



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

RENATO MARCONDES

**O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM ADULTOS: UM ESTUDO DE CASO COM
LICENCIANDOS DE FÍSICA E QUÍMICA**

PONTA GROSSA

2020

RENATO MARCONDES

O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM ADULTOS: UM ESTUDO DE CASO COM
LICENCIANDOS DE FÍSICA E QUÍMICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração Espaços Formais e não Formais no Ensino de Ciências, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientador:
Silvio Luiz Rutz da Silva

PONTA GROSSA

2020

M321 Marcondes, Renato
O desenvolvimento cognitivo em adultos: um estudo de caso com licenciandos de física e química / Renato Marcondes. Ponta Grossa, 2020. 186 f.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Área de Concentração: Espaços Formais e Não Formais no Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Sílvio Luiz Rutz da Silva.

1. Epistemologia genética. 2. Teoria dos campos conceituais. 3. Ensino superior. I. Silva, Sílvio Luiz Rutz da. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Espaços Formais e Não Formais no Ensino de Ciências. III. T.

CDD: 530.1



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

RENATO MARCONDES

"O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM ADULTOS: UM ESTUDO DE CASO COM LICENCIANDOS DE FÍSICA E QUÍMICA"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa 09 de dezembro de 2020.

Membros da Banca:

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva - (UEPG) – Presidente

Profa. Dra. Amanda de Mattos Pereira Mano - (UFMS)

Profa. Dra. Celia Finck Brandt - (UEPG)

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade – (UEPG)



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 24/11/2020, às 12:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Silvio Luiz Rutz da Silva, Professor(a)**, em 09/12/2020, às 16:40, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Chaves de Andrade, Professor(a)**, em 09/12/2020, às 18:45, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Amanda de Mattos Pereira Mano, Usuário Externo**, em 10/12/2020, às 11:42, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0359291** e o código CRC **6A8BBAF3**.

Dedico esta dissertação aos meus pais, **Amália e Renato**, por todo o apoio e zelo nestes dois anos e meio de estudos, e, principalmente por jamais deixarem de acreditar em mim...

À minha irmã e cunhada, **Scheila e Aline**, e meus sobrinhos, **Patrícia e Pedro Eduardo**, por todo carinho e paciência.

À minha amada avó **Nair** (*in memoriam*), que sempre me incentivou, e infelizmente não pode compartilhar deste momento.

À minha querida amiga, **Sandra**, que sempre me apoiou e me inspirou nesta jornada da pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Silvio**, meu querido orientador, que com toda sua serenidade, profissionalismo, competência e principalmente amor à docência, auxiliou-me nestes dois anos e meio, possibilitando a conclusão deste trabalho, um sonho desde a graduação. E meu obrigado especial por me apresentar um projeto de vida, o RONDON, que com certeza levarei no coração, bem como os amigos e amigas que ele me trouxe.

Aos membros da banca examinadora, **Profa. Amanda de Mattos Pereira Mano**, **Prof. André Vitor Chaves de Andrade** e a **Profa. Célia Finck Brandt**, que prontamente aceitaram o convite para participar, e cujas contribuições foram inestimáveis para a construção deste trabalho.

Ao nosso amado programa, **PPGECEM**, que de uma forma única e amável me acolheu, tornando esses dois anos e meio de estudo, embora árduos, responsável por memórias inesquecíveis, e por me trazer amigos que com toda certeza levarei para o resto da vida.

Aos sujeitos participantes da pesquisa, sem os quais, nada disso seria possível. Meus sinceros agradecimentos por seu tempo, paciência e vontade em contribuir para o avanço nas pesquisas da área de ensino de ciências.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro concedido por meio de bolsa de pesquisa para realização deste trabalho, e que foi de extrema importância para a permanência no programa, bem como na dedicação e qualidade desta pesquisa.

À minha família, tão única, que sempre compreenderam as dificuldades e a ausência para se chegar até este momento. Em especial a minha querida prima **Giseli**, pelas inúmeras palavras de apoio e incentivo durante esta jornada.

Às minhas queridas amigas **Adriane** e **Daniele**, e ao meu querido amigo **Fernando**, meu muito obrigado pelo convívio, amizade, apoio, caronas... por tudo nestes inúmeros anos de amizade.

Aos meus pais, um sincero e especial agradecimento, por serem antes de tudo, meus maiores incentivadores e meu apoio em todos os momentos da minha vida. Sem vocês, este trabalho não seria possível.

E por fim, para todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação, os meus mais sinceros agradecimentos.

Todo esse esforço de desvelamento do sujeito epistêmico serve para indicar o caminho da formação do próprio
sujeito humano, em todas as suas dimensões.
(Fernando Becker)

RESUMO

A Epistemologia Genética de Jean Piaget, e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, constroem-se enquanto importantes teorias no campo do ensino de ciências, por meio de seus pressupostos auxiliando na compreensão dos processos cognitivos e dos conceitos envolvidos no ensino-aprendizagem, sendo adotadas como referenciais teóricos deste trabalho. Com base nisso, fundamenta-se como objetivo geral desta pesquisa “inferir quais características do desenvolvimento cognitivo segundo a teoria de Jean Piaget se fazem mais evidentes em discentes das licenciaturas em física e química da UEPG, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano, dos referidos cursos”, e para tal, elencou-se como objetivo específico “Apontar o desenvolvimento cognitivo dos discentes em atividades operatórias piagetianas”. Sendo de natureza qualitativa, a metodologia adotada foi baseada em um agrupamento de delineamentos metodológicos, sendo a pesquisa bibliográfica, estudo de caso, pesquisa *ex-post-facto*, e o método clínico crítico. Utilizou-se como instrumentos de coleta de dados, um questionário investigativo, e as seguintes atividades operatórias piagetianas: i) Conservação do Volume; ii) Operações Combinatórias; e iii) Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores. Ainda, foi realizada uma coleta de dados iniciais que contou com a aplicação do questionário investigativo, e a aplicação de duas atividades operatórias piagetianas (i e ii) inspiradas no método clínico crítico. Após esta coleta inicial, realizou-se nova coleta de dados, seguindo todos os protocolos do método clínico crítico, e gravadas em áudio e vídeo, sendo aplicadas as atividades i, ii, e iii. Com este conjunto de dados, pode-se inferir que os sujeitos estão em um processo de transição de aspectos do pensamento operatório concreto para o pensamento operatório formal, corroborados por aspectos evidenciados pela teoria vergnaudiana. Portanto, evidencia-se de maneira alarmante a necessidade de ações educativas, que levem em consideração os aspectos cognitivos dos estudantes, mas para além disso, que também proporcionem o desenvolvimento de tais estruturas, elevando o sujeito ao seu status de estudante universitário, dentro de todas as possibilidades que este contexto educacional e científico requer.

Palavras-chave: Epistemologia Genética, Teoria dos Campos Conceituais, Ensino Superior.

ABSTRACT

Jean Piaget's Genetic Epistemology and Gérard Vergnaud's Conceptual Field Theory constructed as essential theories in science education through their assumptions helping to understand the cognitive processes and concepts needed in teaching-learning, adopted as theoretical references of this work. Based on this, the general objective of this research is based, being "to infer which characteristics of the cognitive development according to the theory of Jean Piaget become more evident in students of the degrees in physics and chemistry at UEPG, regularly enrolled in the 1st or 2nd year, of the courses", and for that, it was listed as a specific objective "To point out the cognitive development of students in Piagetian operative activities". Being of a qualitative nature, the adopted methodology was based on a grouping of methodological designs, being a bibliographic research, case study, ex-post-facto research, and the critical clinical method. As an instrument of data collection, an investigative questionnaire and the following Piagetian operative activities used: i) Volume conservation; ii) Combinatory Operations, and iii) Combination of Colored and Colorless Chemical Bodies. Since an initial data collection was carried out, which included the application of the investigative questionnaire and the application of two Piagetian operative activities (i and ii) inspired by the critical clinical method, after this initial collection, a new data collection performed, following all the protocols of the critical clinical method, and recorded in audio and video, with activities i, ii, and iii applied. With this set of data, it could be inferred that the subjects are in the process of transition from aspects of concrete operative thinking to formal operative thinking, corroborated by aspects evidenced by the Vergnaudian theory. Therefore, there is a dire need for educational actions that consider the student's cognitive aspects. However, besides, that also provides the development of such structures, elevating the subject to his status as a university student, within all the possibilities, this educational and scientific context requires.

