o trabalho docente no que diz respeito à mediação pedagógica que aponta para o desenvolvimento do entendimento, crítico e ético, necessários à análise e compreensão dos avanços e implicações dos impactos socioambientais decorrentes do desenvolvimento da ciência e da tecnologia (CHASSOT, 2003; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2009).

Segundo Bizzo (2009), o ensino de Ciências integra uma das possibilidades para a melhor compreensão sobre aspectos tecnológicos, científicos e sociais do mundo. O autor enaltece que o ponto crucial da ação docente “[...] é reconhecer a real possibilidade de entender o conhecimento científico e a sua importância na formação dos nossos alunos, uma vez que ele pode contribuir efetivamente para a ampliação de sua capacidade” (BIZZO, 2009, p. 15-16).

Na mesma perspectiva, Arce, Silva e Varotto (2011, p. 9) destacam que:

O ensino de ciências designa um campo de conhecimentos e um conjunto de atividades que oferecem uma visão científica do mundo real e o desenvolvimento de habilidades de raciocínio desde a mais tenra idade [...]. A escola fundamental tem o dever social de colocar a criança em contato com uma forma particular de conhecimento: o conhecimento científico.

Com isso, avaliamos que o conhecimento científico busca constantemente esclarecer e verificar os fatos, por meio de observação e investigação. Através desta atitude de tentar explicar os resultados de forma consistente e ser útil a sociedade, o educador ao abordar com clareza a importância desse conhecimento para a vida dos seus alunos, instiga a curiosidade tornando suas aulas mais interessantes.

No bojo desse ensino, Blaszkó, Ujiie e Carletto (2014, p. 152) descrevem que:

O ensino de ciências aborda conteúdos articulados com a realidade, com o meio ambiente, com o desenvolvimento do ser humano, com as transformações tecnológicas, dentre outros temas. A reflexão e a ação sobre o meio natural, físico e social possibilitam que a criança desde a primeira infância possa observar, manusear, explorar, investigar e construir conhecimentos científicos.

É conhecido que no que se refere aos limitantes metodológicos, existem inúmeros aspectos que interferem na mediação eficiente dos conteúdos relacionados ao Ensino de Ciências com fim nos objetivos mencionado pelos autores acima. Mas é preciso mudar esse panorama, modificando a estrutura da organização da atividade de ensino objetivando uma elaboração coesa da atividade de estudo que viabilize uma boa aprendizagem.

O ensino de Ciências, quando trabalhado de forma significativa, envolvendo atividades experimentais, práticas investigativas e adequação elaborada de conceitos próprios da área, tem grande relevância na formação integral do indivíduo. Rosa, Perez e Drum (2007) ressaltam que o papel da escola e de seus respectivos profissionais é o de desenvolver ações educativas que instiguem, nos discentes, a curiosidade, o poder investigativo, a observação e a construção de conhecimentos.

Em ciências, o estabelecimento desses conhecimentos se dá por via de uma rede conceitual, isso é o mesmo de dizer que pensamos por conceitos dentro das ciências. Eles são, portanto, as ferramentas que possibilitam o agir, o interagir, o caracterizar e o falar. Para Lima, Junior e Caro (2011) os conceitos produzem um tipo de confronto com os significados impostos, por isso, sua formação é “essencialmente dialógica e dependente das estratégias de mediação adotadas” (Lima, Júnior e Caro, 2011).

Afirmamos portanto que o ensino adequado de ciências deve estimular a tomada de decisões, o desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade, contribuindo na formação de cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Dando à população em geral, melhores condições para participar dos debates cada vez mais sofisticados sobre temas científicos que afetam nosso cotidiano.

## **1.2 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dentro da pesquisa na área da educação em Ciências, a formação e o desenvolvimento de conceitos científicos pelos estudantes, sem dúvida é um dos temas de grande interesse do meio acadêmico e escolar. Para isso, a produção de conhecimentos sobre o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula tem se apoiado largamente nas contribuições de Vigotski (2001) que nos auxilia na compreensão do processo de internalização dos conceitos espontâneos e científicos como prática social pedagogicamente mediada e intencionalmente planejada.

Aprender conceitos é uma atividade complexa que está distante da prática simplória de memorizar definições contidas em textos didáticos. Pois essas definições são o produto de uma compreensão que já foi formalizada (LIMA; SILVA, 2007). Factualmente, essas definições tendem a ser acompanhadas de listas de exercícios que objetivam a mera fixação de classificações, fórmulas e termos, tais como: genes, espécie, elementos, gênero etc.

Quanto às fragilidades do uso do método de definição no ensino, Vigotski (2001) pontua que:

[nesse método] o conceito é retirado de uma relação natural, em forma estagnada, fora do vínculo com os processos reais de pensamento em que surge, é descoberto e vive [...] tomada em forma estagnada não nos dá a mínima ideia do que seja a palavra em ação, de modo que a criança opera com ela no processo vivo de solução de um problema, de como a emprega quando para isso surge a necessidade viva. (VIGOTSKI, 2001, p. 154).

Ao pensar a respeito de como os estudantes aprendem, como os professores ensinam e sobre as particularidades do ensino de Ciências, pesquisadores da área puderam realizar ponderações para os estudos na área, como considera Bastos et al. (2004, p.10):

[...] duas importantes suposições tornaram-se possíveis: os alunos, a partir de suas experiências com objetos, eventos, pessoas, informações da mídia, etc., constroem por si mesmos uma variedade de ideias e explicações acerca das coisas da natureza; as ideias e explicações construídas pelos alunos podem ser consideravelmente resistentes à mudança e funcionar como importantes obstáculos à aprendizagem escolar.

Buscando a solução da problemática apontada por Bastos, de buscar meios pelos quais as ideias iniciais e equivocadas e que portanto, eram incompatíveis com explicações cientificamente corretas, foi iniciada uma discussão que pretendia estabelecer modos de que essas concepções pudessem ser eliminadas ou transformadas, abrindo espaço para que as concepções em acordo com o conhecimento científico pudessem tomar lugar.

Bastos (2004) ainda pontua que, o surgimento de uma discussão que conduzisse ao entendimento dos processos mentais que culminariam em uma mudança conceitual, foram sendo conduzidos a fim de estimular a substituição das concepções iniciais dos aprendizes por uma mais compatível com o ponto de vista científico.

Corroborando com essa visão de aprendizagem associação da prática científica, Mortimer (2000) aponta que aprender ciências é sinônimo de mergulhar em um universo dotado de uma linguagem própria. Ainda que os meios explicativos de Mortimer sobre essa perceptiva não sejam compatíveis com a autoria desde trabalho (que explicaremos mais à frente), concordamos com essa definição sobre o aprender ciências, pois exprime a profundidade desse processo de aprendizagem.

Nesse sentido, reforçamos que aprender conceitos científicos não é simples, muito menos rápido. Esse processo está imerso em um complexo sistema que envolve estar consciente da diferença entre as linguagens das ciências com as demais formas de falar e interpretar o mundo.

Justifica-se isso, por entender que o estabelecimento de um conceito é histórico, processual, procedimental e social. Essas marcas estão impressas na palavra, mas o conceito revela o movimento de elaboração e articulação construído na história que está por trás da palavra. Assim, quaisquer meios de ensino de um conceito que se esquivem dessas características, podem não agregar valor à atividade de Ensino.

Na aprendizagem de conceitos científicos é imprescindível que haja o reconhecimento de suas particularidades, mas esse reconhecimento também deve acompanhar o uso correto e adequado desses conceitos em circunstâncias apropriadas. Parte daqui a importância da generalidade de um conceito. Princípio que visa repousar o conceito em um sistema amplo de relações.

Isso significa garantir que o aprendiz desenvolva a capacidade de correlacionar o conceito estudado com outros símbolos, palavras, conceitos e dispositivos por meio de mecanismos associativos, atribuindo-lhes outros sentidos e assim, adquirir novos conhecimentos, realizando outras descobertas.

Em função disso, concordamos com Talomoni e Bertolli (2009) ao afirmarem que o ato de aprender Ciências deve importar aos alunos como uma forma de se relacionar com e através da palavra, “eliminando a possibilidade de que as Ciências possam ser ensinadas e/ou aprendidas de forma conteudista”(Idem) .

Esse modo de lidar com a aprendizagem no campo das Ciências é elaborado de forma a conceder espaço para que os estudantes se apropriem de uma cultura que inicialmente, não lhes pertencia, a ponto de relacionarem o conhecimento adquirido com outras dimensões de sua realidade.

Lima, Junior e Caro (2011), fazem uma ponderação com relação a isso ao lembrar que conceitos próprios da área de Ciências e Biologia, são muitas vezes difíceis de serem assimilados, em especial para estudantes do Ensino Fundamental. E que por isso, professores tendem a apresentar definições precoces e sem a devida generalização.

Os autores esclarecem que na maioria das vezes esses educadores são levados a se posicionarem assim por considerar que não conseguem expor o conceito de forma precisa, ou que os estudantes não assimilarão o conceito tão qual ele é. O que obviamente acarreta graves problemas para a Educação em Ciências.

Complexidade, generalização, conceitos espontâneos e definições precoces, são apenas alguns dos muitos impasses que a formação de conceitos científicos na área de Ciências que educadores precisam administrar durante seu processo de ensino e também de aprendizagem por parte dos educandos, pois são elementos que podem retardar o desenvolvimento de conceitos cientificamente mais coesos.

Para o processo educativo, ter clareza desses pontos ajudam a identificar problemáticas e possíveis meios de soluções que tragam uma contribuição mais efetiva para o processo de Ensino e Aprendizagem na área.

### **1.3 A PROBLEMÁTICA EM TORNO DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS E MUDANÇA CONCEITUAL**

Por anos, as pesquisas no campo da Educação estiveram centradas em temáticas que permeavam o behaviorismo (corrente psicológica) e o positivismo (corrente filosófica). Juntas, essas correntes sustentaram uma visão de pesquisa que limitava os métodos usados pelos pesquisadores a métodos públicos de observação, o que impossibilitava as reflexões particulares e supervaloriza a replicação da pesquisa por outros cientistas destacando uma supremacia das ciências como detentora do conhecimento em detrimento das outras formas de saber.

Isso significa que, por muito tempo, não houve interesse dos pesquisadores no campo da educação em discutir questões como a natureza da linguagem, da imaginação humana, as questões vinculadas à resolução de problemas e outras temáticas semelhantes (GILBERT E WATTS, 1983), pois a replicação das estratégias para 'confirmação' das considerações obtidas, seriam difíceis de ser conduzidas.

Os autores afirmam que o pensamento behaviorista sustentou, ancorando em um fundamento filosófico positivista, um ensino técnico e cientificista que se preocupava em atender as necessidades de desenvolvimento desejado pela indústria, elaborado pelo sistema sócio-político mundial dos anos 50 - 70.

Esse contexto mobilizou o cenário educacional para um ensino centrado em conteúdo e na transmissão de informações, além de uma escola orientada para o aproveitamento quantitativo e com foco no controle do comportamento humano.

A partir do final da década de 70, o movimento construtivista passou a dedicar maior esforço na tentativa de contribuir com a educação, enaltecendo aspectos como o envolvimento ativo dos estudantes, valorização das ideias individuais e a assimilação de conceitos científicos (OGBORN, 1997).

Dava-se início a uma visão otimista sobre os rumos das pesquisas em educação. Todavia, essa visão passou a ser problematizada quando a teoria passou a ter dificuldades em elucidar as evidências da real promoção de uma mudança conceitual que se fundamentava no idealismo psíquico (AGUIAR, 1998).

O autor argumenta que essa dificuldade se deu prioritariamente pela falta de especificidade no que significa a expressão 'mudança conceitual' o que por consequência gerou muitas e variadas definições, dificultando a percepção de outros pesquisadores sobre o que de fato regia a ideia por trás da expressão.

Eis a razão pela qual se torna necessário primeiramente compreender quais são e no que consiste os fundamentos teóricos da visão construtivista que sustentam a percepção a respeito da formação de conceitos para que a partir de então seja possível compreender como se estabelece a ideia de mudança conceitual no construtivismo.

Para isso, uma revisão da literatura disponível se torna necessária para que a problemática apontada possa ser submetida a uma visão holística e com a profundidade necessária, uma vez que a abordagem construtivista é ampla e dotada de uma visão epistemológica muito particular. Essa análise é feita nesse trabalho de

investigação e seu detalhamento é especificado no capítulo seguinte, em que a metodologia de pesquisa está discriminada.

Além dessa problemática relacionada ao que de fato significa “mudança conceitual”, Aguiar (1998) ainda pontua que as práticas da ideia de uma formação de conceitos, regida sob a mudança conceitual, pareciam não ter solidez no plano mental, mesmo que as bases epistemológicas focassem nas ações cognitivas.

Isso porque os erros conceituais eram recorrentes, mesmo após a vivências de planos de ensino estruturados sob os parâmetros do Modelo de Mudança Conceitual. Sendo assim, pergunta-se nesse trabalho, se a alteração da base epistemológica para uma reformulação da atividade de ensino seria capaz de promover uma aprendizagem de conceitos com menos riscos a sua consolidação do plano mental?

Esse questionamento, entretanto, não pode ser respondido sem antes analisarmos todo o campo teórico, epistemológico e metodológico que sustenta a ideia de Mudança conceitual para que a partir das limitações identificadas seja possível avaliar como uma outra perspectiva teórica, metodológica e epistemológica manifesta suas contribuições para Formação de Conceitos em Ciências.

## **CAPÍTULO 2**

### **DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

Neste capítulo apresentaremos a base metodológica que viabiliza a construção dos dados para a discussão da nossa proposta no trabalho, situando os campos investigados e os parâmetros que caracterizam o método adotado a fim de relacionar os procedimentos com os dados construídos a partir do referencial teórico.

É importante reconhecer que o caráter investigativo aqui adotado foi o de uma pesquisa de natureza teórica. Inicialmente, pretendia-se construir as inferências a partir de uma intervenção. Todavia, com o advento da pandemia instaurada desde 2020 tal desejo tornou-se inviável. Além disso, com o decorrer da investigação percebeu-se a necessidade de um aprofundamento teórico que demandaria maior investimento em tempo de leitura.

Apoiando-se nesses argumentos, optou-se por realizar uma pesquisa com fundamentação nas dimensões teóricas a partir de uma revisão na literatura apoiada em algumas condições que possibilitaram diálogos, reflexões e contra-argumentos sobre as hipóteses levantadas, assim, torna-se necessário realizar uma caracterização metodológica para que as etapas e procedimentos realizados estejam pontuados com clareza.

#### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA**

##### **2.1.1 A revisão sistemática**

A revisão sistemática refere-se à empregabilidade de uma metodologia de pesquisa com rigor científico que passa pela constituição de etapas definidas em todos os seus passos, e por isso, esclarecem a maneira como as fontes da pesquisa foram selecionadas a fim de conceder às conclusões maior credibilidade do ponto de vista científico (DENYER; TRANFIELD, 2009; GOUGH et al, 2012).

Por isso, adota-se nesta investigação uma abordagem mista com predominância qualitativa. No qual a consistência dos trabalhos se deu em especial pela estruturação dos procedimentos de seleção, pois isso possibilita a replicação

metodológica por outros pesquisadores, considerando que a verificação pelos pares é um dos critérios que podem sustentar uma pesquisa científica (RAMOS, et al. 2014).

Ao adotar a revisão sistemática como método principal, esta investigação selecionou os arquivos sobre o tema objeto de pesquisa, almejando uma conversão de estudos que buscavam elementos a fim de evidenciar respostas que não são possíveis de ver em uma análise individual dos trabalhos selecionados.

Ao criar caminhos para a análise cruzada dessas investigações o espectro de resultados variados e com maior relevância para o tema estudado é ampliado, o que confere as respostas obtidas características de maior generalização e consistência. E a partir desta revisão é possível fechar áreas de pesquisas já esgotadas ou encontrar brechas que ainda necessitam de mais investigações.

Para isso, o processo de efetivação de uma revisão sistemática é dotado de etapas sistematizadas, que se organizam como uma perfeita coreografia até culminar em um espetáculo de informações congruentes que respondem a uma dada questão. Por isso, a questão de pesquisa é a parte inicial de toda investigação que toma a revisão sistemática como método de busca e análise dos dados.

Adota-se aqui, as orientações elaboradas pelo PRISMA (Preferred Reporting Items for systematic reviews and Meta-Analyses) que segundo Liberati (et al, 2009) caracteriza a Revisão Sistemática por 4 principais elementos: (1) Um objetivo de investigação claramente definido, explícito e com potencial para ser replicado. (2) Delimitação de critérios de elegibilidade que direcionam as buscas de estudos dentro de uma margem delimitada. (3) avaliação dos estudos incluídos. E (4) Apresentação sistemática e sintética dos achados incluídos.

## **2.2 DETALHAMENTO METODOLÓGICO APLICADO**

A lista de verificação PRISMA, apesar de ter sido originalmente desenvolvida para pesquisas em saúde, é a mais amplamente aplicável em diferentes áreas de investigação. O PRISMA recomenda a criação de um protocolo de revisão sistemática que descreve a lógica, hipótese e métodos planejados da revisão, e também recomenda que este protocolo seja preparado antes de uma revisão ser feita, segundo uma lista de 27 itens a serem incluídos na verificação de uma revisão sistemática, dos quais usamos 14 (Figura 1).

**Figura 1 - Itens de verificação utilizados na revisão sistemática**

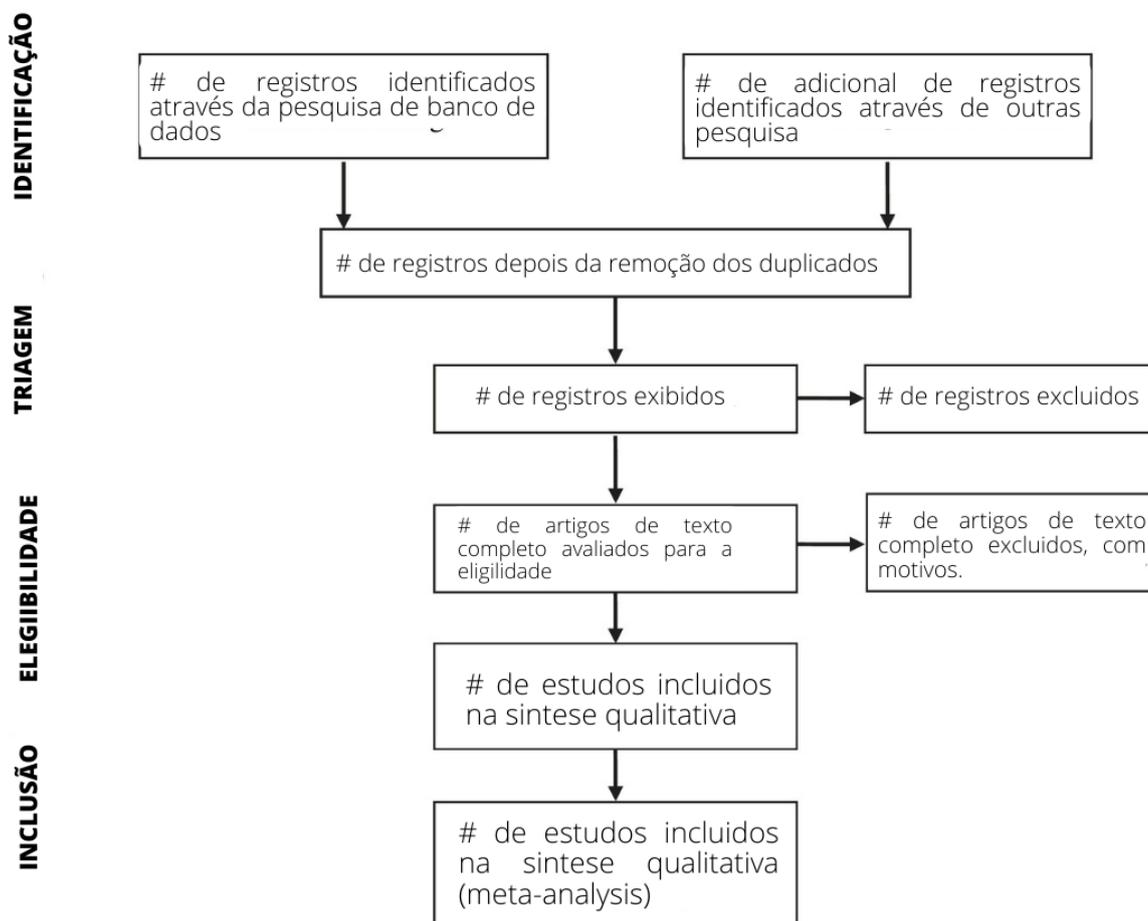
SESSÃO	TÓPICO	ITEM	DESCRIÇÃO
MÉTODOS	Protocolo e registro	5	Indicar se existe um protocolo de revisão, se e onde ele pode ser acessado
	Critérios de elegibilidade	6	Especificar as características dos estudos usados com os critérios de elegibilidade, fornecendo justificativa.
	Fontes de informação	7	Descrever todas as fontes de informação (por exemplo, bancos de dados com datas de cobertura, contato com autores de estudos para identificar estudos adicionais).
	Procurar	8	Apresentar estratégia de busca eletrônica completa para pelo menos uma base de dados, incluindo quaisquer limites utilizados, de forma que possa ser repetida.
	Seleção de estudos	9	Indicar o processo de seleção dos estudos (ou seja, triagem, elegibilidade, incluídos na revisão sistemática)
	Processo de coleta de dados	10	Descrever o método de extração de dados dos relatórios (por exemplo, formulários piloto, independentemente, em duplicata) e quaisquer processos para obter e confirmar dados dos investigadores.
	Itens de dados	11	Listar e definir todas as variáveis para as quais os dados foram solicitados
	Risco de viés em estudos individuais	12	Descrever os métodos usados para avaliar o risco de viés de estudos individuais (incluindo a especificação de se isso foi feito no nível do estudo ou do resultado) e como essa informação deve ser usada em qualquer síntese de dados.
	Síntese de resultados	14	Descrever os métodos de manipulação de dados e combinação de resultados de estudos, se realizados, incluindo medidas de consistência para cada meta-análise.
RESULTADOS	Seleção de estudos	17	Forneça o número de estudos selecionados, avaliados quanto à elegibilidade e incluídos na revisão, com motivos para exclusões em cada estágio, de preferência com um diagrama de fluxo.
	Características do estudoS	18	Para cada estudo, apresente as características para as quais os dados foram extraídos (por exemplo, tamanho do estudo, período de acompanhamento) e forneça as citações.
DISCUSSÃO	Resumo das evidências	24	Resuma as principais descobertas, incluindo a força da evidência para cada resultado principal; considere sua relevância para grupos-chave (por exemplo, prestadores de serviços de saúde, usuários e formuladores de políticas).
	Limitações	25	Discuta as limitações no nível do estudo e do resultado (por exemplo, risco de viés) e no nível da revisão (por exemplo, recuperação incompleta de pesquisas identificadas, viés de relatório).
	Conclusões	26	Fornecer uma interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências e implicações para pesquisas futuras

Fonte: Adaptado do PRISMA, (LIBERATI, et al. 2009)

Da lista de itens originais do PRISMA foram excluídos todos os das sessões de Título, resumo, introdução e financiamento. Por entender que esses itens se referem a uma organização de trabalho em revisão sistemática diferente de uma tese de Mestrado. Além dos itens 13, 15 e 16 na sessão de método e os itens 19 a 23 na sessão de resultados, por estarem diretamente relacionados a estudos clínicos randomizados.

O PRISMA também traz como instrumento guia para a revisão sistemática um diagrama de fluxo organizado em quatro fases (figura 2).

**Figura 2-** Fluxograma de quatro fases do PRISMA



Fonte: Liberati (2009)

Nesta investigação, a revisão sistemática é organizada em 3 etapas (quadro 1) com o intuito de compreender o objeto de pesquisa e apropriar-se melhor das nuances que o cercam. Foram realizadas duas buscas, com objetivos distintos, que são especificados nos seus respectivos protocolos.

Para isso, cada uma das revisões seguiu o mesmo padrão de indicadores para seleção dos trabalhos: Objetivo da revisão, descritores de pesquisa, base de busca e critérios de inclusão.

**Quadro 1** - Organização das 3 etapas da metodologia adotada como na pesquisa

ETAPA	Descrição
-------	-----------

1	Revisão na literatura disponível sobre a formação de Conceitos, Desenvolvimento Cognitivo e Mudança Conceitual na Perspectiva Construtivista com base em um levantamento realizado por Michael Mathews (1997) nas décadas de 70, 80 e 90.
2	Revisão na literatura disponível sobre a formação de Conceitos e Desenvolvimento Cognitivo e Mudança conceitual nas últimas décadas (2000-2021), realizada nas bases de dados do Periódicos Capes e ERIC.
3	Análise dos dados

Fonte: Produção da autora (2022)

Na primeira etapa, a revisão realizada buscou identificar quais as bases clássicas que fundamentam a ideia de mudança conceitual no construtivismo. Para isso, o protocolo (quadro 2) construído foi importante para especificar os objetivos e métodos de acordo com a lista de itens de verificação do PRISMA, delimitados na sessão “método”.

Nesta etapa foi utilizada uma revisão sistemática já realizada pelo epistemólogo construtivista Michael Mathews (1997) como fonte de arquivos. Nela, o autor indica trabalhos que discutem as dimensões: Currículo, Formação de professores, Aprendizagem, Desenvolvimento cognitivo, Filosofia e história da ciência, mudança conceitual, entre outros temas, relacionando-os com o modelo construtivista de ensino. Neste arquivo, são elucidados trabalhos clássicos, publicados nas décadas de 60, 70, 80 e 90.

**Quadro 2** - Protocolo para a Revisão feita no Arquivo de Mathews

INDICADORES*	DESCRIÇÃO	ITEM DO PRISMA
Objetivo da Revisão	Caracterizar a concepção de Aprendizagem e Desenvolvimento cognitivo abordado pela visão Construtivista de Ensino e identificar sua relação com o Modelo de Mudança Conceitual na Educação em Ciências.	5 e 6
Descritores de Pesquisa	Aprendizagem em ciências; Desenvolvimento cognitivo;	10,11 e 12

	Mudança conceitual e Ensino de Ciências.	
Base de busca	Google scholar	7 e 8
Critérios de Elegibilidade	I) Dialogar com a dimensão da aprendizagem de conceitos. II) Abordar a mudança conceitual e a formação de conceitos III) Discutir sobre aspectos do Desenvolvimento Cognitivo	6 e 9
Critérios de Exclusão	1) trabalhos que discutem Currículo, ensino de matemática, realismo, filosofia do conhecimento etc. 2) trabalhos com propósito de discussão diferente do objetivo de pesquisa	8 e 9

Fonte: Produção da autora (2022)

A partir do protocolo acima, os trabalhos de Mathews foram triados, analisados segundo os parâmetros pré estabelecidos pelos itens das sessões de Resultados e Discussão (figura 1) e a organização que delimita os procedimentos foi feita com base no fluxograma do prisma (figura 2). Ambos os resultados foram descritos no capítulo 3 desta dissertação.

A etapa 2 (quadro 1), descreve os procedimentos adotados para mapear os trabalhos que apontam evidências de mudança conceitual dentro do construtivismo. Aqui, foi adotado um novo protocolo de busca (Quadro 3), já que o objetivo de pesquisa foi diferente do anterior.

A revisão sistemática nas Bases de dados Periódico Capes e ERIC por serem as bases de dados com maior expressividade de produção nacional e internacional, respectivamente. Para fins de análise, foram selecionados apenas os trabalhos completos disponíveis nas bases de dados que apareceram a partir do descritor de busca.

**Quadro 3** -Protocolo para a Revisão na Base de dados da CAPES e da ERIC

INDICADORES	DESCRIÇÃO	ITEM DO PRISMA
-------------	-----------	----------------

Objetivo da Revisão	Identificar evidências de Mudança conceitual dentro do construtivismo em investigações mais recentes.	5 e 6
Descritores de Pesquisa	Ensino de ciências e Mudança conceitual	10,11 e 12
Base de busca	ERIC e Periódico Capes	7 e 8
Critérios de Inclusão	I) Título e/ou resumo com direcionamento para discussão sobre Mudança Conceitual no Ensino de Ciências II) Discutir noções de Perfil ou Evolução conceitual em Ciências III) Aprendizagem de conceitos em Ciências	6 e 9
Critérios de exclusão	I) Ser um trabalho da disciplina de Matemática ou de qualquer área do conhecimento que não envolva as ciências Naturais II) Discutir a Formação Inicial ou Continuada de Professores, ou ainda o Currículo, em qualquer área do conhecimento III) Ter objeto de discussão diferente da Mudança Conceitual em Ciências	8 e 9

Fonte: Produção da autora (2022)

Em ambas as bases de dados, foram utilizados alguns filtros como critérios de seleção: 1) Apenas artigos (logo, excluíram-se livros, teses, dissertações e relatórios, pois a análise desse material excederia o tempo hábil de um curso de mestrado). 2) Revisado por pares. 3) Disponibilidade do trabalho completo na base de dados. e 4) Delimitação de intervalo de tempo (na CAPES 2000-2021 e na ERIC 2017-2021, por considerar que se trata de uma base de dados a nível internacional, o quantitativo de trabalhos seria muito superior ao da CAPES).

Após a análise dos resultados obtidos, passamos a identificar quais as contribuições da Teoria Histórico Cultural para a discussão da Mudança conceitual no Ensino de Ciências. Para isso, alguns autores clássicos foram analisados, como: Vigotski (Pensamento e linguagem/ A formação Social da Mente), Leontiev (O desenvolvimento do psiquismo), Galperin (Study of the intellectual development of the child//Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images//Organization of mental activity and effectiveness of learning//The problem of attention//The problem

of activity in soviet psychology), Talizina (Psicología de la enseñanza/La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza) e Núñez (Formação de conceitos segundo a teoria de assimilação de Galperin//A formação de habilidades gerais no contexto escolar: contribuições da Teoria de P. Ya. Galperin//Vigotski, Leontiev. Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos//La Formación de Conceptos Científicos: una Perspectiva desde la Teoría de la Actividad).

## 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

A última etapa (Quadro 1) destina-se ao tratamento dos arquivos selecionados. Conforme especificado pelos itens do PRISMA, para a leitura dos resultados é feito um detalhamento quantitativo dos estudos identificados, enaltecendo também as características comuns identificadas como ano de publicação, periódico, autores, público e natureza das investigações (itens 17 e 18 do PRISMA).

O tratamento dos arquivos selecionados se deu a partir dos itens 24, 25 e 26 da sessão de discussão (imagem 1). Assim, foi realizado um resumo dos principais achados por grupo-chave de evidências encontradas que respondem às questões de pesquisa. Identificando as limitações presentes no corpo de dados construídos e fornecendo interpretações gerais no contexto investigado que apontam para pesquisas futuras.

A abordagem sistemática no tratamento dos dados foi necessária para a delimitação das categorias de análise a fim de proporcionar um diálogo teórico para a resposta do questionamento: “Quais as contribuições da perspectiva histórico-cultural para a concepção de reconfiguração da atividade de ensino e atividade de estudo de conceitos científicos na Educação em Ciências?”.

A resposta a esta pergunta buscou identificar as aproximações e distanciamentos existentes entre as visões construtivistas e histórico-cultural sobre o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos no campo da Educação em Ciências.

Por fim, usando os parâmetros de qualidade da ação, foi feita uma descrição de como os indicadores, presentes da Teoria de Galperin, viabilizam um projeto de ensino que esteja direcionado para uma elaboração conceitual com menos erros e mais solidez.

### CAPÍTULO 3

#### ELABORAÇÃO DA NOÇÃO CONSTRUTIVISTA PIAGETIANA PARA A EDUCAÇÃO

Na filosofia de Kunt, o termo ‘construir’ pode assumir tanto o significado de associações mentais que representa os objetos de forma empírica e automática, quanto pode indicar o processo de elaboração mental que parte de uma hipótese (CASTAÑON, 2015).

Nesse sentido, é possível considerar que o tipo de construtivismo defendido por Kunt e utilizado como referência para muitos outros autores da linha, apregoam uma visão ativa e central da mente nos processos de representações.

Mesmo que o termo ‘construtivismo’ tenha amplitude em alcance, o que confere a ele o uso em larga escala especialmente na área de educação, a tempo percebe-se que sua utilização tem sido realizada indiscriminadamente, e muitas vezes aplicadas a contextos que não condizem com a carga filosófica e metodológica que estabelece a definição do termo para a pedagogia.

Na discussão educacional, tornou-se comum falar em construtivismo considerando apenas os desdobramentos práticos da teoria, que por sua vez são muito diversificados e passíveis de muitas reflexões com relação a eficácia das estratégias pedagógicas que são adotadas em nome da suposta influência construtivista.

Nesta dimensão prática, foi o construtivismo piagetiano que ganhou destaque tanto no campo da psicologia quanto na pedagogia. Todavia, apesar de ter produzido alguns materiais na área educativa, atuar como pedagogo não era o objetivo de Piaget, que segundo autores, disse “não ter como interesse a realização de projetos ou métodos pedagógicos” (SANCHIS & MAHFOUD, 2010. p.12).

Piaget se propunha a investigar a estrutura cognitiva buscando entender como se dá a construção do conhecimento na mente humana, de modo que sua intenção consistia em identificar um tipo de “embriologia da inteligência” (idem p22).

O construtivismo é então colocado por ele como resposta à questão da gênese do conhecimento partindo do ponto de vista biológico e situando a inteligência como uma adaptação (PIAGET, 1983).

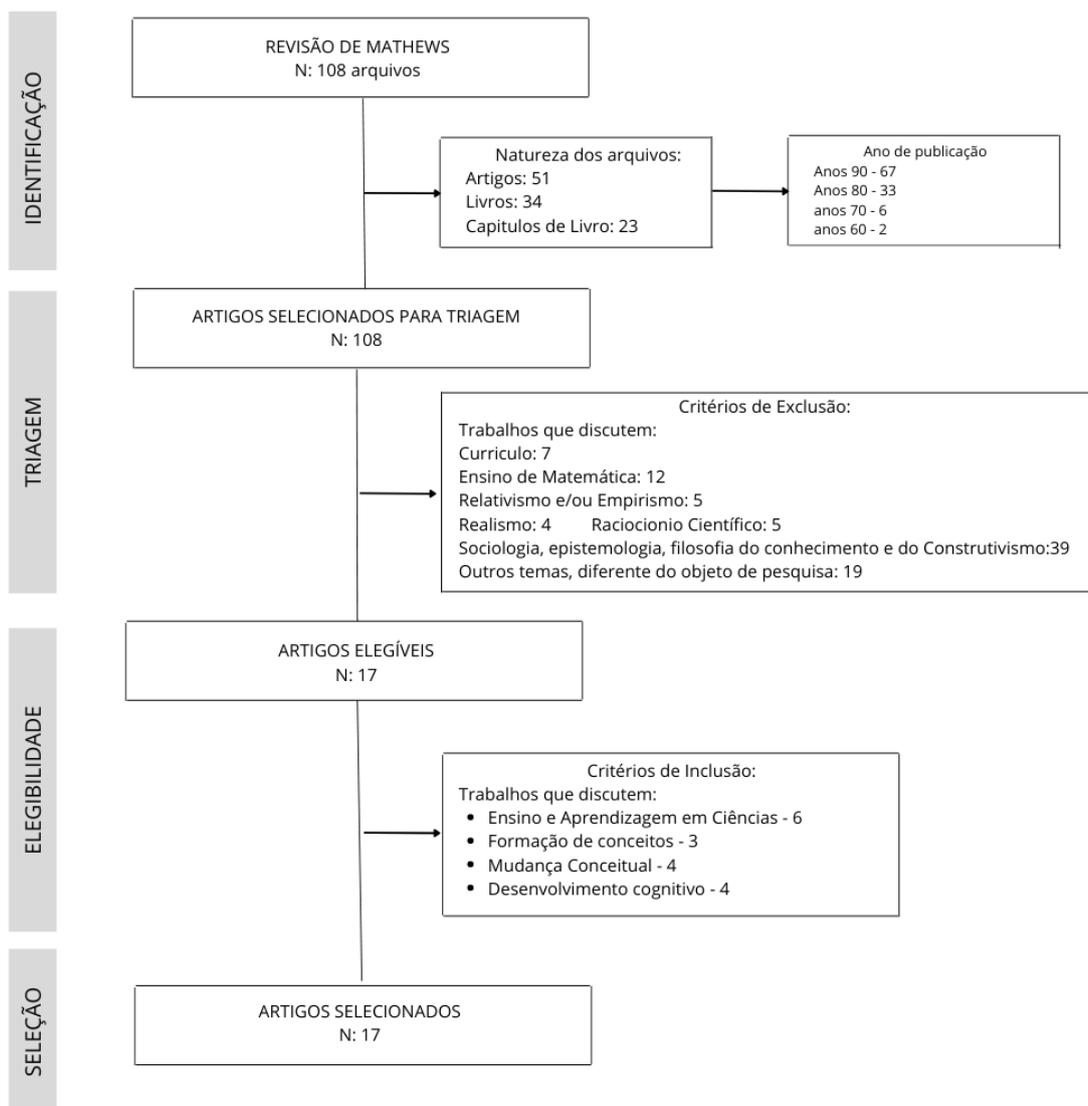
Fosnot (1996) destaca que as principais contribuições científicas que validam o construtivismo como uma teoria psicológica da evolução e desenvolvimento cognitivo são: Equivalência Ambiental (ambiente e biota possuem influência equivalente um sobre o outro para garantir o funcionamento total do sistema ecológico); Equilíbrio Biológico, resultante das investigações piagetianas com caracóis; Zona de Transição; Diversidade e Equilíbrio Cognitivo, e que em sua essência via a “vida afetiva e a vida cognitiva como inseparáveis” (PIAGET, 1983. p.16).

Tendo em vista a gama de princípios teóricos que sustentam a teoria construtivista, é necessário que seja realizado uma caracterização detalhada das primeiras ideias que possibilitaram a germinação dessa perspectiva para entender os pressupostos sustentados por ela, em especial a noção de conflito cognitivo e equilíbrio. E somente a partir daí poderemos caracterizar o grau de impacto do construtivismo na concepção de Formação de conceitos em Ciências.

Para delimitação desses e outros aspectos, a seleção dos estudos seguiu o protocolo estabelecido na metodologia do trabalho, e foi delimitado pela construção do Fluxograma (Figura 3) que ilustra os procedimentos metodológicos de seleção e especifica quantitativamente os resultados obtidos na busca.

Para essa seleção foram considerados os títulos dos trabalhos disponibilizados por Mathews (1997), com base nos termos chave: Aprendizagem; Mudança conceitual; Desenvolvimento Cognitivo, conforme detalhado no protocolo de busca. Para acessar esses arquivos, a referência foi colocada no Google Scholar em alguns casos foi necessário o uso do DOI na plataforma Sci-hub. Foram considerados todos os 108 trabalhos indicados na revisão de Mathews, sem exclusão por década ou natureza do trabalho.

**Figura 3** - Fluxograma segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da nossa revisão sistemática.



Fonte: Produção da autora (2022)

Nossa revisão sistemática contemplou as quatro etapas (Figura 2): (i) identificação (seleção dos periódicos e identificação de características), (ii) triagem (considerando os títulos dos trabalhos, e em alguns casos a leitura do abstract, excluímos aqueles cujas concepções de MMC não eram o foco principal), (iii) Elegibilidade (análise detalhada dos artigos que respondiam ao objeto de pesquisa) e (iv) Seleção (fechando o banco de dados).

Após a seleção ser finalizada os 17 arquivos foram categorizados conforme o que se pretendia responder em cada um dos aspectos investigados. Todas as análises feitas obedeceram a uma classificação específica (Quadro 4) que organizou as perguntas feitas no processo de leitura dos arquivos e categorizou as respostas conforme intencionalidade dada a cada etapa.

**Quadro 4 -** Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão

<b>Pergunta da revisão</b>	<b>Item do PRISMA</b>	<b>Categoria de respostas</b>	<b>Descrição</b>
Qual a tendência de Publicação com os descritores entre as décadas de 70 e 90?	17	Ano de Publicação	Análise da ascensão de publicações do decorrer dos anos
	17	Formato de Publicação	Organizamos os trabalhos selecionados em artigo ou capítulo de livro
	17	Periódico / Livro	Identificamos os periódicos e livros com maior aporte de trabalhos publicados.
Quais as características dos estudos?	18	Pilares de investigação	Separamos os artigos em 3 grupos por tema principal de discussão: Aprendizagem; Desenvolvimento Cognitivo; Formação de conceitos e Mudança conceitual
Quais os aspectos fundamentais para o Modelo de Mudança Conceitual (MMC)?	24,25 e 26	Autores Principais	Indicamos quais as principais referências usadas para falar sobre o MMC
		Fundamentos Metodológicos	Descrição dos critérios que orientam uma mudança conceitual

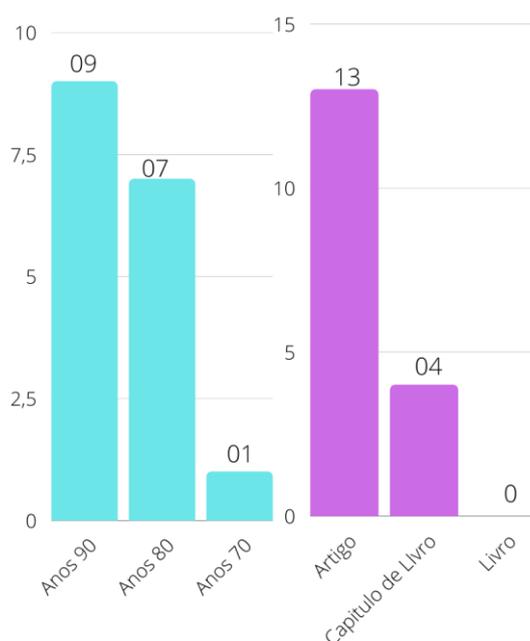
Fonte: Produção da autora (2022)

Tomando o quadro 4 como pano de fundo para a leitura sistemática dos trabalhos selecionados, foram elaborados gráficos, tabelas e imagens que representam a extração das informações requeridas durante esta análise.

### 3.1 Tendência de Publicação com os descritores entre as décadas de 70 e 90

Após a delimitação dos artigos, o mapeamento feito identificou que apesar dos trabalhos de Mathews serem datados a partir da década de 60, nenhum deles tratavam diretamente da noção de aprendizagem de conceitos ou do Modelo de Mudança conceitual. A partir da década de 70, é que começam a aparecer registros dentro da temática (Gráfico 1).

**Gráfico 1 - Tendência de Publicação por Década e Formato**



Fonte Produção da Autora (2022)

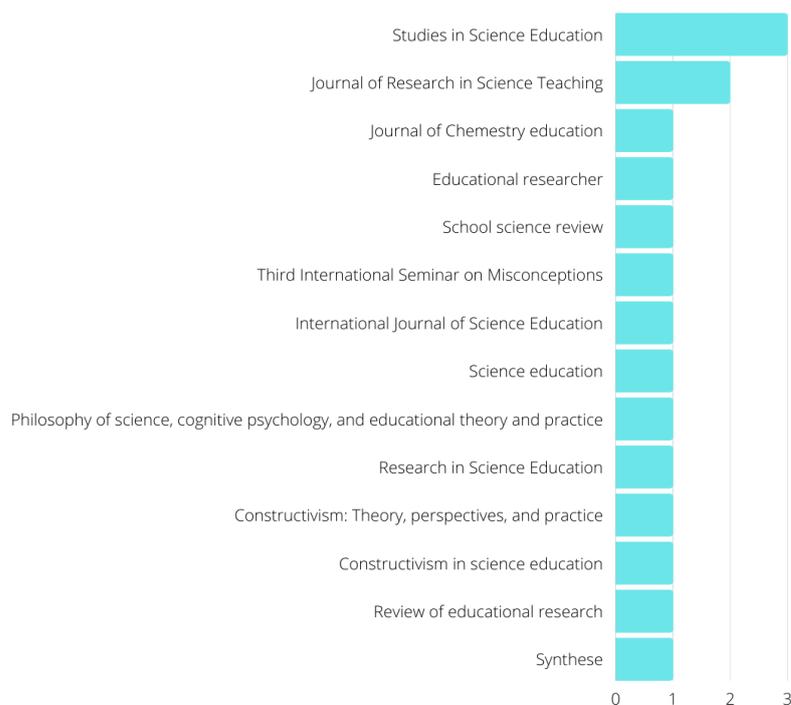
A crescente quantitativa no decorrer dos anos, expressa visualmente no gráfico, demonstra um aumento significativo dos autores clássicos do construtivismo a fomentar discussões direcionadas para a aprendizagem de conceitos em ciências.

Com maior expressividade para a década de 80 e 90. Esse período coincide com a ascensão do ensino de ciências ao redor do mundo inteiro, em especial a atenção dada para as ideias cognitivistas de Piaget e ao método científico, que tiveram início por volta dos anos 60 e 70.

A popularização das discussões sobre a aprendizagem de conceitos em ciências também possibilitou com que o formato de publicação deste conteúdo, também obtivesse diversificação. Apesar da maior parte ainda se concentrar no formato de artigo científico (76,5%), já começam a surgir livros que discutem a temática e que trazem capítulos mais direcionados ao debate sobre Mudança Conceitual e/ou Formação de Conceitos em Ciências.

Dentre os artigos e capítulos de livro selecionados para esta investigação, foi identificado uma variedade de periódicos, no qual todos são de abrangência internacional (Gráfico 2). Tendo em vista que a revisão realizada por Matthews toma como prerrogativa o construtivismo abordado sobre várias ênfases distintas, essa diversidade realça o caráter amplo de discussão sobre a temática foco da pesquisa.

**Gráfico 2 - Tendência de Publicações por Periódicos e Livros**



Fonte: Produção da autora (2022)

Dos 17 arquivos selecionados, 3 deles (17,6%) foram publicados pela Revista *Studies in Science Education* (Estudos em Educação Científica), o principal foco é publicar artigos de revisão da mais alta qualidade que forneçam sínteses analíticas de pesquisas sobre tópicos e questões-chave no ensino de ciências. Ela é editorada pela Universidade de Groningen, na Holanda, mas que possui em seu editorial pesquisadores do Reino Unido, Canadá, África, Coréia, Dinamarca entre outros.

2 dos arquivos (11,7) foram publicados pela *Journal of Research in Science Teaching* (Revista de Pesquisa em Ensino de Ciências). A *Journal*, é a revista oficial da Associação Nacional para Pesquisas em Ensino de Ciências e publicada pela Wiley, editora multinacional em publicações acadêmicas.

Apesar de terem, quantitativamente, menos artigos entre os selecionados ( 1 artigo, sendo 0,17% cada), todos os demais periódicos possuem abrangência internacional e um grande fator de impacto. A *Journal of Chemistry Education* (JCE), por exemplo, é Co publicada pela Sociedade Americana de Química.

Vale ressaltar que, entre as fontes mapeadas no gráfico (2), existem 4 livros, conforme apontado pelo gráfico 1. São eles: “Constructivism: Theory, perspectives, and practice”, “Constructivism in science education”, “Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice” e “Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics”.

Para uma visualização mais ampla sobre as informações extraídas quanto ao quesito das tendências, a imagem abaixo (Figura 4) foi construída de modo a organizar as informações como citação dos 17 arquivos selecionados, formato e também especificar o periódico ou Livro.

**Figura 4** - Organização dos arquivos selecionados por categoria de Tendência

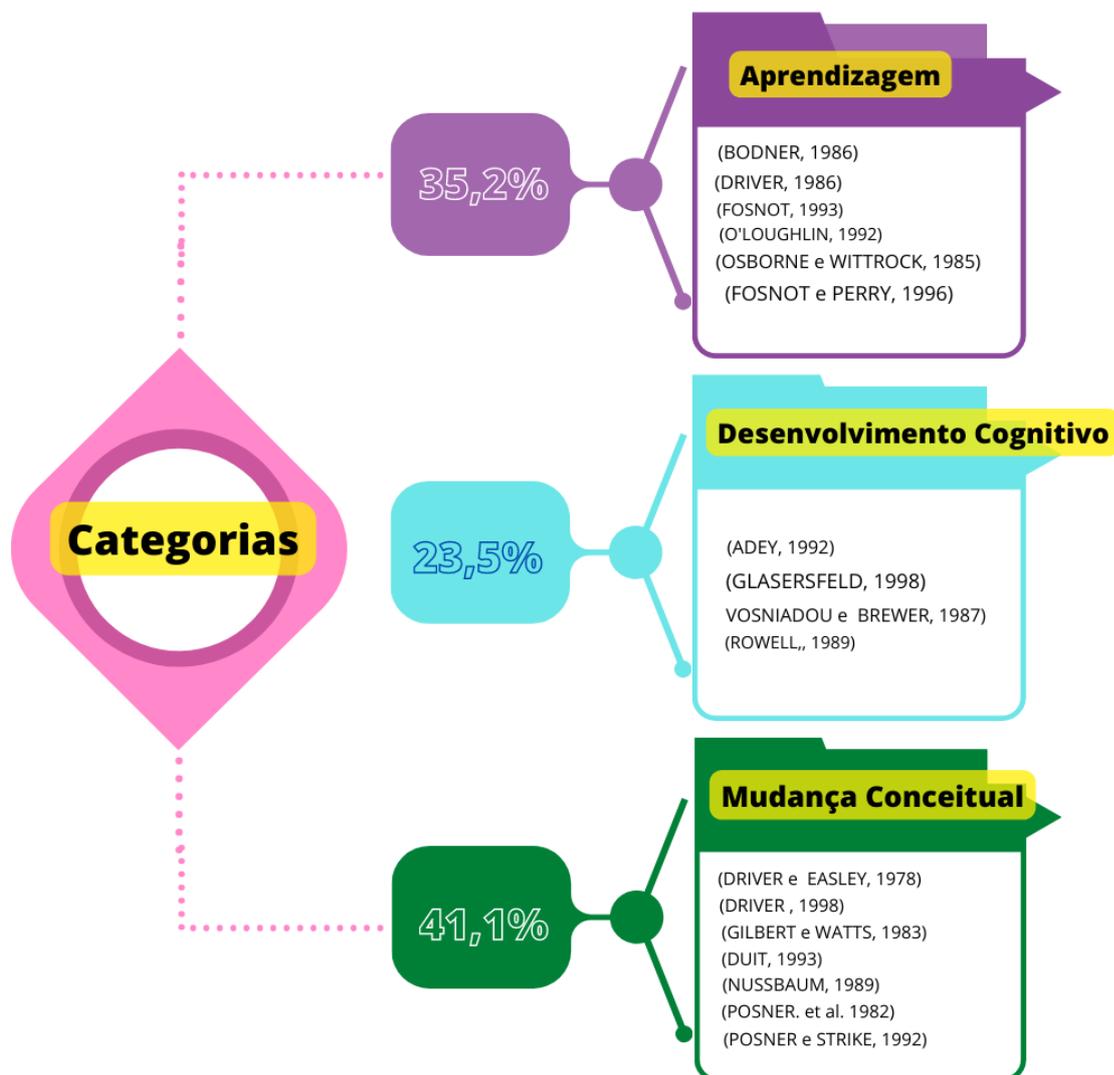
CITAÇÃO	FORMATO	PERIÓDICO/LIVRO
(BODNER, 1986)	Artigo	Journal of Chemistry education
(DRIVER, 1986)	Artigo	School science review
(FOSNOT, 1993)	Artigo	Journal of Research in Science Teaching
(O'LOUGHLIN, 1992)	Artigo	Journal of Research in Science Teaching
(OSBORNE e WITTROCK, 1985)	Artigo	Studies in Science Education
(DRIVER e EASLEY, 1978)	Artigo	Studies in Science Education
(DRIVER, 1998)	Artigo	Educational researcher
(GILBERT e WATTS, 1983)	Artigo	Studies in Science Education
(DUIT, 1993)	Capítulo	Third International Seminar on Misconceptions
(NUSSBAUM, 1989)	Artigo	International Journal of Science Education
(POSNER. et al. 1982)	Artigo	Science education
(POSNER e STRIKE, 1992)	Capítulo	Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice
(ADEY, 1992)	Artigo	Research in Science Education
(FOSNOT e PERRY, 1996)	Capítulo	Constructivism: Theory, perspectives, and practice
(GLASERSFELD, 1998)	Capítulo	Constructivism in science education
VOSNIADOU e BREWER, 1987)	Artigo	Review of educational research
(ROWELL,, 1989)	Artigo	Synthese

Fonte: Produção da autora (2022)

### 3.2 Características dos estudos

Para fins de estudo sobre os aspectos discutidos nas investigações selecionadas, os 17 trabalhos foram organizados conforme a ênfase dada nas discussões. Para esta categorização (Figura 5), levou-se em consideração principalmente o título do trabalho, mas o resumo também foi lido para que o enquadramento na categoria fosse coerente, especialmente nos casos em que o título não era muito direto.

**Figura 5** - Categorias de análise com relação às características dos Estudos



Fonte: Produção da Autora (2022)

A delimitação dessas categorias levou em consideração os termos-chave para seleção dos arquivos. Mais do que categorias, esse agrupamento por pilares de investigação do trabalho foi importante para identificar como a teoria construtivista interpreta essas temáticas, fazendo uma leitura interpretativa de como essas ideias clássicas influenciam no Modelo de Mudança conceitual. Cada um desses pilares foi discutido com maior profundidade.

A priori, identificamos que entre os 17 selecionados, os trabalhos que discutiam o Desenvolvimento Cognitivo, como eixo principal, apenas 4 (23.5%) foram identificados. Nessas investigações o desenvolvimento mental foi colocado como propulsor de diversas perspectivas, especialmente em função da complexidade com

que o conhecimento se torna acessível e participante do sujeito desde a infância, passando por processos de construção e reconstrução estrutural.

Já entre os trabalhos que discutiam a Aprendizagem de Conceitos, 6 deles (35,2%). Elaboraões discursivas sustentadas no endosso de uma natureza biológica da inteligência (O'LOUGHLIN 1992; OSBORNE e WITTROCK, 1985). No qual a aprendizagem está condicionada ao desenvolvimento cognitivo, por essa razão os estágios apresentados por Jean Piaget, foram vistos como o resultado de um estado de amadurecimento intelectual.

Por fim, no pilar da Mudança Conceitual e Formação de conceitos, temos a maior concentração dos trabalhos selecionados, sendo 7 entre os 17 (41,1%). A leitura dos arquivos nesta categoria, teve dois objetivos, conforme apresentado no quadro 4. O primeiro foi identificar as principais referências para a discussão do MMC e mapear em termos metodológicos, como essa noção é estruturada pelos autores. Para fins didáticos de apresentação dos resultados da pesquisa, apresentaremos essas considerações no capítulo seguinte..

Cada um dos pilares de busca, traz elementos importantes para as discussões requeridas nesta pesquisa. Identificar os métodos e estratégias para elaboração de um Modelo de Mudança conceitual, sob o olhar da Teoria Construtivista, requer o reconhecimento do que sustenta o modelo, que são seus pressupostos teóricos clássicos.

### *3.2.1 O desenvolvimento cognitivo por conflito e o princípio da equilibração*

Sustentado por dados empíricos, o modelo construtivista de Piaget, toma o sujeito com um construtor que, mediante as capacidades concedidas por seu estágio de desenvolvimento, organiza suas próprias estruturas cognitivas. Nessa perspectiva as ferramentas utilizadas pelo sujeito no processo de construção são suas percepções sensoriais, acessíveis em cada um dos estágios.

Esses elementos possibilitam ao indivíduo construir “uma imagem do mundo” (MATTHEWS, 2000. p;279). Desse modo, pode-se compreender que este aspecto da visão piagetiana toma como prerrogativa a ideia de que a realidade psicológica é fruto de um nível de desenvolvimento em que o sujeito está inserido.

Nessa direção, valida-se que a inteligência é vista como o desenvolvimento de atividades mentais que correlacionam informações elaborando um tipo de teoria e que possibilitaria ao indivíduo uma maior adaptação ao meio exterior. Essa correlação de maneira prática é descrita por Piaget na elaboração dos estágios, que por sua vez, descrevem a evolução natural do conhecimento na mente humana.

Para O'loughlin (1992) Piaget centrou suas contribuições apenas nos princípios gerais do raciocínio humano e excluiu suas particularidades como o contexto social e histórico de raciocínio e as experiências autobiográficas dos indivíduos que estudaram. A perspectiva piagetiana focou principalmente no raciocínio lógico-matemático, o tipo de "Comportamento proposital-racional, direcionado ao objetivo" (Broughton, 1981a, p. 270).

Essa concepção normalmente buscava a resolução de problemas matemáticos e concepções empiristas de racionalidade. Isso não é coincidência, pois Piaget considerou o método hipotético-dedutivo de testes de hipóteses sistemáticas que os cientistas empíricos supostamente realizam, como o padrão contra o qual a racionalidade individual deve ser avaliada.

Ao construir essas inferências Piaget estava identificando um tipo de progressão em direção às operações formais. Essas, por sua vez, eram mantidas em termos da metáfora de apresentar a criança como cientista, valendo-se da aprendizagem como uma lógica resultante. Isso significa que nas operações formais, que sugerem o mais elevado nível de raciocínio no esquema de Piaget, todo o conteúdo é excluído e todo o processo de raciocínio é descrito em termos de um conjunto de operações lógicas conduzidas mentalmente.

O foco na racionalidade científica, o interesse na descrição do avanço intelectual em termos de crescente descentralização da subjetividade e em direção à objetividade, e o desejo de expressar as formas mais elevadas de raciocínio em termos de operações lógicas sem conteúdo, apontam para um modelo de desenvolvimento cognitivo em que o raciocínio que é a-histórico, livre de valores e abstrato.

A ideia de desenvolvimento cognitivo para a noção construtivista pressupõe que o conhecimento seja maturacional e que está sob os aspectos genéticos do desenvolvimento, é dessa prerrogativa que parte a formulação dos estágios que segmentam o processo de desenvolvimento agrupando certas ações a determinadas faixas etárias.

Ações essas que estão vinculadas a um determinado tipo de problema com os quais a mente do sujeito pode lidar a depender do estágio em que ele se encontra (ADEY, 1992). Ou seja, identificar o estágio de desenvolvimento cognitivo no qual o aluno está inserido é fundamental para que os objetivos de aprendizagem não sejam superiores ao nível de desenvolvimento mental em que o estudante se encontra.

O caminho metodológico proposto por Piaget para atender a essas características é a elaboração de conflito cognitivo que é parte fundamental na construção do conhecimento. Ele consiste em um confronto de ideias que provoca uma inquietação e por consequência deveria culminar na busca de respostas com o objetivo de gerar um novo saber.

Essa pré consideração baseia-se na existência de uma evolução integrativa, isto é, as novas aquisições são integradas na estrutura anterior, organizando-se agora uma nova estrutura que de forma hierárquica é superior à antiga.