Keywords: Genetic Epistemology, Conceptual Field Theory, Higher Education.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 01 – Incorporação Metodológica da Revisão Sistemática ao Ensino de Ciências.....	20
Imagem 02 – Diagrama de Fluxo de Quatro Fases.....	22
Imagem 03 – Diagrama de Fluxo de Quatro Fases da RS.....	29
Imagem 04 – Dendograma do Corpus Textual da RS.....	40
Imagem 05 – Conservação de quantidades contínuas.....	66
Imagem 06 – Conservação do Peso.....	71
Imagem 07 – Mapa Conceitual para a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud....	77
Imagem 08 – Relações Aditivas de Base.....	82
Imagem 09 – Mapa Conceitual para o Esquema na Teoria dos Campos Conceituais.....	84
Imagem 10 – Representação Gráfica do Conceito de Invariante Operatório.....	86
Imagem 11 – Representações Simbólicas para o caso das estruturas aditivas.....	88
Imagem 12 – Relação dos aspectos que compõem o delineamento da pesquisa.....	97
Imagem 13 – Modelos de Significação.....	100
Imagem 14 – Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume.....	108
Imagem 15 – Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias.....	110
Imagem 16 – Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores.....	111
Imagem 17 – Atividade inspirada nas atividades operatórias piagetianas de conservação do volume.....	120
Imagem 18 – Resolução sujeito QUI08.....	125
Imagem 19 – Resolução sujeito QUI06.....	126
Imagem 20 – Resolução sujeito FIS07.....	126
Imagem 21 – Resolução sujeito FIS01.....	127
Imagem 22 – Resolução sujeito FIS09.....	127
Imagem 23 – Resolução sujeito FIS01 durante a entrevista clínico crítica.....	150

Imagem 24 – Combinações sujeito QUI02 para seis cores..... 153

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Número de Registros por ano.....	37
Gráfico 02 – Mapa Coroplético de Pesquisas da Revisão Sistemática.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS	30
Quadro 02 – Principais aspectos do corpus textual analisado	41
Quadro 03 – Ação como condição necessária ao conhecimento	52
Quadro 04 – Os conceitos de calor e temperatura	80
Quadro 05 – Os Invariantes Operatórios relacionados ao calor e temperatura	87
Quadro 06 – As Representações Simbólicas referentes ao Conceito de Calor	89
Quadro 07 – Perfil Formativo dos Sujeitos Investigados	116
Quadro 08 – Respostas da atividade de conservação do volume da primeira coleta de dados	120
Quadro 09 – Respostas da atividade de operações combinatórias da primeira atividade	128
Quadro 10 – Situação problema de Conservação do Volume	143
Quadro 11 – Resumo do desempenho dos sujeitos nas atividades operatórias piagetianas.....	161
Quadro 12 – Normas de transcrição para falas dos entrevistados	131

LISTA DE SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CDI	Cálculo Diferencial e Integral
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CNRD	Centre National de la Recherche Scientifique
ERIC	Centro de Informação de Recursos Educacionais
FIS	Física
FUND	Fundamental
GRAD	Graduação
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IPDT	Inventário de Tarefas de Desenvolvimento de Piaget
IRaMuTeQ	Interface R para análises Multidimensionais de Textos e Questionários
LACCOS	Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição
LIC	Licenciatura
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PPGECM	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
QUI	Química
QUORUM	Relatório de Qualidade de Meta-Análises
RS	Revisão Sistemática
RST	Reagrupamento de Segmentos de Textos
ST/STS	Segmentos de Textos
TCC	Teoria dos Campos Conceituais
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UCE	Unidades de Contexto Elementares
UCI	Unidades de Contexto Iniciais
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESPAR	Universidade Estadual do Paraná

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2 – A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA NO ENSINO SUPERIOR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	19
2.1 A REVISÃO SISTEMÁTICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	19
2.1.1 Protocolo PRISMA	21
2.1.2 Software IRaMuTeQ	23
2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA	26
2.2.1 As Bases de Dados	26
2.2.2 Aplicando o Protocolo PRISMA	27
2.3 O QUE AS PESQUISAS NOS DIZEM?	29
2.3.1 Síntese Quantitativa dos Registros Elencados.....	29
2.3.2 Síntese Qualitativa dos Registros Elencados.....	43
CAPÍTULO 3 – A TEORIA DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO	48
3.1 CONHECENDO JEAN PIAGET	48
3.2 O SUJEITO EPISTÊMICO	50
3.2.1 As Ações e Aspectos de Um Sujeito Epistêmico	50
3.3 DO SUJEITO EPISTÊMICO AO SUJEITO PSICOLÓGICO	54
3.4 A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA	55
3.4.1 O Universo Não Representado - Estágio Sensorio Motor.....	57
3.4.2 Representação, Linguagem e Socialização – Estágio Pré-operatório.....	59
3.4.3 O Universo Concreto	63
3.4.3.1 O primeiro subestágio das operações “concretas”.....	63
3.4.3.2 O segundo subestágio das operações “concretas”	68
3.4.4 O Universo Formal - Estágio das Operações Formais	71
CAPÍTULO 4 – A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS.....	75
4.1 CONHECENDO GÉRARD VERGNAUD.....	75
4.2 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS	76
4.2.1 Conceito.....	79
4.2.2 Situações (S).....	80
4.2.3 Esquemas	83
4.2.4 Invariantes Operatórios.....	85
4.2.5 Representações Simbólicas (R)	87
CAPÍTULO 5 – PERCURSO METODOLÓGICO	91
5.1 OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	91
5.1.1 O Problema de Pesquisa	91
5.1.2 A Asserção da Pesquisa.....	92
5.1.3 Objetivos da Pesquisa.....	92
5.1.3.1 Objetivo geral	92
5.1.3.2 Objetivo específico	92

5.1.4 Justificativa da Pesquisa	92
5.1.5 Caracterização dos Participantes da Pesquisa	93
5.1.6 Considerações Éticas	95
5.1.7 Caracterização da Pesquisa.....	95
5.2 O MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO PIAGETIANO.....	98
5.2.1 Considerações Sobre Sua Aplicação	101
5.3 A COLETA DE DADOS	103
5.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	107
5.4.1 Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume	108
5.4.2 Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias	109
5.4.3 Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores	111
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	113
6.1 ACERCA DAS APROXIMAÇÕES ENTRE PIAGET E VERGNAUD	113
6.2 A CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS INVESTIGADOS	116
6.3 A PRIMEIRA COLETA DE DADOS INSPIRADA NO MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO	119
6.4 A COLETA DE DADOS COM BASE NO MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO E NAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS	131
6.4.1 Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume	132
6.4.2 Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias	146
6.4.3 Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Coloridos.....	155
6.4.4 Os Sujeitos... As Atividades Operatórias Piagetianas/Situações-problemas... E as Ações Educativas.....	160
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	165
REFERÊNCIAS	167
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	179
APÊNDICE B – PROTOCOLOS DAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS	181
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PRELIMINAR.....	185

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Durante a graduação em Licenciatura em Química, cursada na Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, *campus* União da Vitória, deparei-me logo no início do curso com algumas dificuldades no tocante à aprendizagem, principalmente nos conteúdos específicos ao curso, tais como a compreensão de números quânticos, teorias dos modelos atômicos, ligações químicas, entre outros. Em primeiro momento, inferi que tais dificuldades poderiam ser pertinentes a minha formação básica, porém, em discussões com discentes do próprio curso, observei que não se tratava de dificuldades inerentes a mim, e sim, da grande maioria do grupo, embora ainda não conseguisse perceber uma regularidade entre as mesmas.

Em um segundo momento, o currículo do curso de graduação permitiu o contato com alguns teóricos da aprendizagem, tais como: Skinner, Freud, Piaget, Vigotsky, Wallon, entre outros. Tal proximidade despertou-me a inquietação sobre as teorias de aprendizagem e como se relacionavam com o problema supracitado. Sendo que, entre as teorias estudadas, uma delas se destacou mais perante a minha inquietação, sob uma perspectiva construtivista, a teoria de Jean Piaget. Neste viés, consegui observar que poderia haver uma correlação entre as dificuldades observadas e a teoria deste estudioso, por meio dos estágios do desenvolvimento cognitivo.