O conflito cognitivo é tomado como um fator motivacional para a aprendizagem, de modo que a partir da instabilidade e da dúvida, percebe-se a contradição entre o que se sabe e o que é necessário saber. Para Piaget, esses elementos fazem da cognição uma estrutura ativa que interage de maneira permanente com o conhecimento, em busca de um estado de equilíbrio.

Por essa razão a equilíbrio é vista como sendo a chave da efetivação do conhecimento, é o que garante que este foi verdadeiramente adquirido, desse modo, a adaptação intelectual é vista como “uma equilíbrio progressiva entre um mecanismo assimilador e uma acomodação complementar” (MUNARI, 2010; p. 31);

O construtivismo tem como premissa o pressuposto biológico de auto regulação, ou seja, que o organismo se esforça constantemente para a redução do conflito, a fim de obter equilíbrio. Equilíbrio é estabelecido por meio da interação dialética de assimilação e acomodação (ROWELL, 1989). Aqui, assimilação é entendido como um processo ativo de dar sentido à experiência e acomodação como a mudança do próprio pensamento. O resultado final deste processo de adaptação é uma capacidade crescente de adquirir o conhecimento objetivamente.

O problema dessa consideração é que, como afirma Adey (1992, p.3) coloca os educadores em uma posição de perplexidade ao se deparar com “processos de aprendizagem que se concentram mais no que as crianças não conseguem fazer do que no que elas podem fazer”.

Nesse sentido, o desenvolvimento cognitivo é visto como fruto de conexões biológicas, uma vez que está relacionado à maturação do sistema nervoso central, e, portanto, trata-se de uma ação individual em que a elaboração do conhecimento é construída de si, para si próprio.

Além disso, o princípio de equilíbrio decorre de quando uma informação nova confronta uma estrutura estabelecida e ambas se articulam, geram mais conhecimento. Todavia é válido reconhecer que ao deparar-se com uma situação conflitante o aprendiz pode gerar resistência, especialmente se o educador não cultivar as habilidades necessárias para realizar essa modelagem mental no estudante.

Por isso, Vosniadou e Brewer (1987) argumentaram que era hora de mudar de uma visão dependente do estágio do desenvolvimento cognitivo, para uma visão de que o desenvolvimento cognitivo depende do quadro de conceitos específicos e integrações entre esses conceitos adquiridos durante a vida ativa do indivíduo.

Apesar dessa concepção aparentemente ser atrativa, ela se torna pouco prática em função de seu caráter empírico. O ensino de Ciências é dotado de uma essência funcional, técnica e de caráter conceitual científico, que independe do quadro de conceitos individuais, o que nos leva a considerar esse tipo de abordagem de ensino, limitante para os propósitos educacionais de ensino e aprendizagem na área.

A teoria da aprendizagem que emerge do trabalho de Piaget é resumida por Glaserfeld (1998) ao afirmar que a mudança cognitiva e a aprendizagem ocorrem quando um esquema, em vez de produzir o resultado esperado, leva à perturbação, e a perturbação, por sua vez, leva à acomodação que estabelece um novo equilíbrio. Assim, o ato de aprender e o conhecimento que ali é gerado são, portanto, instrumentalizados.

### *3.2.2 A natureza biológica da Aprendizagem*

Ao analisar os estágios de Piaget e seus desdobramentos interpretativos, Fosnot e Perry (1996) levantaram um ponto considerável. Para os autores, ao posicionar a teoria dos estágios como uma teoria maturacionista (ou seja, que versa

sobre o amadurecimento do conhecimento) os estágios descritos por Piaget passaram a ser vistos como sendo hierárquicos.

Segundo eles, essa interpretação fez com que as práticas e métodos de ensino que tomavam como base a teoria construtivista prioriza-se o uso de tarefas operacionais, ou seja, o estágio definia o tipo de material, o tipo de avaliação e o tipo de conhecimento formado de forma linear, a esse modelo de ensino, os autores chamaram de 'prática apropriada ao desenvolvimento' (FOSNOT e PERRY, 1996. p. 3).

O caráter desenvolvimentista da concepção piagetiana, sugere que toda ação executada tem sua origem no desenvolvimento de operações que são uma concessão dos estágios de operações formais, por meio do qual se adquire capacidade lógico-matemática no plano abstrato da mente o que confere ao aprendiz a capacidade de separar do mundo material e raciocinar apenas em 'termos estritamente lógicos' (O'LOUGHLIN 1992, p 794). Isso significa que a compreensão dada por Piaget para a noção de Aprendizagem de conceitos está centrada no campo da lógica racional, excluindo-se então o contexto social e histórico.

Ao apoiar-se em uma teoria universalista para compreender os processos de aprendizagem em termos biológicos, Piaget enxergava a intelectualidade como fruto de uma adaptação natural ao meio ambiente. Para Nussbaum (1989) esse processo de adaptação reflete a característica sobreposta da teoria sobre as observações, o que leva o indivíduo a depender de suas próprias teorias para perceberem de forma lógica e consciente o mundo à sua volta.

Para o construtivismo, adaptar-se ao meio refere-se à capacidade de reconstruir suas próprias estruturas cognitivas a fim de adquirir maior compreensão sobre as situações que lhe são impostas. Os fundamentos que sustentam as explicações biológicas da aprendizagem, são usadas para compreender inclusive a razão pela qual as concepções dos estudantes estão por vezes distantes das concepções científicas.

A ideia da natureza biológica da aprendizagem pressupõe que isso ocorre em função dos alunos estarem em um estágio de desenvolvimento em que os mecanismos lógicos necessários à compreensão de determinado conceito, ainda não foram plenamente desenvolvidas, como foi discutido no tópico anterior.

Gilbert e Watts (1983) esclarecem que a aprendizagem nesse sentido, é formada pela incorporação de estratégias de conflito cognitivo em que se espera que

os estudantes “reestruturem suas estruturas, a fim de acomodar resultados que apresentam discrepâncias quando em comparação com as previsões e explicações derivadas de suas próprias ideias” (idem p 85).

Para o autor a concepção de conflito cognitivo segue então uma lógica cognitivista e que o professor cria uma situação na qual os alunos precisam acionar as estruturas ideais para interpretá-la, nesse cenário o professor media o processo, de forma não avaliativa, incentivando que os estudantes descrevem verbalmente suas ideias, “manipulando situações psicológicas” como caminho para transformar suas ideias iniciais em um mecanismo de mudança conceitual (GILBERT e WATTS, 1983. p 91).

Logo, é pertinente considerar que o modelo de aprendizagem aqui descrito está centralmente preocupado com a influência de ideias espontâneas sobre a formulação de novos conhecimentos, e a partir dos estímulos e aspectos de armazenamento de memória o estudante desencadeará todo o processo de elaboração conceitual de forma autônoma no plano mental(OSBORNE e WITTROCK, 1985) .

## CAPÍTULO 4

### FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DA VISÃO CONSTRUTIVISTA SOBRE A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS E MUDANÇA CONCEITUAL

#### 4.1 A CONSTRUÇÃO TEÓRICA DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (MMC)

Para Lacalle (2005), as investigações que permeiam a busca a respeito de como se dá a aprendizagem de conceitos científicos, especialmente no período de escolarização permitiram a consolidação de várias metodologias, estratégias de ensino e teorias de aprendizagem, dentre os diversos modelos de compreensão, certamente o Modelo de Mudança Conceitual (MMC) foi o que atingiu maior visibilidade.

Nussbaum (1989) pontua que uma mudança conceitual com foco na aprendizagem de conceitos científicos é respondida teórica e metodologicamente pelo construtivismo de formas diferentes em suas variadas abordagens, mas todos concordam que a mudança conceitual se refere ao processo de transformação dos conceitos durante o período de vida de uma pessoa.

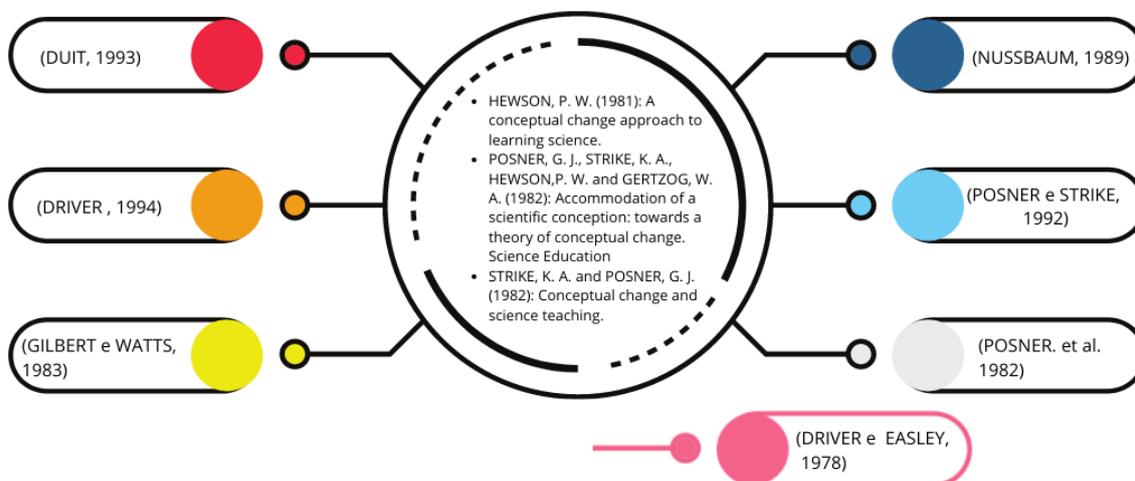
Pelo menos três campos da produção de conhecimento se propõem a investigar sobre os aspectos da transformação conceitual: Psicologia do Desenvolvimento Humano, a Educação Científica e a Filosofia. A ideia que a teoria construtivista pressupõe é de que existe na mente de todas as pessoas, concepções intuitivas ou conceitos anteriores a uma situação nova, que são úteis para a resolução de alguns fenômenos cotidianos, todavia são limitados e por vezes equivocados, em razão disso esses conceitos necessitam de mudança.

##### *4.1.1 Mapeamento dos Principais autores*

Dos 08 arquivos que fazem parte daqueles voltados para a discussão especificamente do Modelo de Mudança conceitual e da Formação de conceitos, identificamos um eixo comum de investigação entre os referenciais usados (Figura 6). O fluxograma abaixo, especifica quais foram os autores mais citados dentro do

campo de referencial teórico, entre os trabalhos selecionados para responder ao último questionamento do quadro 4.

**Figura 6** - Fluxograma dos Principais referenciais usados nos trabalhos selecionados



Fonte: Produção da autora (2022)

Em quase todos os trabalhos, 3 referenciais que discutem o tema da Mudança conceitual propriamente ditam, foram constantes: “Uma abordagem de mudança conceitual para aprender ciência” de Hewson (1981); “Acomodação de uma concepção científica: para uma teoria da mudança conceitual” de Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1982) e “Mudança conceitual e Ensino de Ciências” de Strike e Posner (1982).

Dos 8 trabalhos, apenas 1 (Driver e Easley, 1978), não apresentou nenhuma dessas referências, por se tratar de um trabalho mais antigo dentro dessa seleção. Todavia, um trabalho com importantes diretrizes para a noção de Mudança conceitual, principalmente na relação das habilidades cognitivas com a aprendizagem de conceitos, com ressalva para os perigos do excesso de cientismo nesses processos de ensino (Driver e Easley, 1978)

A ideia de mudança conceitual passou a ser organizada e sistematizada a partir das obras de alguns pesquisadores como, Hewson (1981 e 1982), Strike e Posner (1982) e Posner, Strike, Hewson & Gertzog (1982), que na visão de Gilbert e Watts (1983) entendem o processo de transformação conceitual como uma “mudança evolutiva e revolucionária fruto de decisões racionais” (idem, p.86). Trabalhos esses

que foram sendo revisitados no decorrer dos anos em função dos avanços que se obtinham em níveis de organização metodológica.

#### *4.1.2 Aspectos Teóricos e Metodológicos do MMC*

Apoiando-se na ideia de revolução científica de Thomas Kuhn (em que o esgotamento de uma teoria, ou sua ineficiência em atender determinados objetivos, propiciam o surgimento de outras teorias ou ideias), Strike e Posner (1982) sustentam que o processo de aquisição de conhecimento passa também por uma situação de confronto que permite a transformação do pensamento.

Por exemplo, até o século XVIII os biólogos da época acreditavam que a ideia que melhor explicava a origem da vida era a Abiogênese. Com o passar do tempo, e somente depois da contraposição de vários cientistas, percebeu-se que a ideia da Biogênese era a mais coerente, face aos problemas que foram apresentados a partir da ausência de evidências científicas que sustentam a ideia de surgimento espontâneo da vida.

Com base nessa conclusão, o autor afirma que, aquilo que o estudante tem enquanto conceito, oriundo principalmente do senso comum, pode ser transformado a partir de um confronto (situação nova que se apresenta), de modo que, quando o conceito até então possuído pelo estudante é percebido como insuficiente para a resolução desta determinada situação, rapidamente se faz necessário a aquisição de um novo conceito, esse confronto é exclusivamente mental, ou seja está restrito ao campo das ideias.

Nessa perspectiva, o conhecimento do estudante é visto como inconsistente diante dos conceitos científicos sustentados no ensino formal, o que corrobora com a noção de desequilíbrio cognitivo apontado por Piaget.

A ideia central do MMC (Modelo de Mudança Conceitual) proposto pelos autores, afirma que a aprendizagem é uma ação racional, em que o sujeito aprende a partir de sua auto capacidade de compreensão e aceitação de novas ideias, de modo que as ideias iniciais são substituídas pela concepção científica.

Nesse sentido, os autores propõem um modelo de mudança conceitual que toma emprestado a ideia de ecologia conceitual de Toulmin (1972), na perspectiva de que há uma relação entre os conceitos e as interações sociais nutridas durante toda

a vida, que não é estática, mas dinâmica, assim como a relação entre os animais, plantas e microrganismos em um ecossistema.

Essa metáfora refere-se então ao conjunto de conhecimentos prévios, que favorecem um contexto de assimilação e acomodação de novas ideias, respectivamente. Isso significa dizer que, quando o indivíduo consegue responder a uma nova situação, com base no conhecimento que ele já tem, ele está fazendo uso da assimilação.

Mas, no momento em que esse conhecimento inicial impossibilita a compreensão de uma nova situação, fazendo-se necessário a reorganização dos conceitos iniciais, há uma forma mais radical de mudança, que os autores chamam de acomodação (NARDI e GATTI, 2005. p.31).

Assim, para que aconteça a real mudança do conceito no plano mental, os autores propõem que 4 condições devem ser alcançadas (Posner et al, 1982): Primeiro, insatisfação, com relação ao conhecimento que já se tem (ilustrado por sua insuficiência na resolução de algum problema), seguindo de inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade, estes com relação ao novo saber a ser adquirido (DRIVER, 1994; GILBERT E WATTS, 1983; NUSSBAUM, 1989) .

#### *4.2.1.1 - Insatisfação*

A **insatisfação** é caracterizada por uma percepção do sujeito com relação a usabilidade do conhecimento que ele já possui, de modo que, ao tentar resolver determinada situação ou tentar dar sentido a ela, com base no conhecimento que ele já possui, o sujeito percebe sua insuficiência e ele acaba por não conseguir realizar aquilo que ele se propôs a fazer.

Por exemplo, suponhamos que um indivíduo conheça os princípios básicos que formam o conceito de cultivar, o ato de introduzir uma semente na terra (esse é o conceito que ele já tem), e ele resolve então cultivar hortaliças em casa (nova situação).

No decorrer do processo ele vai perceber que não basta introduzir a semente na terra, porque ele precisa manusear a terra para torná-la adequada ao plantio. Além disso, ele também precisa avaliar o local, uma vez que a forte incidência de luz solar pode comprometer o desenvolvimento das plantas, dentre tantas outras variáveis.

Esses aspectos o fazem perceber a necessidade de um novo conhecimento, o que revela a sua insatisfação com a ideia existente. Os pontos de insatisfação no processo, podem ser um ou vários, eles são o que os autores chamam de anomalia conceitual. Arruda e Villani (1994), definem anomalia conceitual como “uma gradual consciência na comunidade científica que o paradigma dominante não está conseguindo resolver certos problemas e que uma reestruturação das concepções existentes precisa ser efetuada”.

Em outras palavras, a anomalia surge inesperadamente, provocando uma certa apreensão, isso deve orientar cognitivamente a uma busca pela resposta ideal, de modo que após a crise (conflito) o conhecimento deve estar mais fortalecido dessas experiências de tensão e superação, sedimentando na mente dos “cientistas” a crença na eficácia do paradigma agora dominante e na capacidade de respostas seguras da ciência.

De modo prático, possibilitar isso não é tão simples e também não há uma preocupação dos teóricos em delimitar os caminhos que viabilizam esse conflito cognitivo que possa orientar os educadores quanto a aplicabilidade da insatisfação quando no ato de elaboração de propostas didáticas com vista à mudança conceitual.

Todavia, compreende-se que o objetivo dessa condição é de conceber o conhecimento de modo objetivo. Esse é um importante elemento que nos concederá maior discussão ao analisarmos, mais a frente, a perspectiva da mudança conceitual sob o olhar da Teoria Histórico-Cultural.

#### *4.2.1.2 - Inteligibilidade*

Mesmo sendo necessária, a insatisfação não é a única garantia de que a concepção não satisfatória será substituída. Para isso é preciso que a nova concepção possua características que a validem como mais eficiente.

A primeira característica é a **inteligibilidade**, que versa sobre a potencialidade que essa nova concepção tem em fazer sentido para o sujeito. Nessa perspectiva, a inteligibilidade pode se dar de modo mais superficial, propondo um entendimento linguístico, ou mais conciso, enfatizando aspectos teóricos e conceituais.

Utilizando do mesmo exemplo dado acima, nesta situação a nova concepção de cultivar pode ser “ato de preparação e cuidado, para que determinada planta se

desenvolva adequadamente”. O que acontece aqui é uma simplificação da linguagem para tornar o conceito mais inteligível.

Por outro lado, pode-se também fazer uso de uma concepção mais profunda como por exemplo “cultivar é a designação dada a determinado tipo de planta com modificações genéticas que contribuem com suas características produtivas”. É notório que nesta representação faz-se uso de conceitos teóricos que impulsionam um aprofundamento discursivo muito maior que o anterior.

#### *4.2.1.3 - Plausibilidade*

Partindo da ideia de que essa nova concepção surgiu de um processo de insatisfação do sujeito e de que ela também faz sentido para ele, o passo seguinte é que esse novo saber tenha **Plausibilidade**, ou seja, a nova concepção deve ter potencial para ser admitida no lugar da concepção anterior.

Para isso, além de responder as anomalias (insatisfações) que foram encontradas no início do processo, essa nova concepção precisa estar alinhada com outros conhecimentos do sujeito, do contrário, apesar de haver sido compreendido e se mostrar mais eficaz ao responder os questionamentos, esse novo saber não será utilizado, pois ele está distante daquilo que o sujeito conhece.

Se em nosso exemplo, o sujeito for uma dona de casa, que não teve acesso a uma escolarização superior na área, mas que é dotada de experiências passadas importantes, o primeiro conceito (cultivar como ato de preparação e cuidado, para que determinada planta se desenvolva adequadamente) certamente será mais plausível do que o segundo (cultivar é a designação dada a determinado tipo de planta com modificações genéticas que contribuem com suas características produtivas).

O contrário vai acontecer se esse nosso sujeito, é um estudante de agronomia, que tem um campo de conhecimento diferente. Para essa condição o fator determinante é a contextualidade, pois está baseada em aspectos do contexto social daquele que aprende.

Esses são elementos, sobre os quais a perspectiva construtivista não dá conta de abraçar já que se trata de uma compreensão cognitivista. Mesmo que a ideia de conceder a condição de plausibilidade para o conteúdo a ser aprendido não apresenta equívocos metodológicos, sua estrutura epistemológica não oferece a fundamentação necessária para garantir a efetivação da aplicabilidade.

#### 4.2.1.4 - Fertilidade

Por fim, além de ser inteligível e plausível a nova concepção, na visão dos autores precisa também ser **fértil**. No sentido literal do termo, essa última característica implica na necessidade dessa nova concepção instigar o sujeito a enxergar além do seu campo de visão, de modo que ele possa ter acesso a outros conhecimentos e abrir novos campos de investigação.

Seguindo com o raciocínio em nosso exemplo, uma vez acomodado o conceito de cultivar, o sujeito pode ser levado a conhecer outros conceitos como o de fertilidade ou de adubação, entre outros.

Como garantir fertilidade? Quais elementos o novo conceito deve ter para que possa levar a um aprofundamento? é possível que o professor viabilize a fertilidade? para esses e alguns outros questionamentos a resposta não é claramente respondida pelos autores. Isso porque, a ideia de mudança conceitual na abordagem construtivista não está preocupada com a materialização dos processos, pois não é essa sua estrutura teórica.

A aprendizagem está condicionada a função autorreguladora do indivíduo, logo são suas estruturas biológicas, mais precisamente o nível de desenvolvimento em que estão, é quem irá viabilizar a efetivação ou não da Mudança Conceitual no campo mental do aprendiz.

Para os autores, metodologias e estratégias pedagógicas, currículo escolar e ainda a ação dos educadores, que tomem esse conjunto de características como o motor condutor, através do modelo de mudança conceitual, promovem a aprendizagem. Com isso, eles elencam algumas condições para que se tenha êxito na aplicação do modelo (POSNER et al., 1982, p.225):

- A. Identificar quais são as ideias iniciais dos estudantes sobre o conceito, de modo a compreender quais são suas características e quais as possíveis implicações desse conhecimento na aprendizagem.
- B. Possibilitar uma quantidade de anomalias que seja suficiente para convencer o estudante que suas ideias não são eficazes para entender a situação apresentada.
- C. Auxiliar o estudante a perceber que a nova concepção faz sentido. E ajudá-lo (mediando) a criar as conexões necessárias no processo.

- D. Desenvolver instrumentos e estratégias avaliativas que permitam validar a mudança conceitual

As etapas trabalhadas pelos autores e esclarecidas nas condições acima enfatizam que o intuito do modelo inicial é de provocar uma desorganização na estrutura do conhecimento do estudante, o que corrobora com o que foi discutido no capítulo anterior sobre as manipulações psíquicas, para que, a partir do conflito causado seja possível promover uma reorganização que esteja mais próxima ao conhecimento científico veiculado pela educação formal.

Apesar de inicialmente ter sido bem aceito na comunidade científica, por sua 'simplicidade' e abrangência, esse Modelo de Mudança Conceitual (MMC) recebeu várias críticas, e é sobre algumas delas que iremos nos aprofundar no tópico a seguir.

### **4.3 A MUDANÇA CONCEITUAL NA PERSPECTIVA DOS AUTORES DA REVISÃO**

Ao tentar entender como ocorre a mudança conceitual, os pesquisadores concordam em classificá-la como descrições psicológicas de um sistema teórico elaborado por meio de estudos semelhantes aos que acontecem com os cientistas durante o exercício de investigações acadêmicas.

Nesse sentido, os autores enfatizam a lógica da experimentação. Em que, o levantamento de hipóteses individuais é levantado a fim de serem falsificados. Por meio da lógica dedutiva, os estudantes são orientados a testar equívocos fazendo uso de uma sequência instrucional. Nessas condições, professor e currículo ajudam os alunos a construírem ativamente seus próprios significados do material em estudo.

Cada um dos autores traz elementos condicionantes para a noção de mudança conceitual. Conforme ilustra a imagem abaixo (Figura 7) cada um dos elementos apontados como necessários à mudança, possui função específica dentro das estratégias usadas para levar a reorganização conceitual do aluno.

**Figura 7** - Elementos condicionantes para a Mudança Conceitual



Fonte: Produção da autora (2022)

Na visão construída pelos autores, quanto mais perto qualquer estudo se aproxima de uma visão ativa de conceito mais provável é contribuir para uma noção de mudança conceitual. Isso quer dizer que, propostas que aceitam a existência e valor dos conceitos aprendidos para seus usuários, em detrimento de suas concepções alternativas e que buscam educar pela expansão da aplicabilidade desses quadros conceituais ou modificá-los para a visão formal da ciência, são evidências de estratégias com eficiência para a mudança.

Desse ponto de vista os princípios cognitivos piagetianos como conflito cognitivo, e mediação do ensino se mostram como fatores indispensáveis para o processo de mudança conceitual. De modo que o que aparece como um conflito cognitivo do ponto de vista do professor, pode, não ser necessariamente um conflito cognitivo do ponto de vista dos alunos. O que importa é a perspectiva dos alunos.

Se então, o ponto de vista do estudante sobre o conhecimento é o que importa, a estratégia do ensino torna-se dependente das concepções alternativas

apresentadas por cada estudante. Essa é uma das razões pela qual Duit (1993), considera eficientes as estratégias instrucionais descritas pelos autores da mudança conceitual, ao apresentarem a produção de insatisfação com a concepção atual como ponto de partida para as transformações dos conceitos.

Nussbaum (1989) acrescenta, pautado em suas experiências pessoais enquanto professor, que a problematização do conceito inicial, fazendo uso de fenômenos naturais ao educando atua como um agente estimulador do envolvimento do estudante com o objeto de ensino demonstrando “genuína entusiasmo intelectual e bom raciocínio”, especialmente se for acompanhado de estratégias que propiciem um debate aberto (NUSSBAUM, 1989. P. ). Para o autor, as tentativas do estudante para formular suas ideias e contrapô-las podem ser a base fundamental para que os conceitos equivocados mudem.

Nesse sentido, as ideias iniciais teriam, dentro da perspectiva de mudança conceitual, a função de motivar os estudantes a expandir o seu quadro de conceitos ao acomodar novos conhecimentos. Assume-se então, que um conflito desperta a tendência natural de recuperar um estado de equilíbrio, e que isso leva a uma acomodação cognitiva aparecendo como uma mudança conceitual.

Para tal, os autores esclarecem ser necessário, que as estratégias de ensino pautadas nas abordagens construtivistas tragam explicitamente “a interação da orientação e do autodesenvolvimento” ( DUIT, 1993. p.24). De modo que as instruções sejam capazes de guiar o estudante à visão científica.

Nussbaum (1989) concorda e acrescenta postulando que as sequências instrucionais são orientações dadas pelo professor para que o aluno se mova rumo a uma conceituação teórica clara sozinho. Nesse sentido, a função da orientação não é de regulador do processo de transformação, ao invés disso, essa orientação tem função mediadora, pois é através dela que o aluno será conduzido a conceitos mais próximos dos científicos.

A regulação do andamento do processo de Mudança conceitual, dar-se-á então pelo vínculo formado entre o conhecimento antigo e o novo (GILBERT e WATTS, 1983). Essa “ponte cognitiva”, como é chamado pelos autores, é quem dará ao professor elementos interpretativos, no qual a linguagem é o principal instrumento.

Nesse sentido, Gilbert e Watts (1983) tomam a linguagem, em suas muitas formas, como ferramenta de construção de significados, responsável por apresentar

o conhecimento remodelado e que somente pode ser interpretado por aquele que já o conhece, nesse caso, o professor regente da aula.

Assim, a aprendizagem é, portanto, vista como um processo de mudança conceitual. Abordagens de ensino na ciência com base nessa perspectiva se concentram em proporcionar às crianças experiências físicas que induzem conflitos cognitivos e, portanto, incentivam os alunos a desenvolver novos esquemas de conhecimento mais adaptados à experiência (DRIVER, 1994; GILBERT e WATTS, 1983; DUIT, 1993).

Entretanto, Driver (1994) vê como um problema para a noção de mudança conceitual, esperar que os alunos abandonem suas ideias de senso comum como resultado da instrução científica. Muito embora haja um reconhecimento de que a aprendizagem da ciência envolve a reestruturação de ideias, a prática da discussão nas salas de aula de ciências é muito diferente da prática de argumentação e investigação científica que ocorre dentro de várias comunidades de cientistas profissionais; isso não é surpreendente quando se considera as diferenças de propósito e relações de poder entre os vários ambientes institucionais.

#### **4.4 AS CRÍTICAS AO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL DE POSNER E COLABORADORES**

O Modelo de Mudança Conceitual, recebeu críticas não apenas com relação a eficácia de sua organização para a promoção da real mudança conceitual, mas também com relação a suas bases teóricas e psicológicas. Alguns dos críticos mais expoentes do modelo são: Hewson (1992) Hewson e Thorley (1989), e Mortimer (1996 e 2000).

Relativos ao caráter de eficácia, as principais críticas concentram-se em evidenciar que na maioria dos casos em que o modelo de Posner e colaboradores foi aplicado, os educadores notaram uma mudança conceitual ilusória, já que as ideias que aparentemente eram consideradas como superadas e substituídas voltavam a aparecer em um determinado intervalo de tempo (SANTOS, 1996. p. 69).

Além disso, é apontado que, o modelo proposto não garante que ao ter acesso a determinado conceito científico, as ideias iniciais dos estudantes serão de fato contestadas. Em função disso, o educador não pode abraçar o modelo presumindo

que todos os estudantes serão capazes de obter êxito, mesmo porque as condições biológicas que sustentam teórica a concepção, não são iguais para todos.

Já na dimensão teórica, os críticos consideravam que as ideias de Thomas Kuhn sobre as mudanças teóricas na histórica da ciência sob a base da revolução científica, tinha um caráter minimalista que não expressava os processos envolvidos para que uma teoria fosse adotada no lugar de outra, e com isso os críticos chegaram a afirmar que um modelo que tem como base a ideia de revolução científica não tem propriedade para explicar a complexidade que há na compreensão do processo de mudança conceitual (Villani, 1992 *Apud* ARRUDA & VILLANI, 1994; MORTIMER., 1992).

Não há nessa investigação a pretensão de validar ou não as prerrogativas Kuhnianas, entretanto vale pontuar que, a relação entre as muitas mudanças paradigmáticas que envolveram e envolvem o campo das ciências em especial, a comunidade científica e a compreensão das mudanças conceituais no plano mental de estudantes não têm uma relação tão evidente quanto a que Posner (1982) tenta passar em seus escritos.

No espaço entre uma concepção inicial e uma concepção científica, no contexto da educação formal, há aspectos materiais, linguísticos, sociais, motivacionais, culturais e sociocognitivos que necessitam de olhar cuidadoso e crítico, que esteja livre de predefinições estáticas, e que a ideia de revolução não consegue exprimir por si só.

Hewson, um dos colaboradores de Strike e Posner, é quem dá continuidade aos estudos sobre o MMC. Hewson e Thorley (1989), traz a ideia de que o que Posner (et. al. 1982) apresenta enquanto condições de acomodação de uma nova concepção, na verdade pode ser traduzido como *status* desse novo saber. Por status leia-se níveis. Nesse sentido, o nível progride à medida em que as condições são alcançadas: *Status I* (inteligível), *Status IP* (inteligível e plausível) e *Status IPF* (inteligível, plausível e fértil).

A perspectiva de status proposta por Hewson afirma que toda a concepção para ser estabelecida precisa estar em um alto nível de aceitação pelo indivíduo, por isso nenhuma outra concepção será aderida até que aquela já estabelecida tenha seus status baixado, a ideia principal da proposta de Hewson, é que deve haver mobilidade dos conhecimentos entre os níveis, à medida que a nova concepção cresce em status, o conhecimento inicial que é insatisfatório deve cair. Nesse sentido,

não há acomodação de conceito, mas uma troca conceitual uma vez que a nova concepção estará em maior status em detrimento daquelas que já existem.

Para Hewson (1992) a ideia expressa pela palavra mudança, está condicionada ao contexto de sua aplicação, com isso pode-se adotar pelo menos 3 variantes. Vamos considerar por exemplo o campo das Ciências Biológicas.

O processo de metamorfose consiste na transformação de uma lagarta em borboleta, nesse caso, havia um indivíduo antes que é completamente distinto daquele existente depois da mudança. A lagarta não existe mais, há agora uma borboleta. Aqui, mudança significa o completo desaparecimento de um estado anterior. Um segundo exemplo pode ser a troca de exoesqueleto em crustáceos. Isso acontece em função do crescimento dos indivíduos.

Entretanto, o crustáceo continua sendo crustáceo, seu exoesqueleto apenas se expandiu, por isso, nesse caso, a mudança tem um significado de expansão. Um terceiro e último exemplo pode ser notado em casos como competição, que é uma interação biológica em que indivíduos da mesma espécie ou de espécie diferente disputam por algo.

Para fins didáticos consideremos uma disputa territorial entre leões. Suponha que determinado líder de uma área esteja sendo desafiado por um outro indivíduo. Na disputa, o desafiante ganha. Isso não necessariamente significa que o antigo líder morreu, ele apenas foi trocado por um indivíduo mais apto. Nesse caso, a mudança tem sentido de troca e não desqualifica o estado anterior.

Desse modo, as críticas ao modelo de Posner et al (1982), estiveram concentradas em basicamente 3 pontos:

- O modelo original não considerava a interação das concepções alternativa com a ecologia conceitual do estudante
- Não há, no modelo proposto, garantia de uma mudança conceitual com valor significativo para a aprendizagem
- A formulação inicial do modelo tinha a mudança conceitual como um evento exclusivamente racional

A luz das críticas recebidas até então, os autores enxergaram a necessidade de revisar suas colocações e publicaram uma nova versão com algumas ponderações. Strike e Posner (1992), destacaram que o MMC:

- Não reflete um processo linear, em que a aprendizagem ocorre por conquistas sucessivas, como sugerido por alguns críticos, eles

destacam que há muitas idas e vindas durante o processo, especialmente porque ele não se trata de um evento meramente cognitivo, mas que recebe bastante influência do emocional. No texto, os autores não elucidam em quais aspectos essa influência se constitui, além disso a base epistemológica sobre a qual se fundamentam (construtivismo) não oferece esse suporte.

- A relação entre os conceitos anteriores e os novos, não são simplistas, ao contrário disso, essa relação (ecologia conceitual) é bem complexa porque ela não se dá apenas no campo teórico-conceitual. Os autores destacam ser necessário que as percepções feitas pelo sujeito no contexto da sala de aula sejam traduzidas em atitudes fora dela, na relação homem-natureza, homem-sociedade, homem-investigação científica, etc. É ainda necessário considerar que a ecologia conceitual não exclui a ocorrência de equívocos, eles continuam a existir, é essencialmente isso o constitui a ideia de ecologia. Todavia, não se instrui de forma prática como esses elementos podem ser viabilizados a partir da organização do processo de ensino.
- Contrapondo as críticas com relação à perspectiva kuhniana os autores apontavam que o fundamento das ideias defendidas por Kuhn, está na rigorosidade do método científico que é o que essencialmente garante que determinada teoria seja de fato adotada ao passo que outra se torne obsoleta (Strike e Posner, 1992. p. 152/53).

Esse último ponto, entretanto, não se configura um argumento bem aceito, uma vez que as mudanças científicas não consistem apenas em um quadro metodológico consistente, mas há ainda uma ocorrência de reestruturações que tomam além das concepções da gênese do objeto de estudo a determinação de metas com valor significativo.

Logo, o processo que antecede as revoluções conceituais está intimamente relacionado com o próprio ato de mudança, e por isso sua análise não pode considerá-lo com tendo origem e fim em si mesmo.

Tendo em vista que a revisão dos autores justificando os posicionamentos originais do Modelo de Mudança Conceitual não satisfizeram as críticas, conseqüentemente elas continuaram a serem pontuadas. Mortimer (1996), em um

trabalho publicado na revista *Investigações no ensino de Ciências* sob o título “Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?”, traz outros elementos enquanto fragilidades da proposta de Posner e seus colaboradores.

Para Mortimer, a ideia dos autores em propor uma mudança conceitual relativiza o valor social e cognitivo das ideias prévias dos estudantes. O autor faz essa afirmação com base em uma citação de Hewson e Thorley (1989., p. 543) que afirmam que as "concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma pessoa", enquanto que para Mortimer, as concepções mesmo diferentes podem coexistir, apenas serão utilizadas em contextos diferentes pelo aprendiz (Mortimer, 1996., p. 23). Aqui, considero importante retornarmos ao conceito de plausibilidade que os autores defendem e que já foi explorado mais acima.

Quando Hewson e Thorley (1989) discutem sobre essa categoria, os autores deixam evidente que para a nova concepção ser considerada plausível ela precisa coexistir com outros conhecimentos, e então o estudante poderá acessar aquele que melhor responde a cada nova situação que lhe é apresentada.

Logo, faz sentido a afirmação, “concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma pessoa”, já que cada situação vai pedir uma ação que lhe seja correspondente, e para resolvê-la o estudante precisará acessar a mais eficaz separadamente, o que coloca a posição de Mortimer incongruente com o que os autores verdadeiramente afirmam.

Essa consideração invalida a crítica de Mortimer, mas não defende a argumentação de Hewson e Thorley, pois o acesso às ideias prévias dos estudantes não muda o fato de que independentemente dela, a ideia científica é quem vai prevalecer no ambiente formal de estudo.

Apesar disso, as críticas pontuadas por Mortimer (1996 e 2000) enaltecem outras fragilidades da concepção de Modelo de Mudança Conceitual, sobretudo com relação à estratégia de conflito cognitivo. Essa estratégia, está intimamente ligada à concepção de equilíbrio em que Piaget sugere que o desenvolvimento de qualquer conhecimento a partir de uma perturbação cognitiva, pode ser expressa por conflito ou lacunas. Eis o ponto em que Posner e seus colaboradores, deixaram de lado.

Esses autores supervalorizam os conflitos cognitivos, e desconsideram que para o princípio de equilíbrio, conflito e lacunas estão no mesmo patamar. “No caso dos conflitos, são necessárias correções e ajustes” pondera Mortimer (2000. p 44). Já

em situações que se valem das lacunas “são necessários reforços e/ou a introdução de novos conhecimentos” (Idem).

Para Mortimer, estratégias que se valem apenas do conflito cognitivo podem causar frustração nos estudantes principalmente porque muitos professores não possuem habilidades para construir uma estratégia conflitante que seja bem recebida pelos alunos (Mortimer, 1996., p. 25).

Isso nos leva a considerar que, o delineamento metodológico adequado é crucial para alcance de resultados de aprendizagem que sejam satisfatórios aos objetivos pedagógicos e que não estejam pautados exclusivamente na medição de níveis de aprendizagem, mas que também considerem a atividade humana.

As colocações de Mortimer (2000) não é o que há de mais recente nos estudos metodológicos sobre o modelo de mudança conceitual; entretanto, suas considerações e leitura sobre um possível modelo de Perfil Conceitual no lugar de “Mudança” constituem uma crítica que carece ser investigada antes de percebermos os avanços mais recentes para uso da ideia de Mudança conceitual.

#### **4.5 O MODELO DE PERFIL CONCEITUAL DE EDUARDO MORTIMER**

A existência de diferentes representações da realidade, por diferentes pessoas, não é uma novidade no campo da formação do conhecimento. Gaston Bachelard, já levantava essas considerações mostrando que uma única visão sobre a realidade a sua volta não é suficiente na descrição de um conceito, com isso, as ideias do autor é afirmar que o conhecimento deve passar por inúmeras concepções - filosofias - que não são homogêneas, ou seja, são necessariamente distintas uma das outras.

Para o autor, à medida em que o perfil adotado pelo aprendiz altera, ele ganha complexidade conceitual. É justamente essa a ideia que autores como Mortimer (1992), se valem para alimentar a perspectiva de que a complexificação do conceito não significa que os conceitos anteriores desaparecem, mas indica uma mudança na estrutura conceitual para o sujeito, ou seja, não há mudança conceitual.

O modelo proposto por Mortimer, portanto, se dedica em analisar como se dá o processo de evolução do conceito no contexto da sala de aula, e não a mudança conceitual, de modo que, o autor admite a ideia de que a depender da situação

apresentada e do contexto dessa situação, o aprendiz apresenta respostas diferentes que lhe parecem mais adequadas a cada ocasião. Não necessariamente, essas respostas estão certas ou erradas, mas tornarão evidentes perfis conceituais distintos dentro do campo de conhecimento que possuem. Entretanto, não há garantia de que isso de fato ocorra (MORTIMER, 2011. p; .118).

Por isso, a ideia de “Perfil Conceitual” deve ser lida como “modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência” (MORTIMER, 2011. p.115). Essa concepção foi inicialmente proposta na tentativa de ir de encontro com a perspectiva de Posner e Colaboradores (1982), onde havia sido feita uma leitura em que as ideias iniciais dos estudantes deveriam ser suprimidas em detrimento do conhecimento científico escolar.

No Modelo de Perfil Conceitual, Mortimer admite a heterogeneidade do pensamento verbal do indivíduo, assumindo que as diferentes formas de pensar estão intimamente relacionadas com a construção social estabelecida (MORTIMER, 1996). Nesse sentido, independente do conceito estudado (ex; Vida, espécie, mutação ou seleção) o perfil diz respeito ao conjunto de definições que circundam os modos de pensar ou de conceder significados sobre esses conceitos.

Esse é um elemento importante, pois revela que assim como o modelo de Posner, a ideia de Mortimer está fundamentada no ensino de definições prontas que devem ser aprendidas pelos estudantes, esses aspectos são fruto da base teórica construtivista, sob as quais ambos os modelos estão ancorados, mesmo que tenham um ou outro elemento que não corresponda (como é o caso da valorização da construção social que Mortimer destaca).

Para Mortimer, essas significações sugerem as categorias que o autor chama de “zonas”, por isso ele enfatiza que na construção de um perfil conceitual é estritamente necessário que uma variedade de significados seja levada em consideração bem como uma diversidade de contextos, de modo a proporcionar várias possibilidades de contextualização da experiência individual (MORTIMER 2011, p 117).

Como fruto de suas investigações, no livro “Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências” (MORTIMER, 2000), o autor se propõe a compartilhar as considerações obtidas em turmas do ensino fundamental em relação

ao conteúdo de autismo. Nesse texto o autor atribui a formação de pelo menos 3 perfis conceituais:

**1 - Zona sensorialista** - que é atribuída aos estudantes que tiveram uma percepção sensorial a respeito do conceito tratado - matéria - de modo que este, era visto como algo contínuo, sem espaços vazios, e suas características eram delimitadas a partir dos sentidos, especialmente tato e visão.

**2 - Zona substancialista** - aqui estão as formas de pensar sobre o átomo como pedaços menores da matéria, e que, portanto, possuem características semelhantes. Essa concepção tende, por exemplo, a relacionar o átomo com poeira, pequenos grãos da matéria. Nesta zona o maior obstáculo para o estudante é a relação macro e microscópica.

**3 - Zona clássica** - Aqui concentra-se o ideal desejado durante as investigações do autor. Nessa zona, o estudante teria pleno esclarecimento conceitual sobre atomismo em um nível elementar, em que as barreiras ontológicas e epistemológicas, presente nos níveis anteriores, são totalmente superadas permitindo que todas as categorias que caracterizam o conceito sejam conhecidas pelo aprendiz.

Para avaliar o processo de aprendizagem considerando o modelo de Perfil Conceitual, Mortimer (2011) sugere que dois processos são necessários e estão correlacionados: (1) A complexificação, em que os conceitos necessariamente precisam se tornar mais ricos à medida que evoluem; e (2) A tomada de consciência da variabilidade de Zonas, ou seja, o aprendiz deve tornar-se consciente da existência das várias significações que o conceito pode adotar em circunstâncias igualmente variadas.

Ao tomar consciência dos modos de pensar, o estudante teria de utilizar determinada linguagem como mais adequada em certas ocasiões. Para Mortimer, esse aspecto já seria suficiente para esclarecer que o uso de conceitos científicos escolares, pelos estudantes, face a novos problemas em detrimento das ideias prévias não elucidam uma substituição dessas últimas, apenas indicam uma tomada de consciência do seu perfil conceitual.

Entretanto, é importante frisar que, quando tocamos no âmbito do Ensino das Ciências da Natureza, Hewson (1992), um dos colaboradores de Posner et. al (1982), já defendia que o objetivo da mudança conceitual não é que os estudantes abram mão dos seus conceitos alternativos, da riqueza de suas experiências acumuladas muito menos de outras formas de conhecimento que provavelmente possuem.

A mudança conceitual no ensino de Ciências, sob a perspectiva do construtivismo objetiva permitir que o aluno possa desafiar uma ideia com outras ideias, pautados no princípio da aceitação, ou seja, fazer com que os estudantes, após esgotar todas possibilidades, abracem a alternativa que lhes é mais pertinente.

As grandes questões epistemológicas, sejam com base nos postulados de Posner sejam nas contribuições de Mortimer, repousam sobre as mesmas problemáticas, pois estão fundamentadas em uma teoria idealista.

Além disso, é conveniente destacar que ambas as perspectivas condicionam o aluno a interpretar os conceitos a partir de determinados contextos. Isso significa que o caráter universal dos conceitos e da resolução de problemas científicos é deixado de lado. Por exemplo, o conceito de calor, será o mesmo na sala de aula formal, do deserto do Saara ou no polo norte, pois conceitos científicos não são contextuais (PERTILE E MORI, 2016). Ao pensar nele como sendo contextual perde-se um pouco também da natureza da ciência em propor soluções para problemas reais.

Ambas as perspectivas estariam repetindo erros e não compreendendo os fenômenos. Ainda assim, é pertinente ressaltar que a contextualização tem suas contribuições. Costa (et al, 2017. p. 815) pontua que “o ensino direto de conceitos, sem relação com algum contexto relevante, tende a resultar em uma incorporação vazia de palavras”, é o que o autor denomina de “verbalismo científico”(idem) que, na realidade, esconde um vazio no conceito (VYGOTSKY 2007).

Hewson (1992), tenta minimizar essa fragilidade destacando que no processo de ensino, o estabelecimento de uma mudança conceitual deve passar por alguns estágios: (1) Diagnóstico - em que se faz necessário que o professor conheça as concepções que os alunos já possuem; (2) Mudança de Status – em que são usadas estratégias que permitam que o status da concepção existente diminua e o da nova concepção seja elevada; e por fim (3) Evidência de resultado - Em que há constatação de que a nova concepção de fato é adotada pelos estudantes, quando necessário. Obviamente, esses estágios não são estáticos, ou seja, eles não têm um fim em si mesmo.

A aplicação de cada um desses estágios envolve questões que são emocionais/comportamentais, tais como: metacognição, clima na sala de aula, condução do professor, além de disponibilidade e postura dos estudantes frente às atividades propostas.

A pergunta que fica é, como um modelo de ensino pode dar conta de tantos aspectos como esses? Como os professores lidam de maneira prática com uma proposta de ensino tão subjetiva sem orientação delimitada? Vivenciar a mudança conceitual nesses preceitos, se torna inviável mesmo sendo ela uma boa proposta enquanto ao objetivo da Educação em Ciências?

Nesse campo de discussão, Rosalind Driver foi um importante figura, sua tese de pesquisa defendeu que os equívocos e erros cometidos pelos estudantes no processo de aprendizagem em ciências refletiam uma estrutura de ideias coerentes sobre os fenômenos naturais, e que por essa razão deveriam ser considerados importantes para o processo de formação do conhecimento (DRIVER & EASLEY, 1978).

Nesse texto, Rosalind traz uma interpretação ao pensamento da criança, contribuindo com as ideias de desenvolvimento cognitivo piagetiano, ela destacou que as ideias infantis não eram mera noção ingênua do conceito, ao invés disso, se tratavam de modelos interpretativos constituídos por uma série de mudanças paradigmáticas.

De modo que, a aprendizagem estaria diretamente relacionada com as ideias já existentes a respeito do fenômeno, ao invés de estar relacionado ao estágio do desenvolvimento e que o indivíduo se encontra como postulado por Piaget, e já discutido anteriormente. Mesmo adotando outro elemento como sendo central para a aprendizagem, Driver persiste com a ideia de conflito cognitivo para a mudança conceitual.

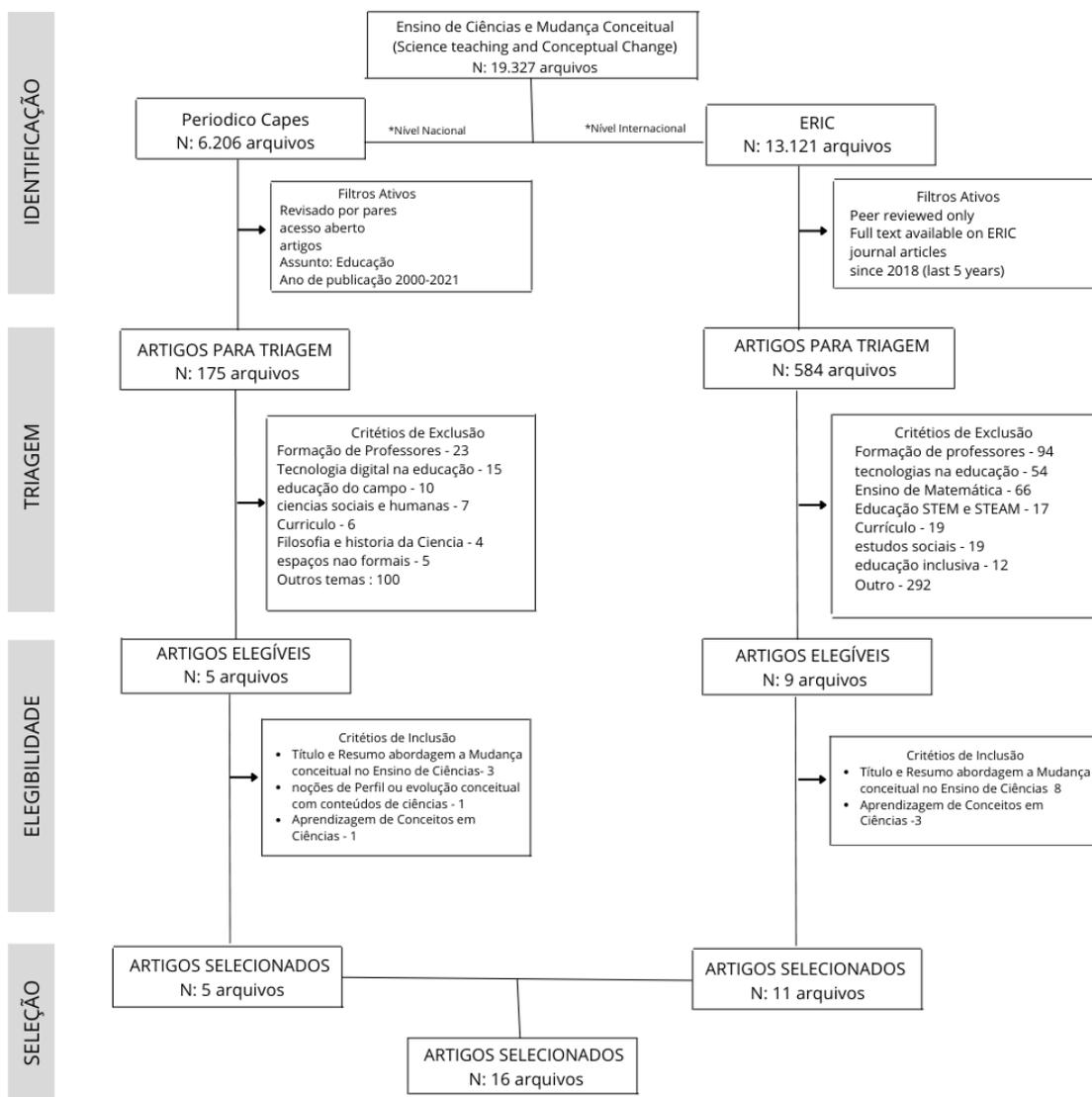
A persistência de erros e equívocos nos discursos e atividades dos estudantes, mesmo após a instrução, foi o principal foco dos estudos iniciais de Driver (1994). Para a autora, o fato de os alunos frequentemente desenvolverem conceitos errôneos indica a existência de um problema no ensino de ciências, e isso sugere a necessidade de se realizar um tipo de "taxonomia dos equívocos" (DRIVER e EASLEY, 1978. p; 68).

Somente a partir da delimitação das razões que levam a tais equívocos, haveria algum progresso no que diz respeito ao ensino de ciências, assim a preocupação com os métodos e estratégias a serem usados com vista na mudança conceitual passaram também a incorporar elementos de outras matrizes teóricas, já que apenas concepções fundamentadas do construtivismo piagetiano, não eram suficientes.

## 4.6 O MÉTODO COMO CAMINHO PARA A MUDANÇA CONCEITUAL

Dentro das produções que discutem a mudança conceitual, sob olhar da perspectiva Construtivista, o método sempre foi uma questão prioritária. Uma busca singela em bases de dados, pode ressaltar isso com tranquilidade quando o assunto é Mudança conceitual. Para propor essa discussão, realizamos um mapeamento com um recorte de tempo mais recente e em bases de dados com abrangência Nacional e Internacional (Figura 7).

**Figura 8** - Fluxograma segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da revisão em Periódicos



Fonte: Produção da Autora (2022)

Nessa busca, optamos por manter o modelo estabelecido pelo PRISMA para garantir as características de cruzamento entre os dados obtidos no primeiro momento. Assim, mantivemos as quatro etapas (Figura 7): (i) identificação (Todos os artigos obedecem às características delimitadas pelos filtros ativados), (ii) triagem (considerando os títulos dos trabalhos e resumos, excluimos aqueles cujas concepções de MMC não eram o foco principal), (iii) Elegibilidade (análise detalhada dos artigos que atendiam aos critérios de inclusão) e (iv) Seleção (fechando o banco de dados).

Após a seleção ser finalizada os 16 arquivos foram categorizados conforme o que se pretendia responder em cada um dos aspectos investigados. Todas as análises feitas obedeceram a uma classificação específica (Quadro 4) que organizou as perguntas feitas no processo de leitura dos arquivos e categorizou as respostas conforme intencionalidade dada a cada etapa.

**Quadro 5** - Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão

<b>Pergunta da revisão</b>	<b>Itens do PRISMA</b>	<b>Categoria de respostas</b>	<b>Descrição</b>
Quais as características dos estudos?	17 e 18	Natureza da publicação	Delimitamos quantos dos trabalhos abordavam o tema na dimensão teórica e na dimensão prática.
		Público alvo	Organizamos os trabalhos selecionados com foco nos públicos: Estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Técnico e Estudantes Universitários

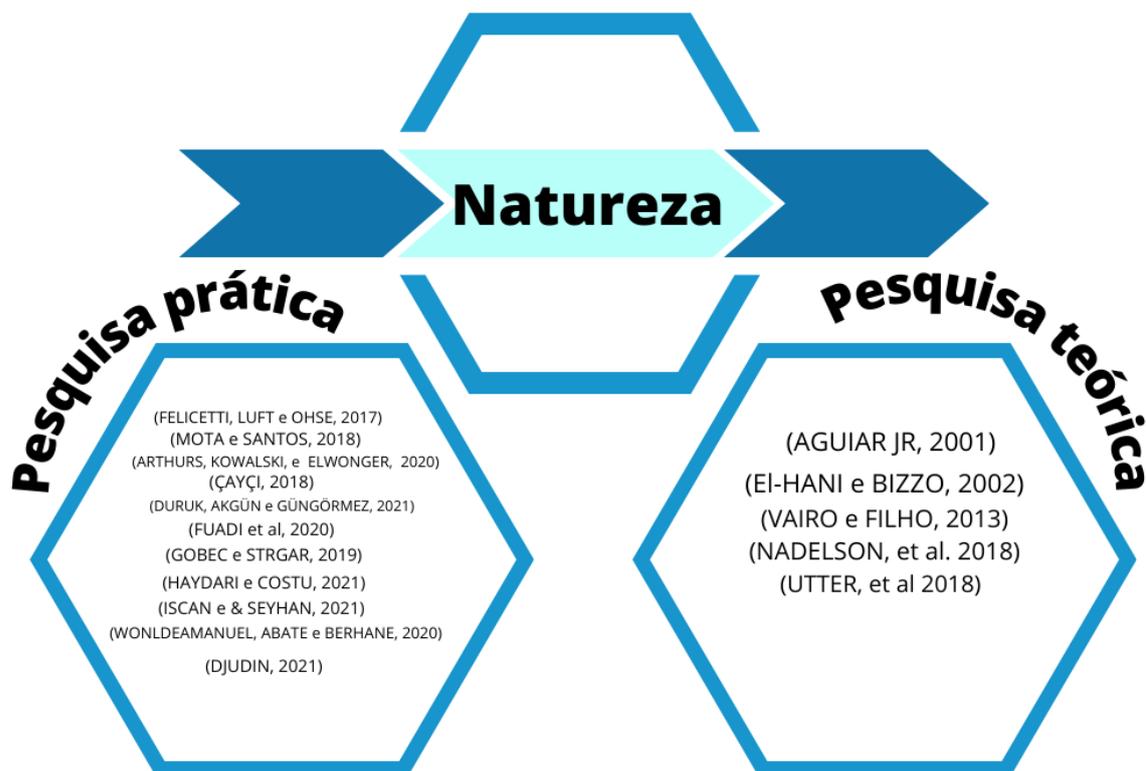
Quais os aspectos metodológicos usados para levar o aluno a Mudança Conceitual?	24, 25 e 26	Variedade de estratégias	Indicamos quais os métodos são utilizados para proporcionar a Mudança conceitual na aprendizagem dos estudantes
		Eficiências de Estratégias	Apresentamos os argumentos usados como evidência de Mudança Conceitual

Fonte: Produção da Autora (2022)

#### 4.5. 1 Características dos Estudos

Após a delimitação dos 16 artigos selecionados, a leitura inicial conduzida pelas perguntas de análise apresentadas no quadro 5, possibilitaram a organização dos trabalhos em dois grupos: Pesquisas práticas e Pesquisas teóricas (Figura 8). Essa organização foi essencial para o reconhecimento da natureza dos estudos selecionados, a fim de delimitar quais deles seriam de fato usados para identificação das tendências metodológicas usadas para levar o aluno a uma mudança conceitual.