Apesar de não ter desenvolvido trabalhos diretamente relacionados a esta temática ou este autor durante a graduação, procurei fundamentar-me por meio de pesquisas sobre a Epistemologia Genética de Jean Piaget. Ao finalizar a graduação, e em busca de mais explicações acerca do tema desenvolvimento cognitivo, realizei uma especialização em Ensino de Química, a qual me proporcionou uma visão ampla sobre os processos de ensino e aprendizagem, porém insuficiente aos questionamentos sob a perspectiva piagetiana.

Dado esse fato, deparei-me em busca de programas de pós-graduação *stricto sensu* voltados para esta temática, chegando ao Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) no qual submeti um projeto inicialmente voltado para a investigação dos estágios de desenvolvimento cognitivo sob a luz da teoria piagetiana, com alunos do ensino médio. Porém, após o amadurecimento sobre a temática, junto ao orientador, estruturou-se a pesquisa com as características que se descrevem a seguir, envolvendo agora, os discentes universitários.

O problema da pesquisa foi proposto com base no fenômeno de interesse, que trata das “estruturas cognitivas de sujeitos adultos”, juntamente a percepção da carência de trabalhos relacionados a este fenômeno. Portanto, elaborou-se o seguinte problema “**quais estágios do**

desenvolvimento cognitivo estão mais evidentes nos discentes das Licenciaturas de Física e em Química, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano das referidas graduações?”

Com base no problema supracitado, observa-se como uma provável asserção que os sujeitos investigados, apresentem com maior evidencia aspectos do pensamento operatório formal. Considerando-se a base teórica cognitivista de Jean Piaget, sendo: o sujeito a partir dos 11-12 anos de idade já apresenta possibilidade de tais aspectos, e que tendem a continuar se desenvolvendo com o passar dos anos.

Quanto aos objetivos, elenca-se como **objetivo geral** desta pesquisa: **inferir quais características do desenvolvimento cognitivo segundo a teoria de Jean Piaget se fazem mais evidentes em discentes das licenciaturas em física e química da UEPG, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano, dos referidos cursos.**

Buscando dar suporte ao desenvolvimento do objetivo geral, elencou-se como **objetivo específico**:

i. Apontar o desenvolvimento cognitivo dos discentes em atividades operatórias piagetianas;

Espera-se com os resultados encontrados, discutir ações educativas com base no desenvolvimento cognitivo observado nos sujeitos, possibilitando uma abordagem mais assertiva nos processos de ensino-aprendizagem, compreendendo e considerando o desenvolvimento cognitivo dos ingressantes nos cursos de Licenciatura em Física e em Química da UEPG.

Os sujeitos da pesquisa foram 18 graduandos, sendo 10 do curso de Licenciatura em Física e 08 do curso de Licenciatura em Química da UEPG, com idade média de 19,9 anos, sendo 50% do sexo feminino e 50% do sexo masculino.

A construção metodológica desta pesquisa ocorreu integrando-se uma diversidade de delineamentos metodológicos, como a pesquisa bibliográfica, a pesquisa *ex-post-facto*, o estudo de caso e o método clínico crítico, compreendendo-se como uma pesquisa de natureza qualitativa. Para a coleta de dados, utilizou-se como instrumentos as atividades operatórias piagetianas e um questionário preliminar semiestruturado.

A dissertação segue estruturada inicialmente com o Capítulo 1, trazendo a introdução desta pesquisa, apresentando-se o percurso do autor até o momento de sua escrita, e as principais características que a formam.

No Capítulo 2, é construído uma Revisão Sistemática – RS que busca pesquisas que investiguem aspectos cognitivos em discentes do ensino superior, por meio de atividades operatórias piagetianas, formando assim, o marco teórico desta dissertação de mestrado.

O Capítulo 3 e 4 apresentam a o referencial teórico desta pesquisa, sendo, respectivamente, a Epistemologia Genética de Jean Piaget que fornece subsídios para compreender os processos cognitivos investigados, e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud que busca complementar e ampliar a visualização dos dados coletados.

O Capítulo 5 apresenta o delineamento metodológico adotado, bem como os cursos e percursos que formaram a estrutura desta pesquisa.

O Capítulo 6 apresenta as discussões acerca dos dados coletados, finalizando-se com as Considerações Finais, Referências e Apêndices.

CAPÍTULO 2 – A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA NO ENSINO SUPERIOR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Objetiva-se neste capítulo, apresentar uma Revisão Sistemática (RS) de pesquisas que investiguem aspectos cognitivos em discentes do ensino superior, por meio de atividades operatórias piagetianas. Visando situar o leitor acerca do cenário que permeia o contexto em que esta pesquisa está presente.

Inicia-se buscando fundamentar a adoção da RS e do protocolo PRISMA em uma pesquisa em Ensino de Ciências, pois tal metodologia de revisão tem sua origem e ampla utilização na área da ciência da saúde.

2.1 A REVISÃO SISTEMÁTICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Para dar início ao que se constitui enquanto marco teórico desta pesquisa, buscou-se realizar uma RS da produção científica relacionada ao tema estudado, pautando-se nas definições do trabalho de Bortelho; Cunha e Macedo (2011, p. 124),

Os artigos de revisão, assim como outras categorias de artigos científicos, são uma forma de pesquisa que utiliza fontes de informações bibliográficas ou eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisa de outros autores, com o objetivo de fundamentar teoricamente um determinado tema. Duas categorias de artigos de revisão são encontradas na literatura: as revisões narrativas e as revisões sistemáticas. Esta última se subdivide em quatro outros métodos (ROTHER, 2007): meta-análise, revisão sistemática, revisão qualitativa e revisão integrativa.

A RS pode ser compreendida como um multimétodo¹, que aplicado a pesquisa em ensino de ciências pode contemplar os aspectos relevantes desta área, por meio de um conjunto de ferramentas e técnicas capazes de suprir tais necessidades.

No que se refere as especificidades da pesquisa em ensino de ciências, toma-se como base o trabalho de Mol (2017), que aborda as questões da pesquisa em ensino de química de maneira polifônica e plural, permitindo-nos uma aproximação entre as diferentes áreas do conhecimento, como em ensino da física e da biologia, ou seja, o próprio ensino de ciências.

Observa-se que o ensino de ciências apresenta um objeto de pesquisa diferente das áreas das “ciências naturais”², sendo tal objeto “as questões relacionadas à sua apropriação no ambiente escolar” (MOL, 2011, p. 21). Para a consolidação do ensino de ciências mediante seu

¹ [...] delineamento metodológico integrando técnicas oriundas das duas metodologias a fim de se obterem dados sólidos (característicos da metodologia quantitativa), profundos, e reais (característicos da metodologia qualitativa). Esta integração implica delineamentos de pesquisa que considerem os pontos fortes e fracos que cada método apresenta diferentemente, ampliando e complementando, assim, os conhecimentos sobre um determinado objeto de estudo (SANTOS; GRECA, 2013, p. 30).

² Conhecimento que se destina a entender e manejar os fenômenos naturais (MORAES, 2010, p. 549)

objeto de estudo, observou-se a incorporação de teorias e modelos utilizados nas ciências humanas, visando uma melhor compreensão dos processos de ensino. (MOL, 2017).

Porém, observa-se também uma aproximação entre as ciências humanas e as ciências naturais, buscando uma formalização em aspectos metodológicos, recaindo em dois polos distintos, mas complementares, a saber: o objetivismo das ciências naturais (aspectos quantitativos) e o subjetivismo das ciências humanas (aspectos qualitativos). E desta relação emerge a necessidade de procedimentos metodológicos que atendam a pesquisa em ensino de ciências, contemplando seu objeto de pesquisa, e conjuntamente os aspectos objetivos e subjetivos. (MOL, 2017).