**Figura 9** - Organograma dos trabalhos por Natureza de Investigação



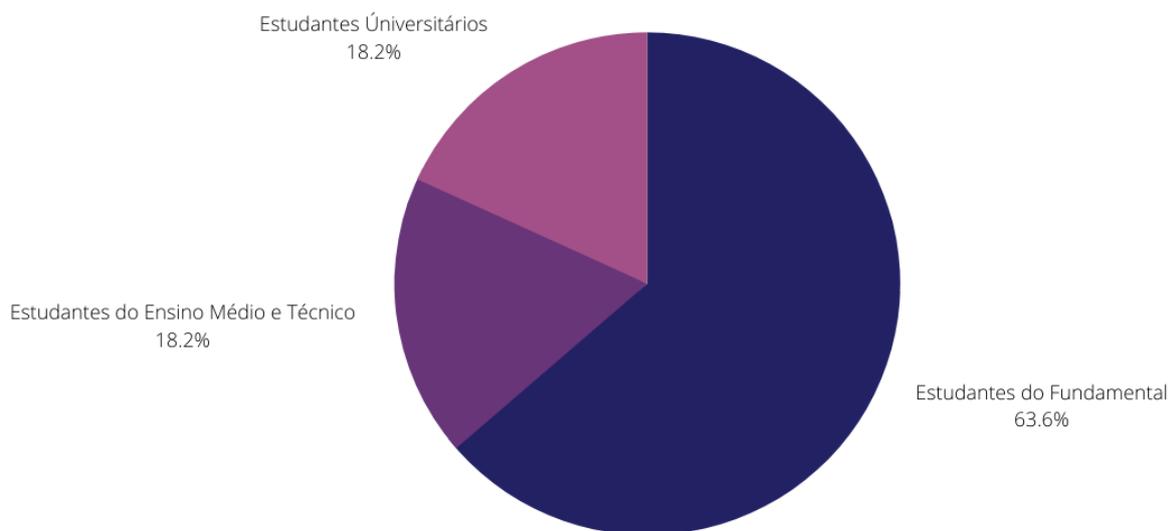
Fonte: Produção da autora (2022)

Dentre os 16 artigos selecionados, 5 (31,2%) são estudos teóricos, que tomam como base metodológica a revisão de literatura. Os outros 11 (68,8%), são estudos empíricos, que discutem a mudança conceitual de forma prática. A partir da oferta de cursos, oficinas e intervenções em salas de aulas dos mais variados níveis de ensino.

Vale ressaltar que entre os 11 de natureza prática, apenas 2, partem da busca no periódico da CAPES, são: Felicetti, Luft e Ohse, (2017) e Mota e Santos (2018). Todos os demais foram obtidos através da busca na base de dados da ERIC, e compreende trabalhos de várias nacionalidades, turcas, austríacas, estadunidense entre outras. Essas características enaltecem o caráter de abrangência internacional, que assemelha essa busca com os fatores de impacto das publicações de Mathews analisadas no primeiro bloco de resultados.

Por tratarem de investigações que refletem o resultado de uma intervenção, torna-se importante delimitar o público alvo dessas pesquisas (gráfico 3), uma vez que a partir do conhecimento desta característica, podemos reconhecer o grau de influência dos métodos usados, o fator de impacto das considerações feitas e o peso dos conceitos prévios dos participantes.

**Gráfico 3** - Mapeamento do público alvo dos estudos selecionados como pesquisas práticas



Fonte: Produção da autora (2022)

Entre os 11 artigos selecionados, que foram estruturados da dimensão prática de intervenção, a maior parte deles (7) foram realizados com estudantes do Ensino Fundamental, nos mais variados níveis dessa modalidade escolar (isso envolve anos finais e iniciais. Grades 3th a 10th, para os trabalhos internacionais). Seguidos dos trabalhos realizados com Estudantes universitários (2) e por fim aqueles voltados para intervenções com estudantes do Ensino médio (11th - 13th) e/ou Técnico (2).

Para uma visualização completa dos trabalhos selecionados conforme os critérios de caracterização, a figura abaixo (Figura 9) ilustra como eles foram organizados para extração das informações pertinentes ao tópico de características dos estudos selecionados.

**Figura 10** - Organização dos arquivos selecionados por características dos Estudos

CITAÇÃO	NATUREZA/PÚBLICO	PERIÓDICO
(AGUIAR JR, 2001)	Pesquisa Teórica	Pesquisa em Educação em Ciências
(EI-HANI e BIZZO, 2002)	Pesquisa Teórica	Revista Ensaio
(FELICETTI, LUFT e OHSE, 2017)	Alunos do Ens. Fundamental	Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
(MOTA e SANTOS, 2018)	Alunos do Ens. Fundamental	Investigações em Ensino de Ciências
(VAIRO e FILHO, 2013)	Pesquisa Teórica	Revista Ensaio
(ARTHURS, KOWALSKI, e ELWONGER, 2020)	Estudantes universitários	Journal of Astronomy & Earth Sciences Education
(ÇAYÇI, 2018)	Estudantes universitários	Universal Journal of Educational Research
(DURUK, AKGÜN e GÜNGÖRMEZ, 2021)	Alunos do Ens. Fundamental	International Journal of Curriculum and Instruction
(FUADI et al, 2020)	Alunos do Ens. Fundamental	Elementary School Forum
(GOBEC e STRGAR, 2019)	Alunos do Ens. Médio e técnico	Journal of Baltic Science Education
(HAYDARI e COSTU, 2021)	Alunos do Ens. Fundamental	Journal of Education in Science, Environment and Health
(ISCAN e & SEYHAN, 2021)	Alunos do Ens. Fundamental	Elementary School Forum
(NADELSON, et al. 2018)	Pesquisa Teórica	International Journal of Educational Psychology
(WONLDEAMANUEL, ABATE e BERHANE, 2020)	Alunos do Ens. Fundamental	Journal of Mathematics, Science and Technology Education
(UTTER, et al 2018)	Pesquisa Teórica	Teacher Educators' Journal
(DJUDIN, 2021)	Alunos do Ens. Médio	Journal of Turkish Science Education

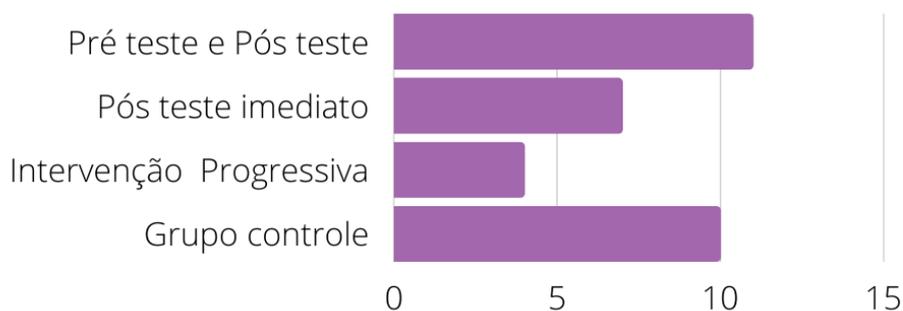
Fonte: Produção da autora (2022)

#### 4.5.2 Aspectos Metodológicos que levaram o aluno a Mudança Conceitual

Para delimitação dessa etapa de análise dos trabalhos, todos foram lidos na íntegra com foco na metodologia, nos resultados e nas discussões construídas pelos respectivos autores. Assim, inicialmente foi identificado a estrutura organizacional dos métodos empregados.

Este processo de análise, possibilitou identificar uma lista de elementos metodológicos comuns (gráfico 4) utilizados para acompanhar o processo de mudança conceitual dos estudantes, com base em estratégias de ensino distintas.

**Gráfico 4** - Elementos Metodológicos de MMC comuns entre os artigos selecionados



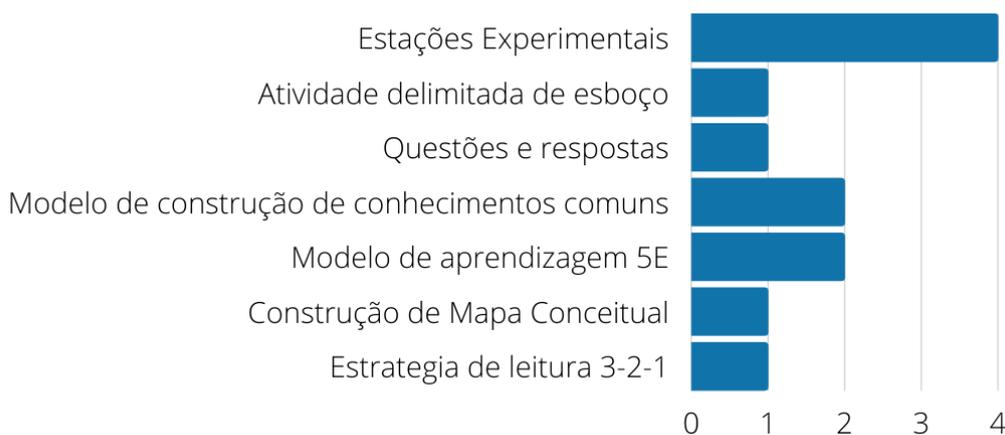
Fonte: Produção da autora (2022)

Dos 11 arquivos, 100% deles adotaram como parte da metodologia a aplicação de pré e pós teste como instrumento de verificação da mudança conceitual (MC). Destes, 7 (64%) aplicaram o pós teste imediatamente após a vivência da intervenção, e todos eles atestaram para uma resposta positiva quanto ao método usado de promoção da MC.

Entre os onze artigos, apenas 4 (36%) fizeram uso de intervenções duradouras (considera-se aqui intervenções que duraram mais de 4 semanas). Todas as demais, foram aulas ou oficinas pontuais, com horas de duração, e com aplicação dos pós teste imediato. Além disso, 10 dos onze trabalhos (91%) tiveram um grupo controle, no qual a estratégia de promoção do MC não foi usada, e serviu como parâmetro de comparação com o grupo experimental.

As estratégias utilizadas, também foram mapeadas (Gráfico 5) a fim de delimitar o interesse da abordagem construtivista para os métodos e identificar como essas estratégias influenciaram na definição de evidências de uma mudança conceitual para os estudantes.

**Gráfico 5** - Mapeamento das Principais estratégias usadas na promoção da Mudança conceitual no conjunto de artigos selecionados



Fonte: Produção da autora (2022)

De alguma forma, a mudança conceitual é entendida pelos autores como uma espécie de modelo de ensino que leva em conta os equívocos dos alunos para reconstruí-los no conhecimento científico, ou o mais próximo possível deste. Há, no entanto, uma variada discussão em torno do tema, uma vez que os pesquisadores concordam em afirmar que a mudança pode ocorrer em diferentes níveis, e de modos igualmente diferentes.

Portanto, para realizar a mudança de conceito, é necessário melhorar a consciência dos alunos sobre os obstáculos de seus próprios conceitos (FUADI et al, 2020; FELICETTI, 2017; MOTTA, 2018 ; GOBEC e STRGAR, 2019). No entanto, apenas a indução ao conflito cognitivo não se mostra suficiente, é preciso que o aluno tenha necessidade de revisar, e de perceber o novo “modelo” como mais convincente e adequado a resolução da atividade.

Nesse sentido, estratégias de ensino que levam o estudante a mover seus conceitos, outrora cotidianos, para um lugar mais próximo daqueles empregados cientificamente são adotados como caminhos que promovem a mudança conceitual. E por objetivar a aproximação com os conceitos científicos, o método mais adotado é aquele vivenciado em ambientes de pesquisa, a experimentação.

Os trabalhos que enfatizaram o método prático da experimentação, partiram do pressuposto de que a mudança conceitual é facilitada por meio da ação prática (FUADI, et al 2020) e se confirma através do desenvolvimento de habilidades cognitivas (GOBEC e STRGAR, 2019). Nesse sentido, os autores trazem como ferramenta de verificação da mudança conceitual não apenas as respostas corretas nas atividades de pós teste, mas também os comportamentos atitudinais dos alunos

durante as atividades experimentais, como questionamento, curiosidade e argumentação.

Iscan e Seyhan (2021), usando o método 5E (Engajar, Explorar, Explicar, Expandir e Evoluir), também focaram seu estudo no desenvolvimento de habilidade nos alunos, como evidência de uma mudança conceitual. No caso do trabalho desses autores, a formação da habilidade de automonitoramento, projeção experimental e auxílio autônomo aos pares por parte dos estudantes, permitiu com que os conhecimentos fossem verificados de forma avaliativa durante todo o processo de acomodação dos novos conceitos no plano mental dos aprendizes.

Todavia, a eficiência das estratégias para promoção de uma mudança conceitual considerada eficiente, esteve também atrelada à sustentabilidade dos novos conhecimentos no conjunto de conceitos de forma permanente. Para isso autores como Arthurs, Kowalski e Elwonger (2020); Wondeamanuel, Abate e Berhane (2020); e Cayçi (2018), asseguram que avaliações do tipo pós teste, precisam ser aplicadas após um determinado período de tempo da intervenção que usa como estratégia o modelo de mudança conceitual. Para esses e outros autores, a aplicação imediata pode gerar um falso positivo de mudança conceitual e por tanto, não garante a eficácia do processo de aprendizagem.

Entretanto, é válido pontuar que todos os autores pontuaram a não eficiência da estratégia de mudança conceitual para todos os estudantes de forma igualitária. Trabalhos como os de Motta (2018) e Felicetti (2017), levantam como possíveis fatores a ausência de direcionamento prático da abordagem de mudança conceitual, a falta de habilidades dos docentes quanto a abordagem de ensino com esse fim, e ainda os fatores motivacionais e emocionais dos estudantes com propostas que envolvem o conflito cognitivo como elemento desmotivador (DJUDIN, 2021).

Em contrapartida, trabalhos que usaram o Modelo de Construção do Conhecimento Comum - CKCM, obtiveram maior percentual de estudantes que alcançaram a mudança conceitual desejada ao entender a mudança conceitual como sendo um processo relacional, e que leva em maior consideração a natureza sociológica da aprendizagem (DURUK, AKGÜN e GÜNGÖRMEZ, 2021; HAYDARI e COŞTU, 2021). Dessa maneira, o CKCM toma como principais fundamentos a aprendizagem relacional de Martons e a visão de Bruners da linguagem como sistema simbólico de cultura, em uma perspectiva de mudar a linguagem cotidiana para uma linguagem científica.

Apesar disso, Duruk, Akgun e Gungormez (2021) consideram que a ideia da CKCM, por propagar-se como um método fenomenológico, transita entre as perspectivas construtivistas e histórico Cultural, não sendo totalmente de nenhum dos lados, e portanto abriga atividades de ensino moldadas de ambas as teorias, ora considerando a dialética da relação sujeito-construção social e histórica, ora lidando com a variação contextual como elemento moldador do conhecimento.

Isso significa dizer que, para os autores, as concepções iniciais apresentadas pelos estudantes não são objeto de transformação na aprendizagem de conceitos mais próximos aos cientificamente aceitos, porque apesar de temporários são úteis ao cotidiano do aprendiz. Nesse sentido, não deve ser objetivo do ensino promover a substituição dessas ideias pelos conceitos científicos. No lugar disso, a mudança conceitual deve ser entendida como uma atualização de todo o quadro conceitual que o sujeito possui, por isso o MMC é chamado pelos autores de Modelo de Mudança Conceitual Relacional.

A inserção de uma base teórica, metodológica e epistemológica, diferente do construtivismo para a concepção da formação de conceitos já é uma realidade dentro das discussões sobre modelos de mudança conceitual. Ainda que fazendo uma leitura enviesada e tendenciosa das concepções vigotskianas, traços próprios da teoria histórico cultural, como linguagem enquanto um símbolo de conhecimento, formulação do pensamento teórico e construção histórica e cultural do conceito já são incorporadas a essa discussão como estratégias com potencial de facilitação da mudança conceitual.

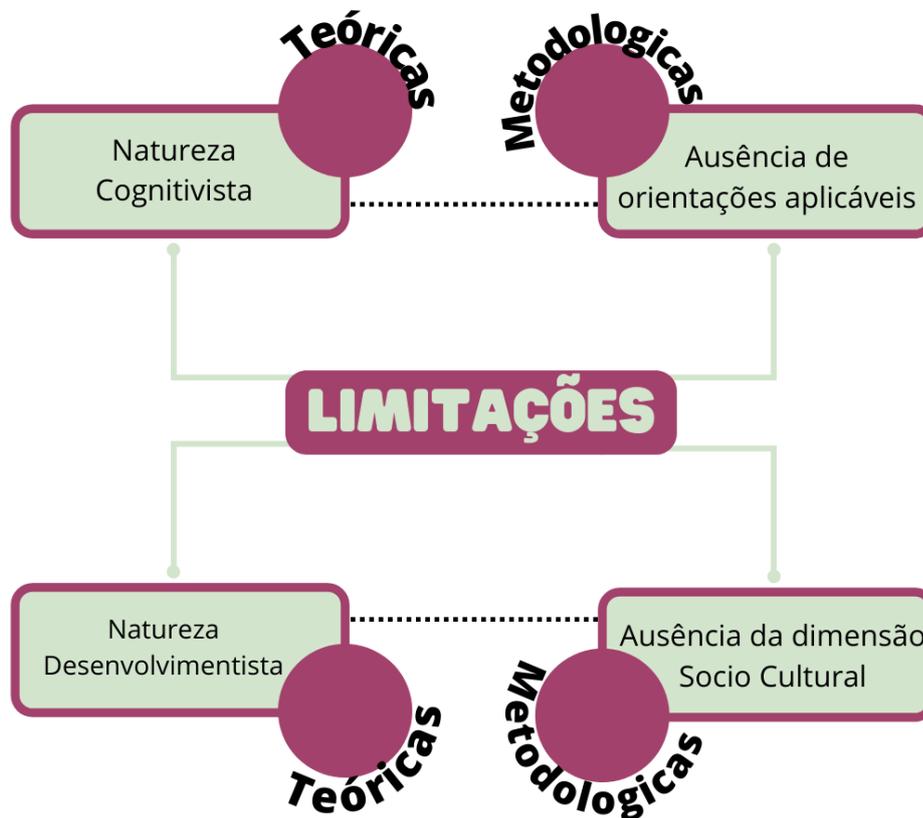
#### **4.7 O PROBLEMA TEÓRICO-METODOLÓGICO DA MUDANÇA CONCEITUAL SOB A PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA**

Durante a construção deste capítulo, foi possível construir diversos diálogos entre as bases construtivistas que sustentam teoricamente a ideia de mudança de conceitual bem como a abordagem metodológica desenvolvida na elaboração da proposta.

No texto é possível destacar que nas duas dimensões existem fragilidades que estão correlacionadas, por isso, neste tópico as limitações são apresentadas de maneira mais objetiva buscando justificar a relevância da pesquisa em

desenvolvimento. A imagem abaixo (figura 10) ilustra de maneira esquemática, como as limitações identificadas se conectam e em que dimensão elas estão organizadas.

**Figura 11** - Esquema das limitações teórico-metodológicas do MMC



**Fonte:** Produção da autora (2022)

Inicialmente é válido destacar que as limitações teóricas, referem-se às características de origem epistemológica presente na concepção que sustentam alguma nuance de natureza prática, formando um elo sob o qual o método proposto não tem como adquirir flexibilidade, pois sua base de origem não lhe dá essa possibilidade. Essa ideia explica a ligação entre as limitações apresentadas.

A primeira limitação metodológica do MMC identificada, versa sobre a ausência de orientações que efetivamente concedam ao educador recursos aplicáveis que viabilizem a efetivação da mudança conceitual como objetivo do ensino de determinado conceito. Durante a construção deste capítulo percebemos que as ideias de insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade não tratam sobre meios metodológicos, mas condições idealistas relacionadas tanto a concepção existente quanto a concepção que se pretende que o estudante adquira.

Nesses casos, o aprendiz não assimila o conceito mas a definição, pois para a epistemologia construtivista o conceito científico é uma lógica racional, de modo que para compreendê-lo é necessário primeiramente obter as características biológicas em nível de desenvolvimento condizente e considera mais do uso da memória do aprendiz do que do pensamento deste, ou seja, se o estudante aprende a definição científica não é mais necessário o emprego consciente do conhecimento assimilado (VYGOTSKI, 2008).

Esse método de ensino de conceitos tem sua gênese na natureza cognitivista da abordagem construtivista e revela como é muito bem colocado por Vygotsky, uma falha advinda do caráter puramente escolástico de ensino, que incentiva a substituição da aprendizagem do conhecimento vivo, holístico e generalizado pela apreensão de esquemas verbais prontos.

É por isso que a natureza cognitivista é pontuada como uma limitação teórica, uma vez que essa condição é uma das premissas fundamentais do pensamento construtivista. Não existe dentro dessa premissa espaço para uma preocupação com o que é externo e material, uma vez que sua atenção de volta apenas para o campo das ideias, do que acontece na mente do aprendiz para isso foi aceito que a acomodação cognitiva requer algumas experiências psíquicas que invocaram um estado de desequilíbrio.

Esse conflito despertaria no indivíduo de forma natural a recuperação do equilíbrio, e isso levaria a uma acomodação cognitiva assemelhando-se como uma mudança conceitual (NUSSBAUM, 1989 p. 537), o que como já foi discutido, não acontece.

Fosnot (1996) aponta que o conflito cognitivo ocorre apenas quando o aluno nota uma discrepância entre dois esquemas contraditórios, e afirma que embora um professor possa servir para “mediar deste processo”, a mudança só pode ocorrer por iniciativa do estudante, de modo que ele precisa construir respostas em vez de serem conduzidos a soluções.

É conveniente lembrar que no ambiente de sala de aula não há como excluir que as relações de poder entre professor e alunos estão implicadas nesse processo, além de considerar que o professor é a pessoa capaz e que detém a estrutura do conhecimento científico no ambiente, elementos esses, que não são destacados por Fosnot e bem diluídos no construtivismo.

Todavia, distanciar-se de aspectos que foram construídos durante anos na academia e na vivência escolar para assumir o papel de mediador de um processo exclusivo do aluno, não é uma tarefa fácil.

Ainda é conveniente ressaltar, que mesmo pesquisadores construtivistas já apontam que o uso extensivo de técnicas de Conflito cognitivo não é uma boa estratégia instrutiva para produzir mudanças conceituais, pois se concentra em conhecimentos prévios inadequados que não podem ser usados construtivamente no processo de aprendizagem (Smith, diSessa, & RoSchelle, (1993), Vosniadou, S. (2003), Carey, S. (1991), VOSNIADOU, VAMVAKOUSSI, e SKOPELITI,(2008) ).

Esses autores, argumentam que o processo de mudança conceitual é lento, assim, para fazer uso dessa estratégia apenas seria possível a longo prazo. Ou seja, os autores corroboram que a conclusão de que o uso moderado das técnicas de conflito cognitivo pode ser útil na promoção de mudanças conceituais, especialmente se forem combinados com estratégias construtivas, como analogias, em um programa abrangente e de longo prazo de mudança conceitual facilitada pelo professor.

A segunda limitação metodológica identificada versa sobre a ausência da dimensão sociocultural e fatores contextuais. As dificuldades reais que surgem, a partir desse olhar é silenciado pelos construtivistas em nome dos fatores biológicos. Por isso, apropriar-se desta teoria universalista para lidar com processos de aprendizagem em sala de aula que são inerentemente limitados por fatores socioculturais e contextuais, carece de um olhar efetivamente claro sobre o que diz a própria teoria.

Nas tentativas de minimizar esses impactos, correntes mais recentes do construtivismo tentam aproximar os postulados piagetianos das preocupações de Vygotsky. Mas, a natureza epistemológica das duas concepções apresenta-se diametralmente oposta, como veremos nos resultados desta investigação.

Os trabalhos mais modernos quanto ao estudo da Mudança conceitual, já abordam aspectos teóricos e metodológicos que avançam quanto às limitações apontadas para o modelo de Posner e colaboradores, como discutimos no item anterior. Todavia, vale ressaltar que esses avanços não são novidade no âmbito do ensino de conceitos em Ciências.

Considerando que o problema da consolidação da mudança conceitual, sob a perspectiva do construtivismo, aborda tanto aspectos metodológicos quanto epistemológicos e que a visão de Vygotsky é de natureza distinta do construtivismo,

este trabalho se propõe a identificar as contribuições da Teoria de P. Ya Galperin colaborador de Vygotsky, para a concepção de Formação de conceitos estruturado teórica e metodologicamente na Teoria Histórico-Cultural (THC).

Assume-se que a partir dela a ideia de mudança conceitual pode encontrar maior sustentabilidade. Mesmo que a concepção de “mudança conceitual” não seja uma realidade dentro da THC, nos propusemos a investigar se é como a ideia de Reorganização da Base Orientadora da ação, própria da TCH, sugere um caminho que conceitualmente se assemelha com a ideia de Mudança conceitual identificando suas maneiras de contribuir com a perspectiva.

## CAPÍTULO 5

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA VISÃO HISTÓRICO-CULTURAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS

#### 5.1 AS RAÍZES MARXISTAS DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL

Para falar sobre a perspectiva Histórico-cultural a respeito da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo, é necessário destacar os fundamentos básicos das ideias de Vygotsky, o principal precursor dessa perspectiva, que se expressam num movimento materialista histórico dialético, impulsionado pela psicologia desenvolvimentista, no qual o sujeito do conhecimento não tem um comportamento meramente passivo frente às múltiplas interferências do meio externo.

Esses sujeitos se apropriam dos estímulos que surgem a partir da objetivação do conhecimento, em um movimento de internalização não apenas de conceitos, mas também de valores e significados, ou seja, a prática desse sujeito é um reflexo de outras práticas (a nível social) que foram por ele recebidas.

Os questionamentos e as inquietações levantadas por Vygotsky com relação à aprendizagem e ao conhecimento necessariamente passam pela elaboração e manifestação cultural, em que o indivíduo está inserido transformando-a e sendo por ela transformado, trazendo essa transformação como fruto das relações humanas ali existentes. Vygotsky rejeitava a ideia de que a construção do conhecimento do indivíduo tinha origem nele próprio (visão construtivista piagetiana), influenciado principalmente por Marx.

Essas características classificam Vygotsky como um pensador marxista, mas não como um teórico do marxismo, é precisamente importante ressaltar isso, pois leva-nos a refletir que apesar do pensamento marxista elucidar o suporte teórico, metodológico e filosófico sob o qual Vygotsky fundamenta sua psicologia, ele não o limita em termos de aplicações, já que o autor apenas utiliza-o para estabelecer seu modelo científico de fenômenos psicológicos (SANTA e BARONI, 2014).

A aproximação entre as ideias de Marx e de Vygotsky são perceptíveis principalmente no processo de elaboração dos principais conceitos das duas perspectivas. Marx por exemplo, estudando a sociedade capitalista definiu a mercadoria como a unidade de análise, partindo do princípio que somente quando

houvesse uma compreensão sobre essa unidade material seria possível entender o funcionamento capitalista de uma sociedade em suas dimensões sociais, no plano da “formação da consciência e comportamento” (VIGOTSKI, 2007. p10).

Para Piotto (2020), é baseado nessa perspectiva que Vygotsky também procura definir uma unidade de análise do pensamento, ou seja, ele busca delimitar o coração do pensamento - em que ele se materializa -, chegando então à delimitação de ‘palavra’ como sendo o ponto chave do fenômeno intelectual e discursivo, a palavra é tida então como a unidade do pensamento verbal.

Vygotsky é então aquele que primeiro se dedica a relacionar o materialismo histórico com o objeto da psicologia. No materialismo histórico, Marx trabalha o conceito de interação homem-ambiente com a mediação do manuseio de instrumentos desenvolvidos a fim de facilitar o trabalho ou trazer outro benefício, Vygotsky então, além do uso de instrumentos, acrescenta e destaca o uso de signos nesse processo.

Linguagem, escrita, sistema de números são alguns dos signos que ele apresenta como criações sociais e históricas que ao longo do tempo mudaram a forma com que a sociedade humana produziu cultura. Além disso, ele concluiu que quando esses sistemas de signos (socialmente produzidos) são internalizados provocam transformações individuais e coletivas.

É a partir dessa concepção que Vygotsky estabelece uma ideia de psicologia do desenvolvimento humano que está ancorada na capacidade humana de aprender. Por muito tempo, ensino e desenvolvimento foram entendidos como processos independentes na formação do homem, essas ideias entendiam que a evolução das funções psicológicas a um nível superior não precisava de uma mediação escolar, pois essa mediação não tinha influência sobre o curso natural de desenvolvimento biológico do homem.

O autor refutou essas colocações insistindo na ideia de que o ensino não orienta o que já se sabe ou se conhece, a ideia de ensinar é fundamentada no compartilhamento de um conhecimento que ainda não é acessível ao aprendiz.

Longarezi e Franco (2017) resumem isso assumindo que para Vygotsky é o ensino que promove o desenvolvimento, e não o desenvolvimento quem dita as regras para o ensino. Essa é uma consideração sobre a qual a autora desta investigação concorda, por entender que a formação da ideia de zona proximal essencialmente fala sobre o potencial de conhecimento que pode ser alcançado pelo estudante,

valorizando suas possibilidades e não impondo-lhes limites atribuindo sua capacidade a um certo nível que está determinado por suas habilidades sensoriais de caráter biológico.

A concepção de que o ensino está sujeito ao desenvolvimento, contribuiu para que emergisse dentro da discussão educacional uma divergência entre conceitos espontâneos e conceitos científicos, e principalmente levantou inúmeras questões de ordem pedagógicas a respeito de como esses conceitos se formam e são estabelecidos para o aprendiz, algumas delas já foram discutidas no tópico anterior, por isso, iremos propor neste capítulo uma discussão teórica sobre como a formação de conceitos é respondida em suas dimensões teóricas e metodológicas na perspectiva Histórico-Cultural a partir da categorização realizada pelo cruzamento dos arquivos usados para a revisão sistemática.

## **5.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA VISÃO HISTÓRICO-CULTURAL PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

### *5.2.1 Desenvolvimento dialético aplicado ao ensino*

Vygotsky (2000), considerou o desenvolvimento do comportamento humano como sendo sobretudo mediado pela criação e utilização de artefatos culturais de natureza material ou simbólica (a exemplo: instrumentos, signos, símbolos). Segundo Vygotsky, que desenvolveu a primeira geração dessa teoria, o ser humano é definido no que diz respeito à sua atividade com objetos (não apenas materiais) e outros humanos em seu ambiente.

Fundamentado na abordagem materialista dialética da análise da história humana, Vygotsky observou que o comportamento humano difere exponencialmente na dimensão qualitativa do comportamento animal. Em especial no campo psicológico, que na compreensão do autor é parte do desenvolvimento histórico do que constitui a humanidade.