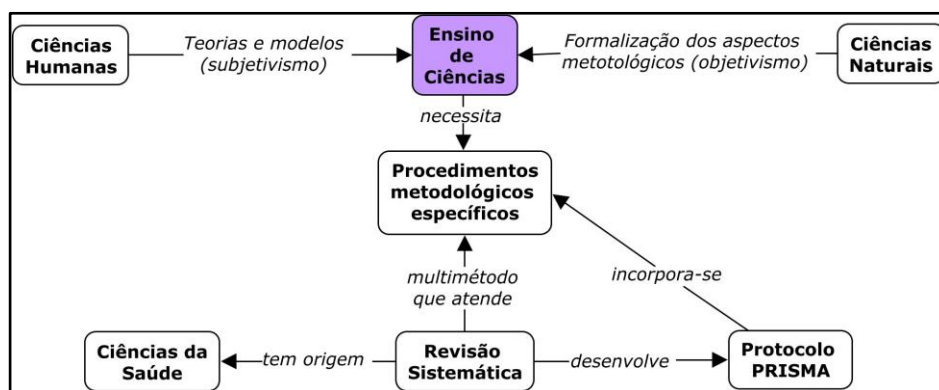
Para além das ciências naturais e humanas, que proporcionam bases metodológicas para a pesquisa em ensino de ciências, incorporam-se também aspectos metodológicos advindos das ciências da saúde, como abordado por Azevedo e Scarpa (2017, p. 583),

Em [...] trabalhos de revisão sistemática de áreas de pesquisa como a saúde, a transparência e a replicabilidade de suas etapas nos parecem apropriadas para revisões acuradas também para a área de Humanidades.

Portanto, para esta revisão de literatura adotou-se a RS por meio do protocolo PRISMA, que embora tenha sua origem nas ciências da saúde, pode ser incorporada nas pesquisas em ensino de ciências por contemplar aspectos que atendem as demandas desta área. Fato observado em pesquisas como as de Azevedo e Scarpa (2017); Silveira e Rocha (2016); Costa e Maia (2017); Furlanetto *et al.* (2018), entre outros.

Esta incorporação metodológica pode ser mais bem visualizada na Imagem 01, que apresenta o contexto supracitado:

Imagem 01 – Incorporação Metodológica da Revisão Sistemática em Ensino de Ciências



Fonte: Os Autores

2.1.1 Protocolo PRISMA

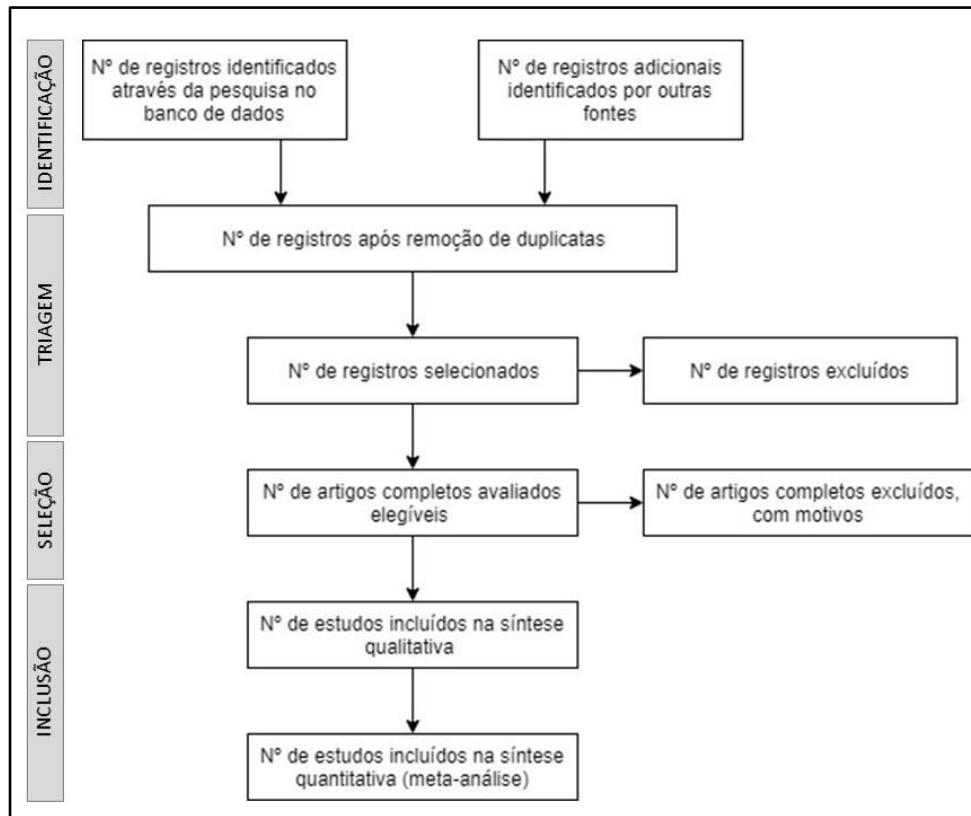
O baixo desempenho na qualidade das RS fomentou que a área das ciências da saúde elaborasse em 1996, por meio de vários pesquisadores, a Declaração QUORUM – Relatório de Qualidade de Meta-Análises³ (MOHER *et al.*, 2010), que buscava fornecer subsídios para uma RS que atendesse aos critérios científicos desde modelo de pesquisa. Posteriormente, em 2005, ocorreu em Ottawa – Canadá, uma nova reunião buscando revisar e expandir a declaração vigente. Deste encontro originou-se o Protocolo PRISMA para RS. (MOHER *et al.*, 2010).

Ainda de acordo com Moher *et al.* (2010), esta nova declaração é formada por uma lista de 27 itens de verificação, e um diagrama de fluxo de quatro fases, que tem por objetivo auxiliar os pesquisadores na elaboração de artigos de RS e meta-análises, com uma maior rigorosidade e qualidade, também podendo ser utilizado em RS de outras naturezas (BORTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011), além de avaliações críticas de RS já publicadas. Porém, os autores destacam que os itens de verificação não podem ser utilizados como instrumentos de avaliação de qualidade de artigos de RS, pois não foram elaborados com esta finalidade.

Para a estruturação desta RS adotou-se o diagrama de fluxo de quatro fases descrito no Protocolo PRISMA, demonstrado na Imagem 02, a seguir.

³ Quality of Reporting of Meta-Analyses.

Imagem 02 – Diagrama de Fluxo de Quatro Fases



Fonte: Moher *et al.*, 2010, p. 339, tradução nossa.

Para a execução deste diagrama, deve-se inicialmente realizar uma consulta mais ampla para o levantamento de material possivelmente relevante antes da realização de qualquer descarte, coletando-se em diferentes bancos de dados caso necessário, sendo o material elencado denominado de registros (correspondendo a primeira fase “identificação”), em seguida, realiza-se os primeiros descartes dos registros, podendo ser em sub etapas conforme as especificidades da pesquisa, este descarte inicial envolve registros duplicados, falta de acesso aos itens de análise como resumo, abstract e textos, e também registros que se afastem visivelmente do escopo da RS (correspondendo a segunda fase “triagem”).

Após a triagem, procura-se elencar dentre a amostra restante os registros que atendam aos critérios de elegibilidade da pesquisa, sendo neste ponto indicado os motivos para a exclusão de um determinado conjunto de registros (corresponde a terceira fase “seleção”), a última fase corresponde as sínteses qualitativas e quantitativas, ou seja, a interpretação e tratamento dos registros finais elencados (correspondente a quarta fase “inclusão”).

O tratamento estatístico, que se refere as sínteses quantitativas, não se faz obrigatórias dentro do protocolo PRISMA, sendo responsabilidade dos pesquisadores adotá-las ou não,

sendo que sua inclusão nas análises confere a terminologia de meta-análise ao PRISMA, conforme Moher *et al.* (2010, p. 336, tradução nossa):

Métodos estatísticos (meta-análise) podem ou não ser usados para analisar e resumir os resultados dos estudos incluídos. Meta-análise refere-se ao uso de técnicas estatísticas em uma revisão sistemática para integrar os resultados dos estudos incluídos.⁴

Destaca-se que a terminologia de meta-análise do protocolo PRISMA, não é o mesmo da meta-análise enquanto método de pesquisa propriamente dita, como é definida no trabalho de Botelho; Cunha e Macedo (2011), pois apresentam definições e propósitos de pesquisa distintos.

Nesta RS adotou-se o tratamento estatístico para os registros, e para tal incorporou-se o *Software* IRaMuTeQ – Interface R para análises Multidimensionais de Textos e Questionários⁵ (CAMARGO; JUSTO, 2013).