No livro “A formação social da mente”, Vygotsky (2007) destaca que as condições sociais em transformação e os substratos biológicos do comportamento

são elementos fundamentais para compreender o desenvolvimento da criança, uma vez que de forma dialética essas duas unidades convergem na formação do indivíduo de maneira indissociável (VIGOTSKI, 2007. p 81) constituindo a essência da complexidade que é o comportamento humano, enquanto que Piaget destaca os estágios universais, de suporte principalmente biológico, como unicamente suficientes para responder às questões da formação da inteligência e Desenvolvimento.

Essa é a visão sobre a qual as ideias Vigotskianas se opõem fortemente, por entender que não é apenas a natureza quem afeta o homem e nem apenas as condições naturais que determinam o desenvolvimento histórico deste, enfatizando que ao longo da história o homem também afeta a natureza, transformando-a e criando para si novas condições de existência.

O uso de instrumentos materializado na execução de tarefas, é visto nesse contexto por Vygotsky, não apenas como o meio do homem se relacionar de maneira mais eficaz com o seu ambiente, mas também como importante meio de ativação dos mecanismos internos (biológicos) do aprendiz (VIGOTSKI, 2007. p88).

Desse modo, o fator experimental perpassa a formação de novos conceitos de modo eficaz pois a tarefa é identificada como um efeito regulador da formação de novos conceitos, que não está exclusivamente associada à memorização de palavras e terminologias ou apenas na correlação desses termos com determinados objetos.

Entender a aprendizagem como fator promotor de desenvolvimento significa que o aprendiz se deparou com uma situação impossível de resolver sem o conhecimento de determinado conceito em sua mais completa generalização.

A introdução gradual e organizada dos meios necessários à resolução de um problema permite ao aprendiz, identificar com detalhamento o processo total da formação dos conceitos em todas as suas fases com completude.

Assim o conceito formado pode seguir sua transferência para outros objetos, ou seja, ainda que o contexto seja alterado ou o problema ganhe elementos diferentes ainda será possível resolvê-lo tomando como guia o conceito anteriormente formado. E caso, esses novos elementos elucidem a insuficiência do conceito, isso estará apontando para a necessidade da formação de um novo conceito, é precisamente isto que a teoria histórico-cultural compreende como desenvolvimento.

Há portanto a necessidade de correlacionar os aspectos intrínsecos da tarefa externa com a dinâmica do desenvolvimento, considerando a aprendizagem de novos conceitos como um motor propulsor de crescimento social e cultural, pois o impacto

dessa aprendizagem na estrutura do conhecimento altera também o curso do relacionamento desse indivíduo com o objeto e conseqüentemente em como esse novo conhecimento será transferido a outros.

A nova significação que determinado conceito adquire por meio do completo entendimento de sua formação, é a razão psicológica da transformação da estrutura mental em um processo intelectual (VIGOTSKI, 2008). Processo este que não está vinculado apenas a formação escolar, todas as funções existentes no plano intelectual são incorporadas à medida em que novas aprendizagens são adquiridas formando uma estrutura nova, dotada de novas características, aspectos e abrangência.

### *5.2.2 Natureza social da aprendizagem e a formação dos conceitos Científicos e espontâneos*

A teoria Histórico-Cultural entende a aprendizagem a partir da natureza social do ser humano, é o motor condutor que leva ao desenvolvimento. Nessa visão evidencia-se a necessidade de entender o homem através do trabalho, analisando sua intervenção no ambiente, criando cultura e ao mesmo tempo se desenvolvendo dentro dessa criação cultural. Em seus estudos, Vygotsky se propôs a demonstrar de maneira prática e teórica, como os processos mentais superiores se formam conduzindo ao desenvolvimento.

Processos mentais superiores podem ser traduzidos como o controle (consciente) do pensamento que pode ser expressado em uma ação intencional do sujeito, na formação da memória, atenção ou do próprio pensamento (OLIVEIRA, 1993 apud LEITE, LEITE e PRANDI 2009).

No modelo proposto pelo autor, o sujeito é ativo no processo de desenvolvimento de modo que exerce controle sobre o estímulo recebido e a resposta dada mediante a imposição de sua vontade. Dentro desse contexto, um conceito importante e básico para a compreensão do entendimento da teoria histórico-cultural refere-se à ideia de mediação, sem o qual o ser humano não teria desenvolvido uma representação externa intermediada pelo uso de instrumentos.

Com base na ideia de mediação social, Vygotsky sugere que a formação dos processos psicológicos (em especial para o desenvolvimento infantil) é constituído de forma dupla, ou seja, "no desenvolvimento cultural da criança, toda função aparece duas vezes: primeiro em nível social e, mais tarde, em âmbito individual: primeiro entre

peças – Interpsicológica – e depois, no interior da própria criança – Interpsicológica” (VYGOTSKY, 2007, p. 84).

De modo que, um conceito se forma não através do jogo mútuo das associações, mas através de uma operação intelectual em que todas as funções mentais elementares participam numa combinação específica. Esta operação é orientada pela utilização das palavras como meios para centrar ativamente a atenção, para abstrair certos traços, sintetizá-los e representá-los por meio de símbolos.

Um conceito é algo mais do que a soma de certas ligações associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um complexo e genuíno ato de pensamento. Por essa razão, a instrução é uma das principais fontes dos conceitos da criança em idade escolar e é também uma poderosa força de orientação da sua evolução, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental.

Descobrir a relação complexa entre a instrução e o desenvolvimento dos conceitos é um importante tarefa de natureza prática, especialmente porque a natureza dos conceitos não é única, sendo organizadas em dois grupos: Espontâneos e Científicos.

Vygotsky (2000) entende que a formação dos conceitos não é uma mera junção de signos e símbolos, ele é uma ação real do ato de pensar, isso significa que muito distante de simples associações realizadas pela memória, o conceito é um “ato de generalização” - traços comuns entre os conceitos estudados, que possibilitam uma rede de relações - (Idem., p 248), isso implica afirmar que o estabelecimento de um conceito a nível mental requer que as palavras tenham significação para o sujeito.

Assim, entendemos que os conceitos espontâneos são aqueles em que há uma supremacia de fenômenos empíricos no processo de formação que direcionam a atenção do aprendiz apenas para a representação do objeto, retirando-se portanto a sua conscientização do processo, pois nele, mais vale o objeto do conceito do que o ato de pensar que envolve determinado conceito (VIGOTSKI, 2001). Logo, por consequência os conceitos espontâneos não apresentam uma estrutura (complexidade) e sua utilização é involuntária (não consciente)

Por isso a teoria histórico-cultural não compartilha da ideia de que conceitos espontâneos são condição essencial para viabilizar a aprendizagem de conceitos científicos, já que, “o conceito espontâneo se manifesta na incapacidade para a

abstração de conceitos, para uma operação arbitrária com este” (VYGOTSKY, 2001. p 244).

Uma vez que esses conceitos tomam como base o objeto pelo que é sem qualquer ação do pensamento sobre ele admite-se que os conceitos espontâneos apresentam um caráter volátil e imediato, aspectos que contribuem para a alienação do aprendiz (COSTA et al, 2017).

Em contrapartida, os conceitos científicos são concebidos como desvinculados de um referente empírico e estão inseridos em uma rede complexa de relações com outros conceitos e por isso pode-se tomar consciência dele e utilizá-lo voluntariamente (Vigotski, 2001).

Pelo processo de abstração, estruturado e generalizado, o aprendiz reconstrói o concreto no pensamento, para além de sua aparência meramente real, e descobre as suas múltiplas determinações. Esse conhecimento contribui na tomada de consciência e no conhecimento da realidade, que se expressa no uso da linguagem verbal por meio das palavras.

Os conceitos científicos e os conceitos espontâneos diferem ainda pela relação que estabelecem com a experiência do aprendiz e pela atitude deste com os objetos do conceito, por isso, os caminhos de desenvolvimento desses tipos de conceitos são muito diferentes desde a sua gestação até a sua forma final.

No caso da formação dos conceitos espontâneos a consciência somente aparece depois que o conceito já está adquirido; ou seja, o aprendiz possui o conceito (isto é, conhece o objeto a que o conceito se refere), mas não tem consciência do seu ato de pensamento.

Já com os conceitos científicos, a formação começa usualmente pela sua definição verbal sendo logo de início utilizado em operações não espontâneas — quer dizer, logo de início se começa a operar com o próprio conceito, que inicia a sua vida no cérebro do sujeito em um nível que os conceitos espontâneos só atingem mais tarde.

As características manifestas no uso das palavras é portanto, inerente a idade do aprendiz, esteja ela em um nível de desenvolvimento temporal (idade) menor ou maior, qualquer conceito representará um significado. Esses significados, sim, é quem podem evoluir e de fato evoluem, pois estão sendo apreendidos em contextos sociais e momentos históricos do desenvolvimento humano, distintos.

Assim, o sujeito vivencia inicialmente uma generalização mais básica, e ao passo com que evolui adquirindo aprendizagens, o conceito ganha generalizações mais complexas. Aqui pode-se inferir que dentro da Teoria Histórico-Cultural não é propriamente o conceito quem sofre mudança, pois a aprendizagem elucida um processo de transformação do pensamento e não do conceito.

Ao inserir um conceito em um complexo estruturado, a atividade formal de ensino almeja o nascimento de um pensamento teórico que articula de maneira efetiva o conhecimento com sua aplicação prática, tanto na tomada de decisões quanto na resolução de problemas.

Para Vygotsky (2007), o processo de construção do pensamento teórico está intimamente relacionado com o desenvolvimento intelectual do aluno, isso significa dizer que, ao passo em que se identifica o que ainda é possível ser aprendido pode-se desenvolver caminhos efetivos e de natureza material (ou materializada) que viabilizem a consolidação da aprendizagem sobre esses elementos ainda não estabelecidos para o estudante.

O pensamento teórico no contexto da ciência exige que o sujeito seja capaz de assimilar, generalizar e transferir o conhecimento adquirido sobre um determinado fenômeno ao maior número de situações possível. De modo que os alunos desenvolvem conceitos que são possíveis de agir dentro de seus limites generalizar, ampliando a compreensão dessas situações.

Com isso Vygotsky esclarece que, para formar o conceito, é necessário que haja uma intervenção em sua zona de desenvolvimento proximal para que ela se torne um desenvolvimento real, a ser alcançado. Os conceitos, nesse sentido não são categorias intrínsecas da mente, nem reflexo da experiência pessoal, mas produtos históricos da atividade mental.

Sendo assim, o conteúdo do ensino é visto dentro da perspectiva histórico-cultural como o conhecimento teórico científico elaborado pela ciência e vê o professor como aquele que organiza o ensino desse produto (DE MESQUITA ASSIS, 2019) propondo tarefas e operações as quais constituem a atividade de estudo a ser realizada pelo estudante, e que os conduzem à busca das conclusões científicas obtidas com as características essenciais do objeto e guiadas pelo movimento que vai do abstrato ao concreto, do generalizado para o particular e vice-versa.

A grande complexidade desse sistema, é o fato de que inúmeros conceitos científicos são introduzidos no pensamento do aprendiz por vias de conceitos

espontâneos. Isso fica ainda mais evidente quando olhamos especificamente para crianças e adolescentes que estão alocados nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

No processo de escolarização, esses sujeitos iniciam um contato formal com o conhecimento historicamente acumulado pela humanidade que é transmitido através dos conceitos científicos, mas que muitas vezes já foram captados pelo pensamento cotidiano, alguns desses conceitos podem ser a noção de Luz, calor, força, entre outros.

Operando com os conceitos espontâneos que não estão conscientes e são utilizados de modo não arbitrário, a criança apresenta resistência mental ao iniciar o processo de tomada de consciência, ou seja, começar a operar com os conceitos de maneira consciente e arbitrária, dentro de uma sistematicidade. Nesse sentido a instrução desenvolve um papel fundamental na reconfiguração do pensamento de modo a proporcionar uma construção efetiva do pensamento teórico.

### **5.3 CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV E DA TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN PARA A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

As ideias que permeiam as discussões sobre o desenvolvimento humano, sempre estiveram presentes no âmbito da produção de conhecimento e discussões acadêmicas, além de ser um tema que sempre despertou interesse no campo da filosofia, psicologia e pedagogia, no sentido de buscar uma compreensão sobre o como os seres humanos aprendem e transformam as suas ações em novos comportamentos, habilidades, conhecimentos, competências, atitudes e valores.

É o campo do conhecimento sobre o desenvolvimento humano, que sustenta a prerrogativa de que todo ser humano, ao longo de sua existência, passa por estágios, que são dotados de variáveis internas e externas, que o levam a uma transformação. Nesse sentido podemos compreender que o dever humano está sempre em transformação.

O processo de internalização da atividade externa é tido por Galperin (1992b) como um ciclo cognitivo onde os movimentos funcionais (ação materializada e verbal) são destacados e não podem ser separados dos momentos não funcionais (ação mental).

Na elaboração da Teoria, Galperin toma consigo alguns conceitos que fundamentam a Teoria da Atividade, de Leontiev (2004 *Apud* SILVA, 2011), que tinha como foco propor uma explicação para a funcionalidade e estruturação da dimensão psicológica sob a realidade com influência na definição da personalidade humana.

Alguns desses termos conceituais são: Internalização, apropriação, objeto e consciência. **Internalização**, refere-se aos mecanismos processuais em que qualquer ação externa, vai gradualmente, se tornando interna e passa a se expressar por habilidades (esse termo será esclarecido mais adiante). O conceito de **Apropriação**, é antagônico ao conceito de adaptação, o princípio defendido é que a aprendizagem se dá mediante o ato de tornar o conhecimento pertencente a si próprio, e não de apenas se adaptar às condições do meio, mas fazer parte dele.

Um outro conceito explorado por Galperin, é o de **Objeto**, que pode ser compreendido como ideias, conteúdos, conhecimentos, ou seja, é aquilo que será internalizado pelas atividades externas. Por fim, a **Consciência**, esse conceito refere-se à capacidade de refletir sobre a realidade no plano mental e expressá-la através de argumentos.

Para Leontiev (2004) é por caminhos da realização de determinadas atividades humanas, que os conceitos são estabelecidos e determinam a estrutura da personalidade do ser humano. Essa personalidade então é estruturada através de tomadas de decisão, argumentação, resolução de problemas reais vinculados às relações sociais que são estabelecidas durante a sua execução.

É justamente em função do contexto das relações sociais que emergem novas ideias/conteúdos que serão também internalizadas. Esse aspecto é o que sustenta o processo de internalização dos conceitos dentro de uma perspectiva dialética, pois ao mesmo tempo em que é realizada pelo indivíduo, o mesmo se vale das relações coletivas que consegue estabelecer nas atividades que promovem a formação da sua consciência. Nesse sentido é necessário garantir que a atividade esteja planejada adequadamente às características do objeto que passará pelo processo de internalização.

A Teoria da Atividade de Leontiev não descreve os mecanismos dos processos de transformação de uma atividade externa numa atividade interna. Nesse sentido, Galperin desenvolveu o fundamento teórico-metodológico, apoiado nas premissas de Leontiev que dão sustentação para as indagações de como ocorre o

processo de internalização dos conceitos no plano mental (NUÑEZ e PACHECO, 2013).

A principal ideia é que as ações mentais são ações objetivas que se apoiam num primeiro momento em objetos externos, sendo deles dependentes, mas que de forma planejada por meio de etapas, se tornam autônomas, e inerentes ao ser humano, ou seja, a partir da execução das ações dentro de etapas que trabalham com aspectos definidos e distintos entre si, o conhecimento se torna participante do sujeito de modo que ele é acionado de maneira automática, mas ao mesmo tempo voluntária e consciente quando necessário.

Os mecanismos metodológicos propostos por Galperin, podem contribuir no desenvolvimento de estratégias pedagógicas nos mais variados níveis de ensino e tem ganhado espaço também no ocidente, adquirindo expressões no México, Brasil, Holanda e principalmente em Cuba. Esse reconhecimento se vale principalmente, pelo fato de sua perspectiva projetar a aprendizagem como uma experiência social, onde a informação dialoga com a realidade para produzir um conhecimento possível de ser apropriado a partir de um conjunto de ações planejadas.

Para Galperin, o estabelecimento de uma metodologia organizada, é o que garante a efetividade do ensino-aprendizagem, mas para isso o ensino precisa garantir, três elementos essenciais: a execução correta da ação (por meio da BOA), o conhecimento das propriedades básicas que caracterizam a ação e por fim, a adequada transformação da atividade externa numa atividade interna (Talízina, 1988).

A perspectiva de Galperin, é que o conjunto de ações a serem executadas sobre um determinado conteúdo, levarão o aprendiz a desenvolver algumas habilidades, de modo que elas são a expressão real do conhecimento transformado. Por isso, as habilidades estão necessariamente relacionadas aos objetivos da atividade e devem levar ao aperfeiçoamento da execução da ação.

Galperin (1998b) diz que é possível identificar as habilidades desenvolvidas a partir de indicadores de observação dos comportamentos dos estudantes que podem ser monitorados pelo professor, o autor estrutura essa identificação em etapas que são organizadas para conduzir de forma metodológica o processo de internalização de conceitos, que se concretizam numa reorganização da orientação para execução da atividade (Figura 12).

**Figura 12** - Fluxograma de elementos essenciais para a Reconfiguração da Base Orientadora da Ação



**Fonte:** Produção da Autora (2022)

A centralidade da reorganização da orientação a ser obtida pelo estudante é permeada, segundo Galperin, por elementos que conduzem o estudante a se apropriar do conceito ao explorar seus diversos formatos. Como ilustrado no esquema acima, esses formatos perpassam pela necessidade do conhecimento, ao trazer o elemento da motivação, sendo direcionados por uma organização do ensino que é intencional na construção da Base Orientadora, passando ainda pela representação material das características essenciais do conceito, representação verbal e mental, e por fim um conjunto de indicadores que regulam o processo.

## CAPÍTULO 6

### APROXIMAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICA DA TEORIA DE P. YA GALPERIN COM A NOÇÃO DE MUDANÇA CONCEITUAL

#### 6.1 A APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NAS ETAPAS DESCRITAS POR P. YA GALPERIN

Galperin (1982) pontua que a formação das ações mentais e dos conceitos por etapas, constitui-se um método de investigação, aberto à observação, de modo que não deve ser pensado como um esquema fixo, mas como uma proposta de organização de ensino que promova o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Vale ressaltar inicialmente que o conceito científico para Galperin é compreendido como a forma de atividade mental por meio do qual se representa um objeto real de modo a refletir a universalidade de suas características estruturantes e essenciais.

Uma possível aplicação dessas distinções é notada por exemplo, na elaboração do conceito de DNA, onde é necessário fazer uso da habilidade de definir (explicar o conceito por meio de palavras) a composição de sua estrutura que é formada por um grupo de 5 carboidratos, possui timina (base nitrogenada encontrada apenas no DNA) entre as 4 bases nitrogenadas constituintes e um radical fosfato, organizados em duas fitas de nucleotídeos.

Essas são consideradas características essenciais do conceito, pois a partir delas atribuem-se as funções e mecanismos de ativação bem como possibilita identificar a partir da ausência de uma dessas características a formação de outro tipo de composto orgânico, com especificidades funcionais também distintas.

Apropriar-se de um conceito refere-se então à capacidade de elaborar uma definição consciente e de forma integral a partir do qual é possível pensar através do conceito para resolver situações-problemas, ou seja, aprender um conceito é tido como uma via para desenvolver o pensamento. Galperin (1976) postula que a aprendizagem do conceito perpassa pela compreensão completa do seu conteúdo valendo-se de uma diversidade de formas de atividades que promovam a articulação

entre o conhecimento teórico, prático, racional e criativo, distanciando-o de uma mera repetição de definições (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2016).

Isso é possível, porque por estar ancorada na perspectiva Histórico-Cultural, em que a aprendizagem é tida como o motor condutor do desenvolvimento da personalidade, a teoria admite que a aprendizagem é uma orientação que garante a assimilação de habilidades - aqui entende-se habilidades como ações que requerem atividade mental. Para isso, o cérebro cria uma representação da ação que precisa executar diante de uma situação problema.

Ele se utiliza de esquemas que identificam e classificam as ações necessárias em termos de imagem psicológicas que lhe permitem executar de forma planejada a ação, destacando as condições existentes para cada passo de forma antecipada, e assim possibilita controlar sua atividade, corrigindo o processo à medida que ele é executado como forma de avaliação. Isso é o que Galperin chama de base orientadora da ação (BOA).

Diferente do que é discutido e proposto no modelo de Mudança conceitual, a reconfiguração da Base de Orientação da Ação não se preocupa em corrigir erros conceitos. Ao invés disso, se preocupa em estruturar um planejamento de ações com vista na formulação de conceitos com o menor percentual de equívocos possíveis. Essa característica, que é assumida no sistema Galperin-Talízina, asseguram maior assertividade quanto a formação de conceitos científicos em um modelo de ensino formal de ciências.

Durante a delimitação das etapas, será possível compreender como o processo de internalização de conceitos estruturantes passa do plano materializado para o plano mental, a partir de estratégias que: formam as habilidades, desenvolvem a representação do objeto, exploram a diversidade de tarefas, reconfiguram a base orientadora da ação e controlam a ação por meio de indicadores de qualidade, permitindo menos erros conceituais por parte dos alunos.

Essas etapas são: (1) etapa motivacional; (2) etapa de elaboração da Base Orientadora da Ação; (3) etapa material ou materializada; (4) etapa verbal externa; (5) Etapa verbal externa para si; e (6) etapa verbal interna (mental). Essas etapas são entendidas como formas metodológicas de orientações que possibilitam realizar as ações de execução e de controle da aprendizagem de formas diferentes.

## **6.2 AS ETAPAS DE FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS COM MENOS EQUÍVOCOS CONCEITUAIS**

### *6.2.1 Etapa 1. Motivacional – A necessidade como elemento motivacional da aprendizagem*

Esta etapa não é descrita por Galperin, mas trata-se de uma contribuição de Talízina (1988), que descreve esse momento inicial como um momento em que nenhum tipo de ação está sendo executada e tem como objetivo preparar os alunos para assimilarem os novos conhecimentos. Trata-se então de uma etapa que deve permitir ao estudante encontrar em si razões para querer aprender os conceitos, valores, atitudes, estratégias ou comportamentos.

Galperin (1976) destaca a importância da relação dialética entre o mundo externo (imagens e conceitos) com o mundo interno (necessidades e sensações), pois é justamente do mundo interno da onde parte o impulso que leva o indivíduo a uma ação na busca por um determinado objetivo.

Discutir motivação não é uma tarefa fácil, pois envolve fatores emocionais, biológicos e sociais que iniciam e sustentam um determinado tipo de comportamento. A motivação é responsável por direcionar o indivíduo na consecução dos seus objetivos. Trata-se da disposição real para o cumprimento de tarefas sendo um elemento importante na internalização de conceitos.

Um dos caminhos que possibilita a motivação interna nos estudantes é a aprendizagem por problematização, em que as experiências dos estudantes podem ser interligadas aos conceitos científicos (GODINHO et al, 2017). Quando ligada à aprendizagem, a motivação não pode deixar de levar em consideração os fatores que a influenciam considerando a disposição dos estudantes em aprender, bem como o próprio ambiente escolar.

Nesse sentido, não há uma perspectiva de provar para o estudante que o conhecimento que ele já tem estabelecido é ineficiente, incorreto ou inconsistente. No lugar disso, são enaltecidos aspectos que levem o estudante a desejar conhecer mais, a identificar o que lhe falta melhor apropriação e saber quais aspectos do conceito podem ser melhor explorados pelo aprendiz. Evita-se, nesse sentido, a abordagem do conflito e propaga-se as necessidades e sensações advindas do 'saber mais e melhor'.

Sobre as necessidades e motivações de cada indivíduo, Leontiev (1978a) aponta que, não há dúvidas de que o sujeito nasce com um conjunto de necessidades, fatores esses que são internos e que orientam o sujeito a realizar uma atividade. Nesse sentido, as demandas aparecem em primeiro, como condição para a ação do sujeito. A partir do momento em que atua, a atividade deixa de apenas atender às suas necessidades, seus desejos e as áreas de sua satisfação não são mais o fim do evento, mas um meio para o produto final (Leontiev, 1978a).

Ainda na etapa motivacional os alunos são apresentados aos conceitos que serão objetos de apropriação. Deve-se então buscar a contextualização, preferencialmente generalizada, buscando elementos da causalidade dos fatos uma vez que o contexto particular não reflete a amplitude de alcance de um conceito.

O despertar do interesse dos alunos a partir de questões desafiadoras e de situações concretas, aproximam o estudante dos conteúdos, segundo Nuñez e Pacheco (1997), a motivação interna tem se mostrado mais efetiva para a assimilação do conhecimento. Essa motivação diz respeito ao interesse genuíno do estudante em aprender. Mas, é importante destacar que essa etapa deve estar presente não só no momento inicial da atividade, mas durante todo o seu desenvolvimento.

### *6.2.2 Etapa 2. Estabelecimento da Base Orientadora da Ação (BOA) – A busca por uma orientação planejada da formação de conceitos corretos*

A BOA representa as condições na qual o aluno irá se apoiar durante a execução da tarefa proposta. Ou seja, ela é o sistema estrutural de ensino, que conduzirá os estudantes a uma atividade de estudo que possibilite a resolução assertiva de um desafio, questão problema ou qualquer tarefa designada.

Essa etapa constitui-se portanto como um projeto da ação que será executada. Em função disso todas as suas partes contidas na orientação devem refletir com a maior exatidão possível, tanto a dimensão funcional quanto a dimensão cognitiva da atividade.

O modelo usado deve garantir ao aluno a possibilidade de identificar com clareza o seu conteúdo, isto é, as características estruturantes que viabilizam a execução correta das ações, ou seja, precisa ter objetividade, e isso somente é

possível graças às características do próprio objeto estudado (GALPERIN, 1976), que são as ferramentas gerais sobre as quais podem aplicar particularidades.

A proposta fundamental de Galperin é o desenvolvimento de habilidades sociocognitivas por parte dos alunos. Assim o professor, no seu planejamento, tem que definir quais habilidades serão adquiridas no decurso da resolução das tarefas. As tarefas devem ser elaboradas com a inserção das respectivas habilidades necessárias ao desenvolvimento intelectual dos alunos.

A explicação do conteúdo é sistematizada a princípio pelo professor e este tem, portanto, certo domínio, de modo que é somente através da resolução de tarefas que o aluno adquire inicialmente de forma coletiva e no decorrer do processo, individual, as habilidades necessárias.

Em função disso, é muito importante que as tarefas possam representar situações problemas e a BOA seja a expressão de um conjunto de invariantes operacionais e conceituais que respondem adequadamente tais situações.

De acordo com Talízina (1988), são destacados quatro tipos de BOA como sendo as orientações mais utilizadas na resolução de problemas, que se diferenciam a partir do modo de obtenção, do grau de generalidade e pôr fim do nível de plenitude.

O **modo de obtenção** expressa o formato adotado para a construção da Base Orientadora da Ação, sendo independente quando o aluno identifica sozinho a orientação que vai auxiliá-lo na resolução de uma tarefa e elaborada quando o professor constrói essa orientação e dá para o estudante.

A **generalidade** expressa a aplicação do modelo estrutural da atividade na resolução dos desafios que são propostos, sendo classificados como particular quando aplicado a apenas uma situação e geral quando puderem ser aplicados a um grupo de ações com estruturas semelhantes.

Por fim, a **plenitude** que faz referência a qualidade do projeto de ação oferecido para a garantia de uma aprendizagem efetiva por parte do aluno na execução da atividade. É considerado incompleto quando os erros, durante a execução da atividade, são muito recorrentes e completos quando os erros são menos frequentes.

Essa condição, entretanto, é dependente da qualidade da Base de Orientação, que como já foi colocado, precisa indicar com clareza e com objetividade todas as condições que o aluno precisa para responder corretamente a atividade. Quando isso não acontece, obviamente a presença dos erros serão mais comuns.

No tipo I, a obtenção se dá de forma independente, ou seja, o aluno participa da construção do projeto da ação identificando sozinho a orientação que seguirá. A aplicação da orientação na resolução de tarefas está representada de modo particular, o que significa que a orientação é insuficiente para todas as tarefas e por isso será necessária uma nova orientação a cada nova tarefa.

O processo de assimilação nesse caso acontece de forma lenta e apresenta muitos erros na resolução das tarefas. Assim, a aprendizagem se dá por tentativa e erro de forma que o estudante aprende por repetição.

Ao estudar, por exemplo, o grupo das aves levando em consideração uma orientação própria sem acesso às características estruturantes o estudante perceberia que pinguins, avestruz e ema são aves mesmo que não voem, mas o processo de internalização desse conhecimento teria um custo de tempo muito maior, já que só perceberam depois de muitos erros, ou talvez, nem chegassem a perceber.

Na BOA do tipo II, a obtenção é elaborada, ou seja, o aluno recebe o projeto da ação pronto. Com isso a ação acontece de modo mais acelerado. Em função da orientação ter sido dada pelo professor ao aluno, este tem todas as condições necessárias para executar bem suas atividades, porém aplicada apenas a um caso em particular.

Usando ainda o exemplo das aves, agora pautado nas características da Boa do tipo II, a orientação poderia inicialmente trabalhar unicamente com a característica da presença de bico. Entretanto, o ornitorrinco, animal que possui bico, é uma exceção dentro da característica, ou seja, um caso particular, pois mesmo apresentando bico é um animal mamífero.

A BOA, nesse sentido, seria viável para identificar a exceção, mas por não estar completa, não seria suficiente para classificar ou não o ornitorrinco como uma ave, nesse sentido a orientação necessitaria ser reelaborada.