2.1.2 Software IRaMuTeQ

O objeto de pesquisa em ensino de ciências, como já discutido, diferencia-se do objeto de pesquisa das ciências naturais, pois são fortemente caracterizados por sua subjetividade, ou seja, aspectos qualitativos, dando-se grande importância ao seu significado perante o grupo investigado. E segundo Justo e Camargo (2014), o material verbal escrito, é um dos principais meios de análise do objeto de pesquisa desta área.

Dada a importância deste material, desenvolveu-se e se desenvolve diversas metodologias de análise sobre os mesmos, ganhando força a partir de 1970, quando as análises qualitativas ganharam um arcabouço formal para sua interpretação, como demonstra Bardin (2016)“um conjunto de técnicas de análises das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2016, p. 44).

De acordo com Camargo e Justo (2013), foi a partir da aproximação entre as ciências sociais e a matemática, na década de 1960, que se iniciou a incorporação dos tratamentos estatísticos e de análises multivariadas em corpos textuais, possibilitando uma maior exploração dos dados, relacionando variáveis e comparando grupos, fomentando assim um avanço nas análises qualitativas, principalmente por não serem sensíveis a arbitrariedade do analista. A partir desta interface que nasce entre as ciências sociais e a matemática, inicia-se a incorporação

⁴ Statistical methods (meta-analysis) may or may not be used to analyze and summarize the results of the included studies. Meta-analysis refers to the use of statistical techniques in a systematic review to integrate the results of included studies. (MOHER *et al.*, 2010, p. 336).

⁵ Interface de R pour les Analyses Multidimensionnel – les de Textes et de Questionnaires

dos computadores e conseqüentemente dos *softwares* nas análises textuais, sendo que em 1990, no Brasil, ocorre uma difusão desta técnica por meio de *softwares* como Ethnograph, Nud*ist, e o Atlas TI, visando auxiliar este processo de análise.

Nesta mesma época, na França, estava em desenvolvimento programas que realizavam além das análises estatísticas básicas, as análises multivariadas, possibilitando encontrar a relação entre as palavras do corpo textual e as categorias que caracterizavam a amostra. A exemplo, o *software* Alceste – Análise Contextual de um Conjunto de Segmentos de Texto por Contexto⁶ (CAMARGO; JUSTO, 2013), que possibilita a recuperação do contexto em que as palavras ocorrem.

E recentemente, o *software* IRaMuTeQ, ferramenta adotada nesta RS, sendo que em 2011, o Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição (LACCOS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) relatou a utilização deste *software* para análises lexicais, destacando-se por ser de fonte aberta, utilizando a linguagem *python* (PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2021)⁷, licenciado por GNU GPL – V2 (General Public License), e apoiado no ambiente estatístico do *software* R (THE R FOUNDATION, 2021)⁸. Este programa apresenta uma biblioteca diversificada de análises, desde lexicografia básica (frequência de palavras) até análises multivariadas (Classificação Hierárquica Descendente – CHD, Análise de Similitude e Nuvem de Palavras).

Sendo de instalação extremamente simples, é necessário primeiramente o *download* do *software* R (disponível em seu site) e em seguida o *download* do *software* IRaMuTeQ (RATINAUD, 2021)⁹, ressaltando-se que a instalação deve seguir esta ordem, respectivamente, pois o *software* IRaMuTeQ baseia-se no pacote estatístico R para elaboração das análises.

Desenvolvido inicialmente em língua francesa por Pierre Ratinaud em 2009, começou a ser utilizado no Brasil apenas em 2013. Apresenta um dicionário de língua portuguesa em constante aprimoramento, o que fornece subsídios para elaboração de análises robustas. Tornou-se um *software* de extrema valia para análise no campo das humanidades, mais especificamente em ensino de ciências, portanto, vale ressaltar que o *software* IRaMuTeQ não pode ser compreendido enquanto uma metodologia de análise, e sim, uma ferramenta que auxilia o pesquisador em tal processo.

⁶ Analyse Lexicale par Context d'un Ensemble de Segments de Texte.

⁷ PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python.exe**. Beaverto, EUA: Python Software Foundation, 2021. 26,9 MB. Linguagem de Programação. Disponível em: <https://python.org.br>.

⁸ THE R FOUNDATION. **R.exe**. Vienna, Austria: The R Foundation, 2021. 85 MB. Pacote Estatístico. Disponível em: <https://www.r-project.org>.

⁹ RATINAUD, P. **IRaMuTeQ.exe**. Toulouse, França: LERASS, 2021. 13,7 MB. Interface R para Análises Multidimensionais de Textos e Questionários. Disponível em: <http://www.iramuteq.org>.

Sobre as principais análises que podem ser realizadas neste *software*, podemos destacar, de acordo com Camargo e Justo (2013):

- i. Análises Lexicais Clássicas (podem ser compreendidas como tratamentos estatísticos básicos que o programa realiza), tais como: transformação de Unidades de Contexto Iniciais (UCI)¹⁰ em Unidades de Contexto Elementares (UCE)¹¹; identificação da quantidade e frequência médias das palavras; quantificação de hápax (palavras que se repetem uma única vez); realização de lematização (redução das palavras em suas raízes); e identificação das formas ativas e suplementares das palavras.
- ii. Análise de Especificidades: realiza uma associação entre os descritores inseridos pelo pesquisador e do banco de dados. Sendo uma análise de contraste, em que o corpus textual é dividido conforme as variáveis escolhidas pelo pesquisador.
- iii. CHD: realiza uma classificação dos segmentos de texto em função do seu vocabulário, agrupando-os em conjuntos que apresentem um núcleo comum, e este por sua vez, é separado em classes conforme as palavras lematizadas, assim as UCE da mesma classe possuem semelhanças, e são distintas das demais classes, embora todas ainda componham o mesmo conjunto com um núcleo comum, podendo este processo se repetir em diferentes conjuntos. O software também apresenta esta análise em formato de análise fatorial de correspondência, apresentada em plano cartesiano. Além da possibilidade da recuperação do trecho da UCE a qual as palavras que compõem as classes pertencem, permitindo assim, uma análise qualitativa dos dados.
- iv. Análise de Similitude: baseada na teoria dos grafos, esta análise procura demonstrar as coocorrências entre as palavras, podendo fornecer indicativos de conexão entre elas, assim, possibilitando uma visualização da estrutura do corpus textual.
- v. Nuvem de palavras: embora seja uma análise lexical simples em comparação as supracitadas, esta pode fornecer informações interessantes e relevantes sobre o corpus textual. Possibilita a identificação das palavras-chave em função da sua frequência, pois as organiza e agrupa conforme sua representatividade.

Estas análises podem ser realizadas por meio de corpus textuais (textos agrupados em um único arquivo), ou matrizes de palavras (sujeito X palavras) quando se trabalha com bancos de dados construídos a partir de testes de evocações livres.

¹⁰ Trechos completos do corpus textual, antes da fragmentação realizada no programa

¹¹ Trechos do corpus textual, após a fragmentação realizada no programa, geralmente segmentos de textos de em média três linhas.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Nesta RS adotou-se como corpus textual os resumos dos documentos elencados, e que foram coletados em diferentes bases de dados, visando obter um panorama nacional e internacional sobre as pesquisas relacionadas a temática investigada. Sendo as bases de dados adotadas BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BRASIL, 2020a), OASIS – Portal Brasileiro de Publicações Científicas em Acesso Aberto (BRASIL, 2020b), Web of Science (WEB OF SCIENCE, 2020), SCOPUS (SCOPUS, 2020) e ERIC – Centro de Informação de Recursos Educacionais¹² (ERIC, 2020).

Sendo adotado dois conjuntos de palavras-chaves, o primeiro destinado a selecionar trabalhos que se relacionem com a teoria piagetiana, incorporando-se o operador de pesquisa “OR” para combinar os termos deste mesmo conjunto, sendo eles: Jean Piaget, Piaget e Epistemologia Genética (e seus correspondentes em inglês: Jean Piaget, Piaget e Genetic Epistemology). O segundo conjunto de palavras-chaves foi utilizado para refinar a pesquisa ao nível de interesse, também incorporando-se o operador de pesquisa “OR” para combinar os termos, sendo eles: Ensino Superior, Graduação, Licenciatura, Universidade e Faculdade (e seus correspondentes em inglês: Higher Education, Undergraduate, University e College). E para combinar os dois grupos de palavras-chaves, adotou-se o operador de pesquisa “AND”.

Optando-se por estes dois conjuntos de palavras-chaves mais amplos, visando evitar a perda de dados relevantes para a RS, buscou-se não delimitar o período temporal, para que se pudesse visualizar a evolução das pesquisas e se a mesma ocorreu, além de coletar-se documentos de diferentes meios (artigos, teses, dissertações, entre outros).

2.2.1 As Bases de Dados

A BDTD compreende um sistema integrado de informações sobre teses e dissertações, desenvolvida e coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), visando o registro e publicação destes materiais em meio eletrônico, de maneira nacional e internacional, popularizando uma maior visibilidade à produção científica brasileira. (BRASIL, 2020a).

A OASIS é um portal multidisciplinar que visa reunir produções científicas brasileiras em acesso aberto. Possibilitando o alcance, por meio de uma única interface, à uma grande variedade de documentos que compõem a produção científica nacional, como: artigos

¹² Education Resources Information Center

científicos, teses, dissertações, livros, capítulos de livros, trabalhos apresentados em eventos, entre outros documentos. (BRASIL, 2020b).

A Web of Science é um banco de dados interdisciplinar, que congrega em sua plataforma pesquisas de alta qualidade, contando com mais de 1,7 bilhões de referências citadas e mais de 159 milhões de registros, além de, mais de 9.000 instituições acadêmicas, corporativas e governamentais. O que lhe confere o *status* global de um dos mais poderosos e confiáveis mecanismos de pesquisas. (WEB OF SCIENCE, 2020).

A Scopus caracteriza-se como um banco de dados que reúne resumos e citações da literatura, disponíveis em revistas científicas, livros e anais de eventos, de uma forma tão abrangente que se torna o maior banco de dados mundial desta natureza, englobando as mais diversas áreas, como ciências, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanidades. (SCOPUS, 2020).

O portal ERIC indexa uma grande quantidade de fontes documentais, tais como: Trabalhos produzidos ou financiados pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos da América; Repositórios Institucionais; Editores de Livros; Editores Comerciais; Associações Profissionais; Organizações Internacionais ou Estrangeiras; Organizações Políticas; entre outros. Possuindo assim, como principal escopo a literatura e recursos educacionais, configurando-se como uma importante base para pesquisas nesta área. (ERIC, 2020).

2.2.2 Aplicando o Protocolo PRISMA

Após a definição dos conjuntos de palavras-chaves, e das bases de dados (nacionais e internacionais), encontrou-se os seguintes valores (n) de registros: BDTD – 1.338 documentos; OASIS – 1.409 documentos; Web of Science – 191 documentos; SCOPUS – 405 documentos e ERIC – 426 documentos. Este momento corresponde a primeira etapa do protocolo PRISMA, a identificação.

Em seguida, realizou-se a triagem dos registros obtidos, sendo excluído inicialmente 1.344 documentos, por duplicata, falta de acesso aos itens de análise (resumo, abstract e texto) e fora do escopo da RS, sendo que este último item foi realizado mediante a leitura dos títulos dos documentos, e seguido da leitura dos objetivos, para certificar-se que as exclusões eram plausíveis.

Na terceira etapa da RS, seleção, excluiu-se os registros que não se aproximavam do objetivo proposto na pesquisa, totalizando 2.209 exclusões no primeiro momento. Portanto, foram elencados 216 registros que tratavam de pesquisas que envolviam a teoria piagetiana no

ensino superior. Esta etapa deu-se por meio da leitura dos títulos e resumos, e quando necessário, partes ou todo o trabalho.

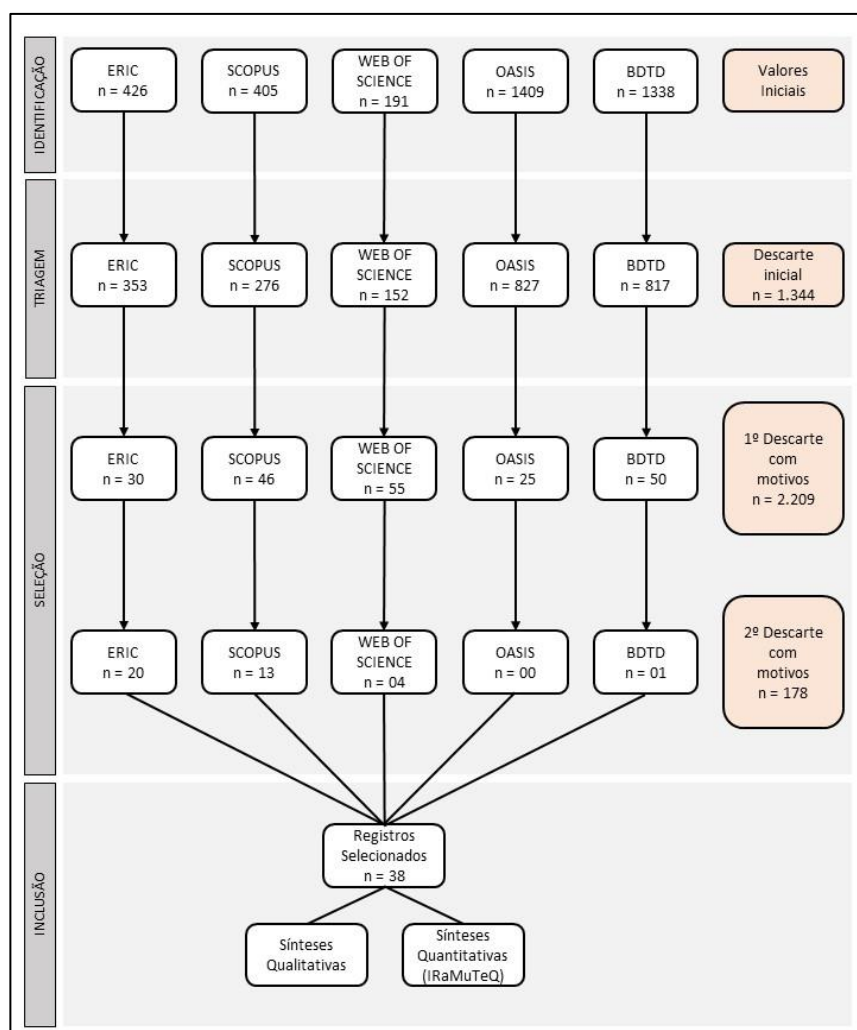
Alguns dos principais motivos que levaram a exclusão dos registros, neste primeiro momento da terceira etapa, são apresentados a seguir:

- i. Pesquisas em outros níveis de ensino, que não a graduação;
- ii. Aplicação pedagógica da Epistemologia Genética;
- iii. Ensaaios teóricos sobre a teoria piagetiana, e sua aproximação com outras teorias;
- iv. Estudos em formação continuada ou atuação docente;
- v. Estudos sobre ludicidade e autonomia fora do contexto da graduação;
- vi. Estudos bibliográficos e de revisão;
- vii. Investigações sobre habilidades cognitivas em sujeitos diversos, não graduandos;
- viii. Estudos sociológicos da teoria piagetiana;
- ix. Estudos sobre teorias derivadas da Epistemologia Genética;
- x. Uso como base teórica da pesquisa;
- xi. Livros que discutem a Teoria Epistemológica de outro ponto de vista, do que abordado nesta dissertação;
- xii. Avaliações sobre as atividades piagetianas, e não sobre os sujeitos analisados;
- xiii. Entre outros.

Após esta primeira exclusão dos registros, realizada na terceira etapa, o autor julgou necessário uma nova seleção dentre os 216 documentos elencados, buscando refinar ainda mais os registros, a fim de, selecionar apenas os que se alinhavam ao objetivo proposto, ou seja, pesquisas que investiguem os processos cognitivos em estudantes de graduação, e que utilizem para tal, as atividades piagetianas.

Após esta segunda seleção, obteve-se um total de 38 registros, e que irão compor as análises da RS. A seguir, apresenta-se a Imagem 03, contendo o Diagrama de Fluxo de Quatro Fases desta RS.

Imagem 03 – Diagrama de Fluxo de Quatro Fases da RS



Fonte: Os Autores

2.3 O QUE AS PESQUISAS NOS DIZEM?

Para dar início as discussões que envolvem a caracterização do cenário piagetiano no ensino superior, buscou-se apresentar a síntese quantitativa dos registros.

2.3.1 Síntese Quantitativa dos Registros Elencados

Para facilitar a organização, apresentação e discussão dos registros elencados nesta RS, elaborou-se o Quadro 01, que reúne as principais informações sobre estes documentos.