Na BOA do tipo III, o modo de obtenção é mais uma vez independente, ou seja, o aluno tem participação na construção do modelo da ação, mas agora a aplicação desse modelo passa a ser geral, o que significa que essa orientação pode ser aplicada a um conjunto de diferentes tarefas em que estão expressos os limites de um determinado conceito ou relações conceituais.

O sujeito consegue formar individualmente a imagem orientadora de sua própria ação, os erros são quase inexistentes e o aluno desenvolve habilidades de

comunicação que auxiliam no processo de aprendizagem, ou seja, a capacidade de transferência e compartilhamento do conhecimento adquirido são ampliados.

O tipo IV difere do anterior apenas no modo de obtenção. Nesse caso, o projeto da ação é recebido de maneira previamente montada pelo professor e tem suas vantagens, como por exemplo garantir que o aluno tenha um sistema de referências completo para executar a atividade com a ajuda necessária para a resolução correta de todas as tarefas.

Ofertar uma BOA já preparada para os alunos requer uma investigação minuciosa por parte do educador, o que inclui abordar tarefas diferenciadas, porém com os mesmos objetivos e ainda trabalhar diferentes habilidades na realização de cada uma delas. Pelo grau de minuciosidade e detalhamento, esse é o tipo desejável para a sala de aula.

A formação dos conceitos usando o princípio de estabelecimento de uma Base de Orientação prima pela apresentação dos aspectos gerais que caracterizam o conceito. No caso do conceito “Aves”, as características essenciais são: ter o corpo coberto por penas, possuir bico e asas, além de ter ossos pneumáticos.

De posse das características essenciais, os estudantes podem ter suas ações direcionadas ao acerto porque sua ação não pode ser efetuada fora das condições dadas, assim ele não pode por exemplo classificar um morcego como sendo uma ave, já que o morcego não possui as características essenciais do grupo.

Assim como não errará mais a classificação de um avestruz como sendo uma ave argumentando que ele não voa, afinal, voar não é uma característica estruturante. (Ressaltamos que essa é uma aplicação do conceito proposto pela autora, e não uma inferência de Galperin e seus colaboradores).

Nesse caminho, a compreensão que o estudante tinha antes sobre o conceito ‘Aves’, foi reelaborado a partir de uma perspectiva em que o erro foi submetido a uma orientação. Caso a correção da orientação fosse apenas sim ou não, correto ou incorreto, “não poderia haver nenhum progresso na aprendizagem” (GALPERIN, 1976 p 69).

Por tanto não há aqui, uma mudança do conceito, uma vez que este é uma convenção científica. Ao invés disso, há uma reconfiguração da base orientadora da ação que modula a forma de pensar sobre o conceito criando uma imagem correta deste a partir de suas características.

Esse conjunto de ações e operações organizado de modo detalhado pode eliminar as principais dificuldades que os alunos têm na resolução de muitas tarefas. Com isso os alunos internalizam esse sistema de resolução dentro dos limites de generalização dos conceitos e conseguem nas etapas material, verbal externa e verbal interna resolver as tarefas com menos erros.

### *6.2.3 Etapa 3 - Formação da Ação Material ou Materializada – Representação externa do objeto de estudo com exatidão.*

Esta etapa se caracteriza pela representação das propriedades essenciais do objeto de modo material ou materializado. Quando se utiliza da representação do objeto real, o modelo deve ser o mais fiel possível, caso contrário, a realização de algumas atividades podem ficar comprometidas e não serem executadas da forma correta.

Sobre o assunto, Talizina (1988) com base em testes realizados com os conceitos de geometria, identificou que os estudantes orientados por modelos junto aos objetos reais obtiveram resultados melhores que aqueles que estavam apoiados apenas nos modelos representativos dos objetos geométricos. Isso a levou a concluir que, “o modelo generalizado do aspecto do objeto a ser assimilado estava destacado nos objetos postos para a análise” (TALIZINA, 1988).

Toda a ação mental tem relação direta com a imagem que é formada na psique sobre o objeto alvo da ação. É particularmente necessário que o professor tenha a dimensão da complexidade e da importância de garantir que a etapa material esteja perfeitamente alinhada com a capacidade de abstração dos alunos, mesmo que seja um aspecto difícil de ser garantido. O material utilizado nesta etapa tem essencial importância no processo de internalização do conceito.

Galperin (2011, p. 442) explica que isso ocorre essencialmente por que é nesta etapa que “se reproduzem exatamente as propriedades essenciais... e suas mudanças sucessivas” ou seja, as modificações que são observadas tanto no conceito geral quanto em suas propriedades essenciais específicas são representadas de forma material ou materializada afim de que o conhecimento seja fixado com exatidão no pensamento.

A imagem psíquica que é formada através dessa fixação correta do conceito, refere-se à representação mental que desenvolvemos sobre os objetos a partir de

referenciais construídos no meio externo. Por exemplo, no momento em que lê esse texto peço (de forma pessoal) que você pense em um peixe (pausa).

Mesmo que você saiba, que há uma diversidade gigantesca de formatos, cores e tamanhos, para construir a imagem mental que você gerou automaticamente foram acionados de maneira voluntária e consciente, todos os recursos sensoriais, teóricos, emocionais e criativos que você possui sobre o conceito peixe, para que, ao ser solicitado a pensar neste conceito, você não necessitasse de nenhum mecanismo explicativo, a imagem construída automaticamente é a representação psíquica (imagem) que você tem sobre o objeto.

A forma como a imagem é formada na psique, está vinculada ao que se conhece no plano da dimensão material. Esta etapa consiste na utilização de objetos físicos, modelos, esquemas, gráficos ou desenhos por parte dos alunos, que representam a ação executada ou as características dos conceitos estudados.

Os recursos usados na etapa material ou de materialização, devem portanto, ser dotados dos aspectos essenciais do conteúdo a ser assimilado e ainda ser apresentado de forma clara e objetiva, porque esses objetos não podem induzir os estudantes a cometerem erros na resolução da tarefa, já que o maior problema da formação das imagens é que elas refletem o conhecimento que o sujeito possui, conforme aponta De Souza e Jófili (2013) em uma investigação sobre puberdade. Nesta proposta, a etapa de materialização oportunizou aos estudantes tornarem as questões inerentes ao tema, mais visíveis a medida em que iam constatando as aplicações práticas de seus conhecimentos.

Logo, afirma-se nessa discussão que a etapa de materialização, pode contribuir com a ideia de mudança do pensamento ao permitir que o estudante visualize de forma esquemática e real, seus próprios equívocos conceituais e trace um plano de ação corretiva, obviamente sob orientação e de maneira colaborativa.

Todavia, vale ressaltar que, o problema destacado por Galperin é essencialmente o da formação de conhecimentos científico e não de correção. Ao levar em consideração que a maior parte destes conhecimentos são formados durante o processo de aprendizagem escolar, Galperin se preocupa em garantir a execução e representação correta das ações mentais por parte dos alunos, de forma a minimizar a internalização de conceitos equivocados ou incompletos.

#### *6.2.4 - Etapa 4 - Formação da Ação Verbal Externa – Expressão do pensamento teórico e social em processo de internalização*

A etapa de Formação da Ação Verbal Externa trata da comunicação da ação materializada. É a expressão do que foi tratado na ação anterior sendo apresentado em novo formato: O linguístico. A utilização da linguagem possibilita ao homem “refletir e estabelecer conexões e relações complexas, formar conceitos, tirar conclusões e resolver tarefas teóricas complexas” Galperin (1992c).

Nesta etapa, a ação se estabelece a partir dos recursos linguísticos, que pode se apresentar de forma oral ou escrita e não tem o apoio dos objetos nem de suas representações (Galperin, 2011). A linguagem tem muita importância nos processos da psique, o que corrobora com as ideias de Vygotsky sobre o papel que desempenha na formação do pensamento.

Essa etapa apenas é iniciada quando a presença dos objetos ou de suas representações não são mais necessárias para que o estudante realize a tarefa, e assim pode ser progressivamente substituído pela linguagem, de modo que o estudante é capaz de resolver as questões não mais tocando ou vendo o objeto, mas falando sobre ele. Galperin (1992b) também chama de pensamento comunicativo esse ato da linguagem externa que passa a ser adotado pelo estudante.

Usando o exemplo do peixe dado acima, suponhamos a seguinte situação problema: Os cardumes deslocam-se de maneira sincronizada, sem colisões, devido a presença de uma estrutura específica, presente nos peixes. Se a representação mental que você criou lá em cima estiver correta você sabe exatamente que estrutura é essa, afinal trata-se de uma característica estruturante, de modo que, fazendo uso apenas da fala, você resolveria o problema.

Assim como no ato da comunicação, a linguagem tem função de mediar o processo de generalização e abreviação do conceito. Para Galperin (1992b), a ação no plano verbal significa a execução da ação como um ato verbal, ou seja, não é só a comunicação em relação à ação, mas é um ato de uma nova forma de agir que é a ação verbal.

A ação verbal não é um reflexo mecânico da ação material ou materializada, ela é a comunicação da ação, é um mecanismo para a abreviação da ação no processo da internalização, ou seja, aquilo que é expresso de modo verbal está subordinado ao que foi compreendido a partir da orientação e ao sentido a ele

atribuído por cada pessoa. Desse modo, é correto afirmar que a atividade linguística revela tanto elementos do conhecimento teórico quanto elementos da consciência social (Galperin, 2011).

Durante a ação material, obviamente, os alunos podem se comunicar, mas não se trata da ação verbal, ou seja, eles não estão resolvendo o problema usando só a linguagem, eles estão usando a linguagem e os objetos para construir interlocuções, o que também é importante pois pela mediação da linguagem os alunos passam a detalhar, descrever e comentar como estão resolvendo as tarefas, ali a linguagem serve somente como “sistema de indicações da realidade material” (GALPERIN, 2011. p. 456).

A ação que se reflete na linguagem, cria novas oportunidades de conhecimento, seja no sentido de identificação dos limitantes conceituais adquiridos no processo até então, seja na projeção de novas aprendizagens que podem ser internalizadas pelo educando. Dessa forma, o objeto que está sendo estudado se torna a base da ação, não sendo mais a orientação ou a representação, mas o próprio conceito e como este aparece na fala, é quem determina as ações a serem executadas pois, a linguagem anuncia os níveis de mudança de pensamento do aprendiz com relação ao objeto de estudo.

Trabalhos com mudança conceitual, que elucidaram a importância da linguagem (DURUK, AKGÜN e GÜNGÖRMEZ, 2021; HAYDARI e COŞTU, 2021), indicaram a necessidade de reorientação da mudança da linguagem cotidiana para que nela fossem implementados rótulos científicos de forma a facilitar uma mudança conceitual mais relacional.

Na abordagem Histórico Cultural de Galperin, a linguagem externa não é uma ferramenta de análise apenas conceitual, com fim no objeto. Ela é um tipo de termômetro de construção do pensamento teórico e social, sendo entendido como uma ferramenta de construção cultural, colaborativa, científica e psíquica que é formada a partir de uma realidade objetiva estudada sob orientação planejada e representações exatas.

Dessa maneira, a forma verbal da ação do pensamento representa a realidade aprendida e bem assimilada que não necessita mais ser fracionada para que seja compreendida. Não é mais necessário, por exemplo, explicar o que são cladogramas, genes, códons para que se compreenda o conceito hereditariedade. Através da linguagem é possível expressar se este conceito foi bem formado, ou seja ensinado

corretamente, ao identificar se os conteúdos do objeto de estudo aparecem conscientemente, mesmo que não sejam executados diretamente.

Nesse momento, há uma ação verbal reduzida que é feita pra si, de modo que, a tarefa de comunicação dá lugar a tarefa de reflexão, então o pensamento deixa de ter valor sonoro (por meio de palavras) e passa a ter valor psíquico (mental).

#### *6.2. 5 Etapa 5 - Formação da Ação verbal interna (Mental) – Aquisição de generalidade, consciência e abreviação para mudança do pensamento conceitual.*

A última etapa é a Formação da Ação Mental, que consiste na reprodução da ação verbal somente para si, sendo, portanto, a transposição do plano real para o abstrato de modo que os objetos passam a ser representados no plano psíquico automaticamente e de forma correta. Significa que agora os alunos têm a capacidade de resolver as tarefas mentalmente. Assim, a linguagem interna se forma a partir da linguagem externa, por meio da mudança desta em seus aspectos funcionais e estruturais (Galperin, 2011).

Apesar de interligadas, a ação mental não é uma cópia da ação material, ou seja, apesar de possuir subordinação, a ação mental transforma o objeto e adota significados que são modelados mediante a orientação e não apenas reproduzem a ação materializada. No entendimento de Podolskiy (2014, p.5), a ação mental é formada continuamente ao longo da vida.

O uso das ações mentais é o que leva o ser humano a possibilidade de dominar de forma controlada seus anseios, desejos, inclinações, pensamentos e comportamentos através do estabelecimento de padrões que são adotados socialmente sobre determinado objeto, de forma que o produto final do processo de internalização é uma atividade consciente, automática, reduzida (abreviada) e generalizada que é utilizada pelo sujeito para executar e acompanhar a ação em diferentes situações.

Galperin (2011, p.446) acrescenta que durante a formação da ação mental, o objeto de conhecimento a ser internalizado “sofre várias reduções”, de modo que os conteúdos que compõem o conceito são abreviados e adquirem significados na medida em que se apropriam das diferentes formas de ações possíveis de serem executadas a partir do objeto. Assim, a base de ação intelectual é constituída tanto

pelas evidências reais e científicas quanto pelo sentido dado pela observação individual.

A capacidade de desenvolver novas configurações da atividade mental e novas habilidades sociocognitivas é a evidência do desenvolvimento cognitivo dos estudantes, e consecutivamente da mudança do pensamento conceitual adquirida no processo de internalização. Esse desenvolvimento não está limitado ao aumento quantitativo de conhecimento, mas o quanto esse aumento se soma a mudança estrutural da atividade mental e então, além de mais conhecimento, o estudante passa a pensar de outras formas. Esses aspectos são importantes para identificar quando a ação mental está de fato estabelecida.

A Partir desse parâmetro de análise, a mudança do pensamento conceitual pode ficar mais tangível de ser identificada e até mensurada. Reconhecer os elementos que demonstram a efetividade da assimilação dos conceitos é importante para o professor, pois assim ele pode orientar o aluno para uma nova ação e também significa para o aluno que seu conhecimento sobre determinado conceito foi efetivado e ele pode agora aplicar esse conhecimento em várias situações pertinentes, dentro dos limites de generalização que esse conhecimento foi internalizado.

Mesmo que imprecisa em seus componentes verbais e conceituais, esta etapa é fundamental para que a ação seja transformada em um processo automático, de maneira a possibilitar que o processo verbal mude para um processo oculto ao se aliar a consciência, em seu sentido mais completo, para que se transforme em um processo interno, assimilado.

Nesse sentido, assimilação para Galperin (1992d, p.85) significa “apropriar-se de algo”. De modo que, cada uma das etapas que o autor descreve representa a transformação de uma situação, com vista na aprendizagem do conhecimento teórico de modo a tornar o aprendiz cada vez mais consciente das ações conceituais.

Durante a etapa da ação verbal externa, por meio da linguagem em voz alta sem a presença dos objetos materiais, a ação se estabelece a partir do controle de outra pessoa, normalmente o professor. A ação verbal interna, significa para o aprendiz a formação de sua própria consciência, que tem influência de todos os processos anteriores, mas que oportuniza a inserção de sua personalidade individual (que é formada também por um processo social e cultural). A consciência, a formação do pensamento, é portanto, o objetivo social da ação.

Assim, em cada uma das etapas, o conteúdo se distancia cada vez mais do meio (ou seja, deixa de ser externo) até que passe a fazer parte integralmente da personalidade do aprendiz por meio da apropriação do conceito no campo do pensamento conceitual. Sobre o assunto, o autor explica:

Na etapa da ação “material ou materializada”, depende-se da presença do objeto externo; na etapa da “linguagem”, das demandas de outras pessoas sobre o conteúdo e a forma de comunicação; e só na etapa da ação “na mente”, após ter assimilado o conteúdo objetivo da tarefa e seu reflexo na linguagem, o sujeito se transforma em “dono” absoluto do material estudado, tendo-o assimilado completamente (GALPERIN, 1992d, p.85)

É possível perceber, através do fragmento acima, que todas as etapas dependem de como a ação é apresentada e objetivada para execução da atividade, ou seja, a ação é a unidade de análise da teoria de Galperin, e todas as etapas se direcionam a proporcionar a automatização dela.

Cada uma das etapas é diferenciada tanto por sua metodologia quanto por seus apontamentos teóricos, isso porque cada ação é dotada de características que lhes são particulares, adquirindo forma própria, fazendo do modelo teórico-metodológico de Galperin um sistema Estrutural-Funcional.

Além da delimitação das etapas, o autor também elucidou que é possível identificar as habilidades desenvolvidas a partir de indicadores de observação das ações que são propostas pelo professor ou desenvolvidas pelos estudantes. Esses indicadores são organizados em graus de identificação de modo que são avaliados a generalização, a consciência, a independência, entre outros.

### **6.3 INDICADORES DE QUALIDADE DA AÇÃO**

As ações executadas possuem características que podem ser interpretadas como indicadores de qualidade, ou seja, são parâmetros que garantem a efetividade da ação no processo de transformação da experiência social para a individual. Na teoria de Galperin, a ação é executada em três formas Material, verbal externa e Mental, como já pôde ser visto no tópico anterior. Isso significa que os indicadores de qualidade devem estar presente e serem considerados em todas as formas da ação,

ou seja, em todo o processo de formação de conceitos estruturantes, considerando inclusive como o sujeito elabora sua própria orientação.

Os indicadores de qualidade da ação compõem um sistema que caracteriza o desenvolvimento das funções psicológicas sobre os quais o educador pode apoiar-se, criando estratégias que viabilizem a formação de conceitos corretos.

Para Nuñez (et al, 2016) esses indicadores evidenciam os componentes fundamentais do desenvolvimento e da aprendizagem, e podem ser aplicados em um “nível primário”, nas ações relacionadas às ações externas (generalização, redução e independência, racionalização) e em um “nível secundário”, nas ações internas - consciência e solidez - (NÚÑEZ, 2009. p. 92).

### *6.3. 1 Grau de Generalização*

Pode ser interpretado como o potencial de aplicabilidade da ação, ou seja, generalização é a capacidade de determinada ação em ser útil na resolução de diversas situações dentro de um mesmo limite de características essenciais ofertadas.

Talizina (1988), afirma que esse indicador de qualidade está diretamente relacionado a uma boa elaboração da Base Orientadora da Ação, uma vez que é nela em que todas as características necessárias para a correta execução da atividade serão apresentadas.

A ação pode apresentar maior ou menor grau de generalização, isso significa que direcionado pela BOA o estudante poderá resolver questões mais gerais ou de caráter mais particular. Quanto maior for a generalidade, menor serão as possibilidades de erro.

Contudo, isso não significa que a orientação deve partir do geral, esse indicador sugere apenas que o objetivo da internalização é alcançar o maior nível possível de generalidade, com isso, o aluno terá maior possibilidade de transferir sua aprendizagem para aplicar em questões que necessitem desta ação.

A mudança do pensamento conceitual, então, ganha um elemento qualitativo. Pois, a partir da noção de generalidade, tanto o estudante quanto o professor, poderão qualificar a aprendizagem construída identificando se ela poderá ou não ser aplicada em situações distintas dentro de um mesmo espectro de essencialidade. Com isso, o

conceito anterior tornar-se-á tangível, munindo o professor de caminhos que possibilitem sua estruturação e fixação no consciente do aprendiz.

### *6.3.2 Grau de Redução*

O aspecto reduzido se refere a como o conceito é efetivamente formado no plano mental. Nesse sentido, o indicador de redução leva a considerar que à medida que a experiência externa se internaliza ela também se reduz.

No grau de Redução é possível mensurar quando não há mais a necessidade de ofertar uma gama de detalhes sobre o conceito para que o estudante possa construir psicologicamente uma representação correta deste. Pois, uma vez que esse conceito vai se tornando parte da psique do estudante ele se torna mais compacto e objetivo.

Assim, por meio de respostas mais rápidas as atividades são possíveis identificar se o pensamento conceitual em processo de formação já está reduzido o suficiente para que o sujeito consiga realizar as conexões necessárias e operacionalizar com o conceito, mesmo que com pouca informação recebida.

### *6.3.3 Grau de Independência*

Esse indicador se refere a capacidade do aprendiz em realizar de forma correta determinada ação, sem receber orientação seja ela dada pelo professor e/ou colega de turma ou ainda sem a mediação da materialização do objeto ou da própria Base Orientadora da Ação, ou seja, agora o aluno pode realizar a tarefa sozinho (NÚÑEZ E PACHECO, 1997; NÚÑEZ, 2009).

Aqui, é possível validar se o aluno foi ou não capaz de sistematizar aquilo que foi vivenciado nas etapas, pois o apoio externo (cartão de estudo, livro, fotografias, modelos ou esquemas) já não é mais necessário para conduzir a resposta correta.

Desse modo, a ação do pensamento conceitual deve facilitar o processo de transformação permitindo que o seu objeto progressivamente se torne independente do meio externo para o indivíduo. Assim, a operacionalização com o conceito que foi

aprendido se torna acessível e o estudante pode acessá-la sempre que for necessário, de forma consciente e livre de qualquer recurso externo.

#### 6.3.4 *Grau de Racionalização*

O caráter racional está relacionado à qualidade da orientação, e pode ser entendido como a eficácia da base orientadora em oferecer todos os recursos necessários para que a execução da atividade aconteça de forma exitosa.

Sendo assim, esse caráter está diretamente relacionado com o caráter de generalização, pois, quanto mais generalizada for a orientação mais racional ela será, ou seja, mais adequadamente o aluno irá assimilar sua lógica.

Atribuir racionalização à mudança do pensamento conceitual significa possibilitar ao sujeito que executa a ação, o reconhecimento de todas as operações que ele precisará realizar para executar sua atividade de modo correto.

Se o grau de Generalização elucidar todos os aspectos cognitivos e materiais necessários, o grau de racionalização garante que todas as operações funcionais que são imprescindíveis na execução da ação estejam presentes.

#### 6.3.5 *Grau de Consciência*

Trata da necessidade do sujeito, além de executar a ação de forma correta, poder expressar seu conhecimento através da linguagem escrita ou oral, dando-se conta daquilo que ele está operacionalizando. Galperin (1992c) diz que somente através da linguagem é possível monitorar as variantes conscientes do aprendiz.

Esse indicador, auxilia o professor a monitorar de perto os elementos comunicativos que elucidam que o estudante está realizando tarefas operacionais consciente de suas ações, ou seja, apresentam intencionalidade na execução destas do campo do pensamento conceitual.

Através do grau de consciência é possível traçar um paralelo entre motivo-objeto-permitindo uma estruturação que possa ser mensurada, pois como afirmar Galperin (1974 apud NÚÑEZ, 2009, p.122) “o fazer deve estar acompanhado pelo dar-se conta do que está fazendo”.

A linguagem, pode ser entendida como um meio de regulação do pensamento conceitual, uma vez que através dela o professor pode mediar o processo de aprendizagem ou mesmo o próprio aluno, pode elaborar sua auto regulação identificando os itens que não foram bem construídos através da linguagem verbal interna.

#### 6.3.6 *Grau de Solidez*

Uma vez que as etapas foram vivenciadas, torna-se então necessário verificar se o conhecimento formado foi de fato estabelecido, ou seja, se ele adquiriu solidez na psique do aprendiz.

Esse indicador, só pode ser aplicado após um tempo da vivência da experiência e pode ser observado a partir da verificação do nível de assertividade das respostas dadas com relação ao conceito que foi apreendido.

Nesse sentido, as respostas obtidas validam se a transformação do objeto materializado para a forma mental durante o processo de formação do conceito foi de fato estabelecida. Essas evidências asseguram uma mudança do pensamento sobre o objeto de estudo garantindo que após um tempo, da experiência de aprendizagem, o conteúdo de ensino foi de fato apropriado, internalizado pelo aprendiz.

O estudo sobre cada um dos indicadores de qualidade, conferem a abordagem metodológica de Galperin, um sistema de regulação mensurável que fornece informações valiosas não apenas sobre o mecanismo de transformação da ação material no processo de internalização, mas também sobre as condições de aprendizagem de novas ações.

Cada uma das etapas possui um ou mais indicadores de qualidade, o que viabiliza um caminho organizado em que educadores, em especial aos do campo de Ensino das Ciências da Natureza, podem se apoiar para elaborar estratégias com maior potencialidade de obtenção de uma reconfiguração tanto da atividade de ensino quanto da atividade de estudo, que orientem para uma mudança do pensamento teórico.

## 6.4 CONTRIBUIÇÕES DA MUDANÇA DE PENSAMENTO PARA A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

Na construção de pesquisa, realizada neste escrito, permeamos pelo tema da formação de conceitos considerando as perspectivas construtivista e a histórico cultural, sustentando que ambos regem essa temática sob óticas distintas. Se para Piaget, a elaboração conceitual tem origem a partir de outras formas de conceito em uma perspectiva mais elementar, para Vygotsky ela é um processo histórico e transformador que se fundamenta na representação diversificada do conceito.

No processo de formação de conceitos, tanto Piaget quanto Vygotsky concordam com a centralidade da tomada de consciência da ação revelada, mensurada e regulada através da verbalização, oral ou escrita (DA SILVA E LORENZETTI, 2017). Apesar disso, existem elementos de discordância que devem ser frisados.

No quadro abaixo, elenco algumas outras diferenças que foram pontuadas no decorrer do texto, a fim de caracterizar os pontos em que a THC apresenta melhores contribuições com a formação de conceitos (QUADRO 6). Logo abaixo são tecidas algumas interpretações dessas diferenças como contribuição para a educação em Ciências.

**Quadro 6** - Comparação do Construtivismo com a Teoria Histórico Cultural sobre a formação de conceitos.

Item	Construtivismo Piagetiano	Abordagem Histórico-Cultural
<b>1. Formação de Conceitos</b>	É a evolução natural do conhecimento na mente humana	É entendido como a aquisição de sentido a partir da internalização de signos e símbolos estabelecidos historicamente e socialmente.
<b>2. Aprendizagem de novos conceitos</b>	O conceito muda através do conflito cognitivo e da equilíbrio. Há ainda uma dependência de conceitos espontâneos	O pensamento conceitual é transformado a partir da passagem da experiência social para a individual. Com orientação e planejamento há uma reconfiguração da

		Atividade de Ensino e de Estudo e da própria ação do pensamento.
<b>3. Regulação do Processo de aprendizagem conceitual</b>	O processo é completamente auto regulado.	Dar-se-á por indicadores de qualidade das ações que possibilitam a regulação externa e interna

Fonte: Produção da Autora (2022)

No item número 1 que versa sobre a formação de conceitos, identificamos que enquanto para o construtivismo piagetiano ela é entendida como uma evolução natural que por vias da maturação linear das capacidades sensoriais e cognitivas é estabelecida. Isso implica, numa aprendizagem conceitual com fim no próprio conceito de forma individualizada.

Já para a THC essa elaboração de novos conceitos se dá por meio da mediação de signos e símbolos sociais e históricos de maneira colaborativa e livre das noções de definição com fim no conceito “puro”. Desse modo, um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa voltada para a solução de um problema e que só a presença de condições externas e o estabelecimento mecânico de uma ligação entre a palavra e o objeto não são suficientes para afirmar que houve aprendizagem.

Vygotsky (2001) aponta que uma das principais fragilidades da abordagem por definição é que nessa abordagem o conceito passa de uma relação cultural e flexível para ser apresentado de forma estagnada, desconectada do processo real do pensamento, processo este que envolve sua formação, descoberta e uso de ideias conceituais. Nesses preceitos, o conceito não fornece a menor ideia do que seja a palavra em ação, de modo que a criança encontra mais dificuldade em usá-la no processo vital de resolução de problemas quando estes surgem nas necessidades reais.

É preciso considerar que há uma necessidade de que a experiência do aprender Ciências possa ultrapassar os limites geográficos da sala de aula e possibilitar ao estudante um posicionamento mais seguro diante de questões de ordem biológica, política e econômica na sociedade (LIMA, AGUIAR FILHO, DE

CARO, 2011). Em função disso, estratégias como a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente foram criadas, por exemplo.

Percebe-se então que a dimensão social nunca esteve à margem dos processos educativos, e quando isso por alguma razão é colocado em segundo plano, gera deficiências na qualidade da aprendizagem. No quadro acima podemos notar que na Formação de Conceitos uma clara e demarcada diferença entre as abordagens centra-se justamente no valor social e histórico do conceito.

Para a THC a medida em que o símbolo é incorporado à cultura do sujeito o processo se torna psíquico, ou seja, ele passa a ser acessado para viabilizar a resolução de problemas, pois o conceito torna-se parte de seu pensamento. Essa internalização é revelada quer pela ação, quer pela palavra (oral ou escrita).

Nesse sentido, podemos entender a mudança de pensamento conceitual como um trabalho social que envolve a apropriação de atitudes e habilidades influenciadas por uma estrutura teórica firmada no campo mental que oferece suporte para que os sujeitos compreendam e atribuam significação aos objetos de estudo, e não apenas recebam uma inserção de rótulos científicos em sua linguagem externa.

Furman (2009) defende, como sendo interesse da didática das ciências, que o desejo natural de entender o mundo, que os educandos trazem para a escola, sejam usados como elementos de necessidade do conhecimento, e funcionem como uma plataforma para construir ferramentas de pensamento que lhes forneçam aparato suficiente para que se apropriem de como as coisas funcionam. E que essa o entender melhor o mundo, alimente as chamadas da curiosidade que mantem vivo o ato de aprender.

No item número 2 que versa sobre a aprendizagem de novos conceitos identifica-se que o construtivismo caracteriza esse aspecto como sendo o produto de um equilíbrio conceitual que entrou em conflito a partir de atividades pedagógicas que tinha esse intuito, e por isso esse processo é dependente de que o estudante tenha um conceito pré estabelecido (espontâneo) para que o educador possa gerar o conflito cognitivo necessário.

Em contrapartida, a THC caracteriza a aquisição de novos conceitos como sendo um processo de transformação da experiência externa para a interna e vice-versa. De modo que o conceito a ser aprendido, não necessariamente precisa ser pré existente. Ele precisa, todavia, ser materializado, partir da realidade objetiva e ter um

plano de ação completo, para que o estudante possa operacionalizar com ele em diversas formas.

Longe da operacionalização concreta com o conceito, a experiência pedagógica mostra que ensinar conceitos diretamente é fútil. Atividades de ensino que tentam fazer isso geralmente recebem palavras vazias, as crianças repetem palavras, simulam conhecimento dos conceitos correspondentes, mas na verdade essa atitude esconde o vácuo do campo da operacionalização real com o conhecimento formado (VIGOTSKI, 1991),

Com isso, ressalta-se que conceitos próprios da área de ciências e biologia, são difíceis de serem estabelecidos ou reconhecidos de forma espontânea, temos alguns exemplos: Gene, substância, cladogramas, hereditariedade entre outros. Então depender de um sistema conceitual espontâneo para que o conceito cientificamente correto possa ser formado, pode levar a experiências de aprendizagens frustrantes.

O que haverá menos riscos de acontecer se, ao invés de uma abordagem de ensino idealista, forem usadas estratégias que visem a aplicação generalizada do conceito. Essa dimensão é fortalecida ainda em função de possuir consciência. Na perspectiva da THC, ainda, pode-se fazer uma leitura de aquisição de novos conhecimentos respaldada na mudança de significados do conceito, envolvendo o caráter consciente ao dar sentido ao objeto de estudo.

Dessa forma, sua estrutura metodológica, não se concentra apenas das constatações do conhecimento prévio afim de provocar desequilíbrios ou conflitos. Mas uma busca, para encontrar uma conciliação entre as zonas de desenvolvimento real e potencial, a partir das etapas e ações colaborativas de aprendizagem.

É justamente o que aponta o item número 3, ao destacar como acontece a regulação da elaboração conceitual para as duas abordagens teóricas. No construtivismo as ações são conduzidas exclusivamente em torno de premissas cognitivas de natureza biológica, que tornam o processo auto regulado.

Já na abordagem Histórico-Cultural, a presença dos indicadores que podem ser administrados e mensurados pelo educador e também pelo estudante, viabilizam uma regulação do processo de aprendizagem sob a ótica de quem aprende e de quem ensina.

Outras contribuições que puderam ser identificadas a partir da THC para a Formação de conceitos e para a noção de Mudança Conceitual, estão vinculadas aos

postulados de Galperin que ao destacar a importância da Base Orientadora da Ação, completa e baseada nas características essenciais do objeto dotado de um caráter generalizado, consciente e com plenitude, possibilita a formulação do pensar cientificamente almejando a elaboração do pensamento teórico.

Esses elementos conferem uma série de critérios que validam a informação, a ser aprendida e ensinada, conferindo a ela a necessidade de ser aplicada com confiabilidade e assertividade nas situações cotidianas, tendo como premissa o bom manejo do conhecimento científico para a tomada de decisão.

Assim, é válido destacar que a mudança conceitual propriamente dita, aquela que parte da existência de equívocos conceituais para possibilitar a construção de conceitos “verdadeiros”, não é uma preocupação da THC e conseqüentemente também não é um problema de ensino para Galperin. Ambos, versam sobre a construção de conceitos teóricos com a maior generalidade possível, para que os equívocos sejam evitados ou reduzidos ao máximo e almejam a mudança do pensamento, com fim na formação de habilidades voluntárias, conscientes e automáticas.

Todavia, como vimos durante as discussões aqui construídas, a organização do ensino proposta por Galperin, tendo a reorganização da orientação como elemento central, também pode ser viável para superar os desafios da mudança conceitual, por apresentar uma estrutura mais arrojada e com delimitações melhores definidas do que aquelas apresentadas pelos autores construtivistas, e expostas na primeira parte desta investigação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Formar conceitos, demanda do aluno identificar a construção teórica que sustenta as funções, aplicações e relações de um objeto de estudo, como foi discutido no percurso feito até aqui. Nesse trajeto, para obter o estabelecimento do conhecimento o estudante é colocado dentro de um processo de aprendizagem que está interligado com a dimensão de desenvolvimento cognitivo e envolve o acesso à cultura e a historicidade do meio, isso significa dizer que o processo de aprendizagem necessariamente estará vinculado com a mobilização do pensamento teórico ligado ao conhecimento científico, mais precisamente aos conceitos estudados.

Durante o período de vida, vários conceitos estão presentes no cotidiano de qualquer ser humano. Entretanto, a mente enfrenta problemas de formas diferentes quando assimila os conceitos na escola e quando assimila conceitos no dia-a-dia, isso explica-se pelo fato de que quando transmitimos à um estudante um conhecimento científico (sistemático), são ensinadas muitas coisas que ele não pode ver ou vivenciar de forma direta.

Já no contexto do dia-a-dia, os conceitos trabalhados estão sempre associados diretamente a objetos. Todavia, no âmbito da educação é somente por meio do ensino que o aluno deixa de assimilar os conceitos espontâneos e passa a pensar cientificamente.

Esse processo é sustentado na teoria construtivista a partir dos pressupostos teóricos e metodológicos que admitem o papel central da atividade psicológica por meio do desequilíbrio e reequilíbrio cognitivo, a co-dependência da presença de conceitos espontâneos para desencadear a mudança conceitual e por fim, admitem a lógica racional em que os conceitos são interpretados como definições.

Com isso a proposta de Modelo de Mudança Conceitual (MMC) que foi sustentada por essa teoria apoia-se nesses pressupostos. Como discutido, esses pressupostos contêm elementos muito particulares, mas que de forma geral, sustentam uma proposta de ensino idealista, que não oferece ao professor condições que possam indicar uma mudança conceitual de forma a ser mensurável qualitativamente.

Em função disso, identifica-se nesta investigação que os fundamentos Teórico-Metodológicos da Teoria Histórico-Cultural podem trazer elementos de natureza

epistemológica distinta do Construtivismo, como caminho mais eficiente no tratar da formação de conceitos na Educação em Ciências.

Para a teoria os conceitos científicos não podem ficar limitados às demandas da espontaneidade dos conceitos, pois no percurso do ensino formal, há os momentos programáticos no processo educacional, sendo assim, “o desenvolvimento dos conceitos científicos supera o desenvolvimento dos espontâneos” (VIGOTSKI, 2009, p. 243).

Nesse sentido, os conhecimentos espontâneos são entendidos como fator de motivação, ou seja, eles são importantes pois os conhecimentos científicos podem se apoiar sobre eles, mas não são essenciais para formar o conceito cientificamente adequado que será internalizado.

Além disso, outros pressupostos que colocam a perspectiva da teoria histórico cultural como diametralmente oposta à teoria construtivista é que se trata de uma perspectiva que toma o aspecto material dialético como o coração da teoria. Isso significa dizer que essencialmente, o conceito para ser aprendido necessita passar pela dimensão material ou materializada, pois, somente assim ele perderá a subjetividade, tornando-se mais realista para o estudante.

Nessa perspectiva, os postulados de Galperin para a Teoria Histórico Cultural são entendidas nesta investigação como uma alternativa teórico-metodológica que viabiliza a formação de conceitos novos com uma perspectiva diferente da ideia construtivista, trazendo elementos como a materialização do conceito, Base de Orientação das atividades e Ações verbais externas e internas com um sistema de indicadores de qualidade.

A apropriação dos conceitos científicos novos, por meio desses mecanismos visam superar a imediatividade e a conseqüente alienação que predominam na relação com os objetos de estudo mediados por uma reconfiguração da orientação que o estudante internaliza para resolver tarefas dadas pelo professor.

Assim, a aprendizagem desses conceitos científicos proporciona para o sujeito inteligibilidade acerca da realidade por meio da concreticidade do conceito estabelecido por seus aspectos culturais e históricos, isso não é palpável ao sujeito que dispõe apenas dos conceitos espontâneos para suas elaborações mentais.

Dentro do contexto da educação formal, precisam ser internalizados com uma estrutura mais cientificamente correta. Já que não é pela aparência dos fenômenos

que podemos explicá-lo, mas pela busca da essência, esta exige a apropriação das formas mais desenvolvidas de elaboração conceitual.

Os indicadores de qualidade fazem parte dos pressupostos destacados como contribuições para a concepção de reconfiguração da orientação, pois são parâmetros que norteiam o alcance dessa meta (superar a imediatividade e a consequente alienação que predominam na relação com os objetos de estudo) valendo-se ora do caráter material (ou materializado) ora do caráter mental.

O grau de generalização, consciência, independência, racionalização, redução e solidez concedem a possibilidade do indivíduo se relacionar com o conceito de outra forma. Ao tratar com as situações problemas o estudante necessitará de um exercício consciente do pensamento em direção a resolução, e com ou sem auxílio do professor pode acessar esses parâmetros para identificar aquilo que não foi estabelecido no processo de aprendizagem

Ao distanciar-se de uma concepção construtivista deparamo-nos com uma alternativa de ensino com suporte teórico-metodológico que apresenta potencial para superar os obstáculos identificados do modelo proposto com Posner e colaboradores, viabilizando uma elaboração conceitual que aproxima o estudante da formulação do pensamento teórico e da aquisição de conceitos mais cientificamente adequados.

Todavia, é importante ressaltar ainda que a aproximação da didática histórico cultural com a prática educacional não é uma ação automática. A formação inicial de professores no Brasil inteiro ainda tem como premissa principal as ideias e postulados construtivistas, logo a adoção de modelos que trazem características de outras abordagens teóricas não é algo fácil de ser promovido.

Além disso, em função da pandemia da Sars-Covid-19 este trabalho foi conduzido de forma exclusivamente teórica, por isso reconhecemos que ainda é necessário à validação desta consideração com evidências práticas.

Assim, deixamos como sugestão de pesquisas futuras, algumas questões que podem nortear avanços a partir deste trabalho: (1) “A elaboração de planos de ensino estruturados a partir de Galperin, minimizam os erros conceituais científicos a longo prazo?”; (2) “ Como analisar o modelo de mudança conceitual, a partir de outras abordagens epistemológicas?”; e por fim, (3) “ Quais outros Colaboradores da THC apresentam contribuições metodológicas para a noção do Modelo de Mudança Conceitual (MMC)?”.

A contribuição da continuidade da investigação iniciada aqui, pode culminar no desenvolvimento de um Modelo de Mudança do Pensamento Conceitual (MMPC) que esteja ancorada na THC, com fim, na correção de equívocos conceituais acumulados durante o percurso escolar e não escolar, que inviabilizam a tomada de decisões corretas para questões com impacto Socio-tecnológico e ambiental.

Como visto no decorrer deste trabalho, apesar de não se preocupar especificamente com a mudança do conceito propriamente dito, a Teoria de Galperin fornece elementos importantes para a consolidação de um pensar teórico que transforma a estrutura da orientação na ação a ser executada pelo aprendiz. Apresentando ainda parâmetros que qualificam os níveis de abstração e internalização dos novos conhecimentos a partir dos indicadores de qualidade das ações e habilidades formadas, preocupando-se então com a mudança do pensamento conceitual, ou seja, da forma como o aprendiz pensa e usa o conceito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Luiz Carlos de et al. A epistemologia genética de Piaget e o construtivismo. *Journal of Human Growth and Development*, v. 20, n. 2, p. 361-366, 2010.

ADEY, Philip. Alternative constructs and cognitive development: Commonalities, divergences, and possibilities for evidence. *Research in Science Education*, v. 22, n. 1, p. 1-10, 1992.

AGUIAR JR, Orlando. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em ensino de ciências*, v. 3, n. 2, p. 107-120, 1998

ARCE, Alessandra; SILVA, Debora A. S. M. da; VAROTTO, Michele. Ensinando ciências na educação infantil. Campinas: Alínea, 2011. 133 p.

Arruda, S., & Villani, A. Mudança Conceitual no Ensino de Ciências. *Cad. Cat. Ensino de Física*, 11(2), pp. 88-99, 1994.

ARTHURS, Leilani A.; KOWALSKI, Chelsie M.; ELWONGER, Justin M. Drawing as a Method to Facilitate Conceptual Change in Earth Sciences Education. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, v. 7, n. 1, p. 1-24, 2020.

AULER, Dom; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BASTOS, F. et al. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. In: BASTOS, F. et al. *Pesquisas em Ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores*. São Paulo: Escrituras, pp.9-56, 2004.

BIZZO, Nélio. *Ciências: fácil ou difícil*. São Paulo: Biruta, 2009. 158 p

BLASZKO, Caroline Izabel; UJIIE, Ângela Tavares; CARLETTO, Márcia Regina. Ensino de ciências na primeira infância: aspectos a considerar e elementos para a ação pedagógica. In: UJIIE, Ângela Tavares; PIETROBON, Sandra Regina Garrancho. Educação, infância e formação: vicissitudes e quefazeres. Curitiba: CRV, 2014, p. 151-168.

BODNER, George M. Constructivism A theory of knowledge. *Journal of Chemistry education* , v. 63, n. 10, pág. 873, 1986.

CASTAÑON, Gustavo Arja. O que é construtivismo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v. 1, n. 2, p. 209-242, 2015.

CAREY, S. Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), **The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.1991.

ÇAYCI, Baris. The Impacts of Conceptual Change Text-Based Concept Teaching on Various Variables. *Universal Journal of Educational Research*, v. 6, n. 11, p. 2543-2551, 2018.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.

COSTA, Lorena Silva Oliveira; ECHEVERRÍA, Agustina Rosa; RIBEIRO, Francis Lee. O Processo de tomada de consciência e a formação de conceitos da educação ambiental na formação inicial de professores de ciências/química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 803-834, 2017.

DA SILVA, Sorái Vaz; LORENZETTI, Leonir. Formação de conceitos em ciências: as potencialidades de um curso de formação continuada para professores generalistas. *Ciências em Foco*, v. 10, n. 2, 2017.

DE SOUZA, Rosangela Vieira; JÓFILI, Zélia Maria Soares. Galperin no ensino de ciências: uma sequência didática enfocando a puberdade. *Amazônica*, v. 11, n. 2, p. 324-341, 2013.

DELIZOICOV, Dom; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. Producing a systematic review. In: BUCHANAN, D. A.; BRYMAN, A. (Ed.). *The SAGE handbook of organizational Research methods*. Los Angeles; London : SAGE, 2009.

DE MESQUITA ASSIS, Aline Mota. Formação do conceito de transformação linear de acordo com os pressupostos de Davydov. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 21, n. 3, 2019.

DJUDIN, Tomo. Promoting students' conceptual change by integrating the 3-2-1 reading technique with refutation text in the physics learning of buoyancy. *Journal of Turkish Science Education*, v. 18, n. 2, p. 290-303, 2021.

DRIVER, R., & EASLEY, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84. doi:10.1080/03057267808559857

DRIVER, Rosalind et al. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational researcher**, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

DRIVER, Rosalind; BELL, Beverley. Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School science review*, v. 67, n. 240, p. 443-56, 1986.

DUIT, Reinders. Research on students' conceptions—developments and trends. In: *Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca. 1993.

DURUK, Umit; AKGÜN, Abuzer; GÜNGÖRMEZ, Hatice Gülmez. Exploring the impact of common knowledge construction model on students' understandings of heat transfer: Exploring the impact of common knowledge. *International Journal of Curriculum and Instruction*, v. 13, n. 1, p. 114-136, 2021.

El-Hani, Charbel Nino, e Nelio Marco Vincenzo Bizzo. "Formas De Construtivismo: Mudança Conceitual E Construtivismo Contextual." *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)* 4.1 (2002): 40-64.

FENNER, M. Reference management meets Web 2.0. *Cellular Therapy and Transplantation*, v.2, n.6, p.1-3, 2010.

FELICETTI, Suelen Aparecida; ISABEL, Isabel Cristina Miorando Luft; OHSE, Marcos Leandro. Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, v. 12, n. 2, p. 32-49, 2017.

FONTANA, R. C. Mediação pedagógica na sala de aula. Campinas: Autores Associados, 1996.

FOSNOT, Catherine Twomey; PERRY, Randall Stewart. Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*, v. 2, n. 1, p. 8-33, 1996.

FOSNOT, Catherine Twomey. Rethinking science education: A defense of Piagetian constructivism. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 9, p. 1189-1201, 1993.

FUADI, Fitri Nurzakiah et al. Students' Conceptual Changes on the Air Pressure Learning Using Predict-Observe-Explain Strategy. In: *Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar)*. Indonesia University of Education. Jl. Mayor Abdurachman No. 211, Sumedang, Jawa Barat, 45322, Indonesia. Web site: <https://ejournal.upi.edu/index.php/mimbar/index>, 2020. p. 70-85.

FURMAN, Melina. O ensino de Ciências no Ensino Fundamental: colocando as pedras fundacionais do pensamento científico. São Paulo: Sangari Brasil, p. 20, 2009.

GALPERIN, P. I. A. La Formación de los conceptos y las acciones mentales. In: Quintanar, R. L & SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológica en el desarrollo del niño**, 440-450. Mexico, Trillas, 2011.

GALPERIN, P. I. A. Acerca del lenguaje interno. In: Quintanar, R. L & SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológica en el desarrollo del niño**, 451-460. Mexico, Trillas, 2011.

GALPERIN, P. I. A. Study of the intellectual development of the child. Soviet Psychology, Moscow, v. 27, n. 3, p. 26-44, maio/jun. 1989a.

GALPERIN, P. I. A. Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images. Soviet Psychology, Moscow, v. 27, n. 3, p. 45-64, maio/jun. 1989b.

GALPERIN, P. I. A. Organization of mental activity and effectiveness of learning. Soviet Psychology, v. 27, n. 3, p. 65-82, maio/jun. 1989c.

GALPERIN, P. I. A. The problem of attention. Soviet Psychology, v. 27, n. 3, maio/jun., p. 83-92, 1989 d.

GALPERIN, P.I. The problem of activity in soviet psychology. Journal of Russian and East European Psychology, Armonk, v. 30, n. 4, p. 37-59, july/aug. 1992b.

GILBERT, John K.; WATTS, D. Michael. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. 1983.

GLASERSFELD, Ernst von. Cognition, construction of knowledge, and teaching. In: Constructivism in science education. Springer, Dordrecht, 1998. p. 11-30.

GOBEC, Katja; STRGAR, Jelka. Effectiveness of the Conceptual Change Method on Understanding Plant Mass Increase. *Journal of Baltic Science Education*, v. 18, n. 4, p. 569-582, 2019.

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S. Clarifying differences between review designs and methods. *Systematic Reviews*, v. 1, n. 1, p. 28, 2012

HAYDARI, Veysel; COŞTU, Bayram. The effect of common knowledge construction model-based instruction on 5th grade students' conceptual understanding of biodiversity. *Journal of Education in Science Environment and Health*, v. 7, n. 3, p. 182-199, 2021.

HEWSON, Peter W.; THORLEY, N. Richard. The conditions of conceptual change in the classroom. *International journal of science education*, v. 11, n. 5, p. 541-553, 1989.

Hewson, P. W. *Conceptual change in science teaching and teacher education*. National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Espanha. 1992.

ISCAN, Yilmaz Vahit; SEYHAN, Hatice Güngör. The Effect of the 5E Learning Model Supported with Material Ensuring Conceptual Change on Science Achievement: The Example of " Heat and Temperature". In: *Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar)*. Indonesia University of Education. Jl. Mayor Abdurachman No. 211, Sumedang, Jawa Barat, 45322, Indonesia. Web site: <https://ejournal.upi.edu/index.php/mimbar/index>, 2021. p. 250-280.

LACANALLO, LUCIANA FIGUEIREDO. *O Processo de Mudança Conceitual no Ensino de Ciências Naturais na Perspectiva dos Professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental*. Disse. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2005.

LEITE, C. A. R.; LEITE, E. C. R.; PRANDI, L. R. A aprendizagem na concepção histórico cultural. *Akrópolis Umuarama*, v. 17, n. 4, p. 203-210, out./dez. 2009.

LEONTIEV, A. *O desenvolvimento do psiquismo*. 2 ed. São Paulo. Centauro, 2004.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of clinical epidemiology*, 62(10), e1-e34.

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. A química no ensino fundamental: uma proposta em ação.

In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs.). Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 89-107.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR JÚNIOR, Orlando; DE CARO, Carmen Maria. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 17, p. 855-871, 2011.

LONGAREZI, Andréa Maturano; FRANCO, Patrícia Lopes Jorge. A formação-desenvolvimento do pensamento teórico na perspectiva histórico-cultural da atividade no ensino de matemática. **Revista Educativa-Revista de Educação**, v. 19, n. 2, p. 526-561, 2017.

MATTHEWS, Michael R. A bibliography for philosophy and constructivism in science education. *Science & Education*, v. 6, n. 1, p. 197-201, 1997

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

MATTHEWS, Michael R. Constructivism and science education: Some epistemological problems. **Journal of Science Education and Technology**, v. 2, n. 1, p. 359-370, 1993.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. UFMG, 2000

MORTIMER, Eduardo Fleury. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 242-249, 1992

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil; EL-HANI, Charbel N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, n. 30, 2011.

Mortimer, E. F. Construtivismo, Mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**. V.1, n-1, 1996

MUNARI, Alberto. Jean Piaget. Trad e org: Daniele Saheb. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

Mota, Ana Rita Lopes, e João Lopes Dos Santos. "Investigating Students' Conceptual Change about Colour in an Innovative Research-based Teaching Sequence." *Investigações Em Ensino De Ciências* 23.1 (2018): 95-110.

NADELSON, Louis S. et al. Conceptual change in science teaching and learning: Introducing the dynamic model of conceptual change. *International Journal of Educational Psychology*, v. 7, n. 2, p. 151-195, 2018.

NARDI, Roberto; GATTI, Sandra Teodoro. Concepções Espontâneas, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas três décadas. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 1, p. 27-39, 2005.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; PACHECO, Otmara Gonzalez. Formação de conceitos segundo a teoria de assimilação de Galperin. **Cadernos de Pesquisa**, n. 105, p. 92-109, 2013.

NÚÑEZ, I. B. RAMALHO, B. L.; OLIVEIRA, M. V. F. A formação de habilidades gerais no contexto escolar: contribuições da Teoria de P. Ya. Galperin. **P. Ya. Galperin e a Teoria da Assimilação Mental por Etapas**: pesquisas e experiências para um ensino inovador. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2016.

NUÑEZ, Isauro Beltrán; **VYGOTSKY, Leontiev. Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, p. 25-127, 2009.

NUÑEZ I.B.; PACHECO, O.G.; La Formación de Conceptos Científicos: una Perspectiva desde la Teoría de la Actividad. Natal: EDUFERN, 1997.

NUSSBAUM, Joseph. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 5, p. 530-540, 1989.

OGBORN, Jon - Constructivist Metaphors of Learning Science. In: *Science & Education*, v. 6, 1997. pp. 121-133.

O'LOUGHLIN, Michael. Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of research in science teaching*, v. 29, n. 8, p. 791-820, 1992.

OSBORNE, Roger; WITTROCK, Merlin. The generative learning model and its implications for science education. 1985.

PERTILE, Eliane Brunetto; MORI, Nerli Nonato Ribeiro. A educação da criança e o desenvolvimento dos conceitos científicos frente à formação (des) humana na sociedade de classes. **Revista HISTEDBR** On-line, v. 16, n. 70, p. 359-369, 2016.

PIAGET, Jean. *Psicologia da Inteligência*. Trad.: Librairie Armand Colin. ed. 2. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983

PIAGET, Jean.. *A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento*. Trad.: Marion M. S. Penna. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

PIAGET, Jean. *O Raciocínio na Criança*. Trad. Valerie Rumjanek Chaves. Rio de Janeiro: Record, 1967. 241p.

PIOTTO, D. C. Bases vigotskianas da Atividade Orientadora de Ensino. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica** , v. 4, n. 2, p. 334-354, 24 set. 2020.

Posner, G.J., Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W.A.; Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, 66(2), 211-227. 1982.

POTTMEIER, Sandra; DE SOUSA GUILHERME, Luiz Herculano; DA SILVA FISTAROL, Caique Fernando. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. **DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação**, v. 21, n. 1, p. 182-186, 2019.

RAMOS, Altina; FARIA, Paulo M.; FARIA, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

ROSA, Ceci Werner da; PEREZ, Carlos Ariel Salmodio; DRUM, Carla. Ensino de Física nas Séries Iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre. V. 12, n. 3, p. 1-11, 2007.

ROWELL, Jack A. Piagetian epistemology: Equilibration and the teaching of science. *Synthese*, v. 80, n. 1, p. 141-162, 1989.

SANCHIS, Isabelle de Paiva; MAHFOUD, Miguel. Construtivismo: desdobramentos teóricos e no campo da educação. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 4, n. 1, p. 18-33, 2010.

SANTA, Fernando Dala; BARONI, Vivian. As raízes marxistas do pensamento de Vigotski: contribuições teóricas para a psicologia histórico-cultural. **Marília: Kínesis**, v. 6, n. 12, p. 1-16, 2014.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Do ensino de ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem efetiva. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, 1996

SCHROEDER, Edson. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. *Atos de pesquisa em educação*, v. 2, n. 2, p. 293-

318, 2007. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/viewFile/569/517#:~:text=Ou%20seja%2C%20os%20conceitos%20cient%C3%ADficos,teor%C3%ADa%20hist%C3%B3ria%20Cultural%2C%20Vygotsky.&gt;> Acesso em 19 de julho de 2020.

SILVA, Petronildo Bezerra da. Desenvolvimento e avaliação de uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos estudantes e elaborada com base na teoria da formação das ações mentais por etapas de Galperin. 2011.

SMITH, J. P., DISESSA, A. A., & ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. **The Journal of the Learning Sciences**, 3, 1993, 115–163.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. - 1992: A Revisionist Theory of conceptual change. In Duschl & Hamilton (Eds.): **Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice**. - Albany, NY, SUNY Press. <[https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=bJpW2WvfVkcC&oi=fnd&pg=PA147&dq=A+revisionist+theory+of+conceptual+change&ots=1f8mPi5Hwh&sig=ki\\_40BGxPdPmhv3igO0IGpxOIBU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=A%20revisionist%20theory%20of%20conceptual%20change&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=bJpW2WvfVkcC&oi=fnd&pg=PA147&dq=A+revisionist+theory+of+conceptual+change&ots=1f8mPi5Hwh&sig=ki_40BGxPdPmhv3igO0IGpxOIBU&redir_esc=y#v=onepage&q=A%20revisionist%20theory%20of%20conceptual%20change&f=false)>

TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini; BERTOLLI FILHO, Claudio. CORPO E EDUCAÇÃO: AS REPRESENTAÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL BODY AND EDUCATION: REPRESENTATIONS OF ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS. in Ensino de ciências e matemática, II : temas sobre a formação de conceitos / Ana Maria de Andrade Caldeira (org.). – São Paulo : Cultura Acadêmica, 2009.

TALIZINA, N.F. Psicología de la enseñanza. Moscou: Progreso, 1988. (Biblioteca de Psicología Soviética).

TALIZENA, N.F. . La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza, 2009

TOULMIN, S. - 1972 - Human Understanding. Princeton: University Press.

UTTER, Brian C. et al. My Science Is Better than Your Science: Conceptual Change as a Goal in Teaching Science Majors Interested in Teaching Careers about Education. *Teacher Educators' Journal*, v. 11, p. 12-21, 2018.

VAIRO, Alexandre Cunha; REZENDE FILHO, Luiz Augusto Coimbra de. Perfil Conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdos de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 15, p. 193-208, 2013.

VOSNIADOU, Stella; BREWER, William F. Theories of knowledge restructuring in development. **Review of educational research**, v. 57, n. 1, p. 51-67, 1987.

VOSNIADOU, S. Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), **Intentional conceptual change** (pp. 377–406). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003.

VOSNIADOU, Stella; VAMVAKOUSSI, Xenia; SKOPELITI, Irini. The framework theory approach to the problem of conceptual change. **International handbook of research on conceptual change**, p. 3-34, 2008.

VYGOTSKY, Lev Semenovich et al. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins fontes, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.  
\_\_\_\_\_. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente**. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. tradução Paulo Bezerra. **Psicologia e pedagogia** - São Paulo : Martins Fontes, 2000.

WOLDEAMANUEL, Yenenesh Workneh; ABATE, Nega Tassie; BERHANE, Dessalegn Ejigu. Effectiveness of Concept Mapping Based Teaching Methods on

Grade Eight Students' Conceptual Understanding of Photosynthesis at Ewket Fana Primary School, Bahir Dar, Ethiopia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 16, n. 12, 2020.

YAMAKAWA, Eduardo Kazumi et al. Comparing the bibliographic management softwares: Mendeley, EndNote and Zotero. **Transformação**, v. 26, n. 2, p. 167-176, 2014.

Zaugg, H. et al. Mendeley: Creating communities of scholarly inquiry through research collaboration. *TechTrends*, v.55, n.1, p.32-36, 2011.