A partir deste quadro são apresentadas as principais análises quantitativas e suas discussões. Fornecendo subsídios para compreensão dos cursos e percursos das pesquisas piagetianas com sujeitos universitários, bem como, situar a atual pesquisa em um contexto histórico-científico.

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continua)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
MCKINNON, J. W.; RENNER, J. W. (1971).	As faculdades estão preocupadas com o desenvolvimento intelectual?	American Journal of Physics	Estados Unidos - Oklahoma. Universidade de Oklahoma	Usar testes projetados pelo psicólogo suíço Jean Piaget para avaliar processos lógicos de pensamento de calouros	Artigo
ROSS, R. J. (1973).	Alguns parâmetros empíricos do pensamento formal	Journal of Youth and Adolescence	Estados Unidos – Mississippi. Universidade Estadual do Mississippi.	Testar estudantes de graduação em cinco tarefas de pensamento formal, e nas seções verbal e figurativa dos Testes de Torrance do Pensamento Criativo.	Artigo
JURASCHEK, W. A. (1974).	Desenvolvimento cognitivo piagetiano entre futuros professores	Trabalho de Conclusão de Curso	Estados Unidos - Texas. Universidade do Texas – Austin. Faculdade de Educação	Aplicar um IPDT em professores em formação inicial da educação primária, matemática secundária e alunos de cálculo. Para classificar os sujeitos como pertencentes a um dos quatro estágios (Subestágio II-A concreto, subestágio II-B concreto, Subestágio Formal III-A, Subestágio Formal III-B).	Trabalho de Conclusão de Curso
THOMAS, H.; JAMISON, W. (1975).	Sobre a aquisição da compreensão de que a água ainda é horizontal	Merril-Palmer Quarterly of Behavior and Development	Estados Unidos - Pensilvânia. Universidade Estadual da Pensilvânia.	Investigar o desenvolvimento da horizontalidade, para uma avaliação dos estágios de Piaget e para diferenças devido à idade, sexo, formato da garrafa e orientação da garrafa.	Artigo
BARNES, G. (1977)	Correlação entre habilidades lógicas e sucesso na física	American Journal of Physics	Estados Unidos – Nevada. Universidade de Nevada, Reno.	Investigar a comparação entre os níveis piagetianos de desenvolvimento intelectual e as notas finais do semestre de um grupo de alunos.	Artigo
BARNES, G.; BARNES, G. B. (1978)	As pontuações de alunos em questionários do tipo Piaget antes e depois de fazer um semestre de física na faculdade.	American Journal of Physics	Estados Unidos – Nevada. Universidade de Nevada, Reno.	Medir mudanças no nível de funcionamento intelectual piagetiano de alunos em aulas introdutórias de física durante o período de um semestre.	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
BLAKE, A. J. D. (1978).	Nível de desenvolvimento intelectual dos alunos de formação de professores.	The Australian Journal of Education	Austrália. Riverina College of Advanced Education.	Descrever o nível de desenvolvimento intelectual apresentado por uma população de calouros da graduação em educação básica.	Artigo
DOCKWEILER, C. J. (1978)	Usando sistemas de referência com conceitos espaciais: seu desenvolvimento desde a 5ª série até a idade universitária.	* The Library of Universiti Utara Malaysia – UUM.	Malásia – Quedá. Universidade Utara Malásia.	Aplicação das tarefas piagetianas de horizontalidade e verticalidade em alunos das 5ª, 8ª, 11ª séries e faculdade.	Artigo
WHITE, K. M.; FERSTENBERG, A. (1978).	Especialização profissional e operações formais: o teste da balança	The Journal of Genetic Psychology	Estados Unidos - Massachusetts. Universidade de Boston.	Foi administrado um problema de equilíbrio em calouros e veteranos universitários de diferentes de cursos para verificar as operações formais	Artigo
GABEL, D. L. (1979).	A Pesquisa Piagetiana Aplicada ao Ensino de Ciências a Alunos do Ensino Médio e Universitário	Journal of the School of Education	* Estados Unidos - Indiana.	Aplicar testes de papel e lápis para determinar o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos e procedimentos para ajudar os alunos operacionais concretos a se tornarem formais	Artigo
LIBERMAN, D.; HUDSON, H. T. (1979).	Correlação entre habilidades lógicas e sucesso na física.	American Journal of Physics	Estados Unidos - Texas. Universidade de Houston.	Relacionar a pontuação de testes lógicos composto com as notas dos exames finais de calouros de uma turma de física do segundo semestre.	Artigo
WILLIAMS, H. <i>et al.</i> (1979).	Raciocínio Operacional Formal por Estudantes de Química.	Journal of Chemical Education	Canadá - Manitoba. Universidade de Manitoba	Identificar as dificuldades apresentadas por estudantes de química na execução de operações lógicas específicas do nível formal.	Artigo
BARNES, G.; BARNES, G. B. (1980).	Pontuações dos alunos nos questionários piagetianos antes e depois de fazer dois semestres de física na faculdade	American Journal of Physics	Estados Unidos – Nevada. Universidade de Nevada, Reno.	Estender os resultados relatados na pesquisa de BARNES, G.; BARNES, G. B. (1978) em um a dois semestres.	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
JAMISON, W.; SIGNORELLA, M. L. (1980).	Tipagem sexual e capacidade espacial: a associação entre masculinidade e sucesso na tarefa de nível de água de Piaget	Sex Roles	Estados Unidos – Michigan. Universidade Oriental de Michigan	Analisar uma amostra de universitárias na tarefa de nível de água de Piaget e no Inventário do Papel Sexual de Berna.	Artigo
CONTENTO, I. (1981)	Pensando sobre nutrição: avaliando e aprimorando as habilidades de raciocínio de estudantes universitários de nutrição	Home Economics Research Journal.	Estados Unidos – Nova York. Universidade de Columbia.	Avaliar as habilidades de raciocínio de estudantes de nutrição, com base em seu desempenho em testes derivados do trabalho de Piaget.	Artigo
PLYMALE, S. H.; JARRELL, B. J. (1981)	Uma comparação entre estudantes universitários e estudantes do ensino médio usando o modelo de desenvolvimento cognitivo de Piaget	Community College Review	Estados Unidos - Virgínia Ocidental. Universidade de Marchall	O objetivo da pesquisa foi determinar, a partir de uma amostra de estudantes do segundo ano, se os achados de Renner et al., em relação ao nível cognitivo de estudantes universitários, são válidos em outro ambiente universitário; e determinar a diferença, se houver, no nível cognitivo de estudantes matriculados na faculdade de educação, com estudantes matriculados em uma faculdade comunitária.	Artigo
COMMONS, M. L.; MILLER, P. M.; KUHN, D. (1982).	A relação entre raciocínio operacional formal, seleção e desempenho de cursos acadêmicos entre calouros e alunos do segundo ano do ensino médio	Journal of Applied Developmental Psychology	Estados Unidos – Massachusetts. Universidade de Harvard.	A presente pesquisa investiga até que ponto as operações formais têm relevância real além do domínio restrito das situações de avaliação.	Artigo
DETTLOFF, J. M. (1982).	Prevendo o desempenho em alunos de ciências de faculdades comunitárias.	Distribuído por ERIC Clearinghouse	Estados Unidos – Washington, D.C.	Formular uma equação preditiva para identificar estudantes de biologia de faculdades comunitárias que muito provavelmente não teriam sucesso em cursos de ciências	Dissertação
BENDER, D. S. MILAKOFSKY, L. (1982).	Faculdade de química e Piaget: A relação de medidas de aptidão e desempenho.	Journal of Research in Science Teaching	Estados Unidos - Pensilvânia Universidade Estadual da Pensilvânia.	Analisar o desempenho cognitivo em um IPDT, relacionando os testes de aptidão escolar ao desempenho nas aulas de química e nas aulas de laboratório, da faculdade.	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
FARRELL, M. A.; FARMER, W. A. (1983).	Uma análise aprofundada da tarefa de projeção de sombras.	Thirteenth Annual Symposium of The Jean Piaget Society, Philadelphia.	* Estados Unidos - Filadélfia.	Aplicar tarefa de projeção de sombras desenvolvida por Inhelder e Piaget para identificar padrões de erro e estratégias de solução utilizadas por diversas populações em uma sequência de tarefas proporcionais.	Artigo
BLACKBURN, J. A. (1984)	A influência da personalidade, currículo e correlatos de memórias com o raciocínio formal em adultos jovens e idosos	Journal of Gerontology	Estados Unidos – Wisconsin. Universidade de Wisconsin, Madison.	Examinar os efeitos da idade, sexo e currículo no desempenho cognitivo de 20 estudantes universitários e 20 idosos com formação superior.	Artigo
CROUCH, J. G. (1984).	Diferenças nas médias de notas de estudantes universitários do sexo masculino e feminino em diferentes cursos e níveis operacionais piagetianos.	Annual Meeting of the Southeastern Psychological Association.	* Estados Unidos	Acompanhar a relação entre pensamento operacional formal versus concreto, medido por duas tarefas (mistura química e sombra) e o desempenho de 46 acadêmicos ciências e matemática.	Artigo
KENYON, J. (1984).	Testes em papel e lápis do nível da água de Piaget: diferenças entre os sexos e modalidade de teste	Perceptual and Motor Skills	Canadá, Toronto. Faculdade Glendon, Universidade York.	Aplicar testes de papel e lápis de nível de água de Piaget em estudantes universitários.	Artigo
LIBEN, L. S.; GOLBECK, S. L. (1984).	Desempenho em tarefas piagetianas de horizontalidade e verticalidade: diferenças relacionadas ao sexo no conhecimento de fenômenos físicos relevantes	Developmental Psychology	Estados Unidos – Pensilvânia. Universidade Estadual da Pensilvânia.	Investigar se mulheres universitárias têm um pior desempenho do que os homens universitários em tarefas criadas por Piaget para avaliar os conceitos de horizontalidade e verticalidade, devido ao conhecimento inadequado do comportamento das linhas de água e prumo (desempenho), ou de conceitos espaciais imaturos (competência).	Artigo
CINQUEPALM I, R. <i>et al.</i> (1985)	A relação entre a pontuação do questionário do tipo Piaget e as realizações acadêmicas dos calouros da engenharia	IEEE Transactions on Education	Itália – Bari. Universidade de Bari.	Discute-se o papel do desenvolvimento cognitivo, medido pelas pontuações do questionário piagetiano, na previsão do desempenho acadêmico de calouros em engenharia	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
CINQUEPALMI, R.; FOGLI-MUCIACCIA, M. T.; PICCIARELLI, V. (1985)	Desenvolvimento cognitivo em relação aos resultados do exame final do ensino médio no sistema escolar italiano	EUR. J. SCI. EDUC	Itália, Bari. Faculdade de Ciências da Universidade de Bari	Aplicar um questionário piagetiano para investigar o desenvolvimento cognitivo dos alunos da Faculdade de Ciências da Universidade de Bari, e correlacioná-los com a nota obtida no exame final no ensino médio.	Artigo
REYES, D. J. (1987).	Desenvolvimento cognitivo de candidatos a professores: uma análise.	Journal of Teacher Education	Estados Unidos - Illions. Faculdade de Educação da Universidade do Norte de Illions	Comparar dois grupos na realização das tarefas piagetianas de classificação, conservação, raciocínio proporcional, imagens e relações.	Artigo
WAVERING, M. J.; KELSEY, L. J.; PERRY, B. (1987)	Ordem de realização das estruturas mentais para cinco tarefas lógicas, infralógicas e formais de Piaget	Journal of Genetic Psychology	* Estados Unidos.	Avaliar as estruturas cognitivas de estudantes por cinco tarefas, que exijam o uso de estruturas para seriação em duas dimensões, medidas em duas e três dimensões, raciocínio espacial projetivo, proporções e separação e controle de variáveis.	Artigo
KALICHMAN, S. C. (1989)	Papéis e diferenças sexuais no desempenho espacial de adultos	The Journal of Genetic Psychology.	Estados Unidos, Carolina do Sul. Universidade da Carolina do Sul.	Investigar as relações entre interesses acadêmicos, papéis sexuais e desempenho na tarefa de nível de água de Piaget.	Artigo
ALBERS, D. (1991).	Prevendo o insucesso em cursos universitários de matemática para iniciantes.	Informações Indisponíveis	* Estados Unidos – Califórnia.	Determinar se uma variável preditora poderia ser construída para o insucesso do aluno em cursos de matemática inicial.	Artigo
KREKLING, S.; NORDVIK, H. (1922)	O treinamento observacional melhora o desempenho das mulheres adultas na tarefa de nível da água de Piaget	Scandinavian Journal of Psychology	Noruega, Trondheim. Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia.	Aplicar uma tarefa projetada para otimizar a autodescoberta do conceito da superfície das águas, e investigar sua eficácia. Relacionando com o possível atraso das habilidades espaciais nas mulheres	Artigo
MWAMWEND A, T. S. (1992).	Operações formais e realização acadêmica	The Journal of Psychology	Canadá – Edmonton. Universidade de Alberta.	Examinar a relação entre operações formais e desempenho acadêmico entre estudantes universitários canadenses.	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

(continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
MOILANEN, D. L. (1993)	Experiências depressivas de adolescentes não referenciados e adultos jovens: uma perspectiva cognitivo desenvolvimental	Journal of Adolescent Research	Estados Unidos - Massachusetts. Faculdade de Boston.	As experiências dos estudantes com sintomatologia depressiva e expressões de desesperança foram examinadas em função de seu estágio de desenvolvimento cognitivo (ou seja, operações concretas versus pensamento operacional formal).	Artigo
HAMMER, R. E.; HOFFER, N.; KING, W. L. (1995)	Relações entre gênero, estilos cognitivos, graduação acadêmica e desempenho em tarefas piagetianas.	Perceptual and Motor Skills.	* Estados Unidos – Nova York.	Avaliar estudantes de arquitetura e de artes liberais quanto ao desempenho na Tarefa de Nível de Água de Piaget, e no Teste de Figuras Incorporadas de Witlun.	Artigo
SHIBLEY JR, I. A. <i>et al.</i> (2003).	Faculdade de Química e Piaget: Uma Análise da Diferença de Gênero, Habilidades Cognitivas e Medidas de Realização. Dezessete anos de diferença.	Journal of Chemical Education	Estados Unidos - Washington, DC. Universidade Católica da América	Abordar duas questões usando o IPDT: (1) Os estudantes de química introdutória de hoje são diferentes dos de uma geração atrás em termos de funcionamento cognitivo, aptidão e desempenho piagetiano; e (2) As diferenças de gênero no funcionamento cognitivo piagetiano encontradas em 1981 ainda são evidentes hoje?	Artigo
DONEL, M. L. H. (2015)	Dificuldades de aprendizagem em cálculo e a relação com o raciocínio lógico-formal: uma análise no ensino superior.	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Marília/SP	Brasil, São Paulo. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,	Analisar as relações entre o desenvolvimento cognitivo e as dificuldades de aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial Integral, em acadêmicos de uma Universidade Pública Federal do Paraná.	Dissertação de Mestrado
WU, S.; LI, Y.; KONG, M. (2017).	Diferenças de sexo e capacidade na estratégia neural para o teste de nível de água de Piaget: um estudo de EEG	Perceptual and Motor Skills.	China – Suzhou. Universidade Soochow.	Explorar as diferenças de ativação cerebral entre os sexos e entre os de alto e baixo desempenho na percepção espacial durante realização do Teste de Nível de Água de Piaget (WLT) durante um eletroencefalograma.	Artigo

Quadro 01 – Caracterização dos registros elencados na RS

					(conclusão)
AUTOR(ES)	TÍTULO	PUBLICADO EM	LOCAL DE ORIGEM	OBJETIVO	TIPO DE PUBLICAÇÃO
ASEERI, M. M. Y. (2020).	Estágio do pensamento abstrato de estudantes da Universidade de Najran à luz da teoria de Piaget e sua relação com seu nível acadêmico.	Journal of Curriculum and Teaching	Arábia Saudita – Najran. Universidade de Najran	Identificar o estágio de pensamento dos alunos da Universidade de Najran à luz da teoria de Piaget e sua relação com o desempenho acadêmico nas disciplinas científicas que cursavam na faculdade de ciências, principalmente matemática, física e química.	Artigo

Fonte: Dados da Revisão Sistemática.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

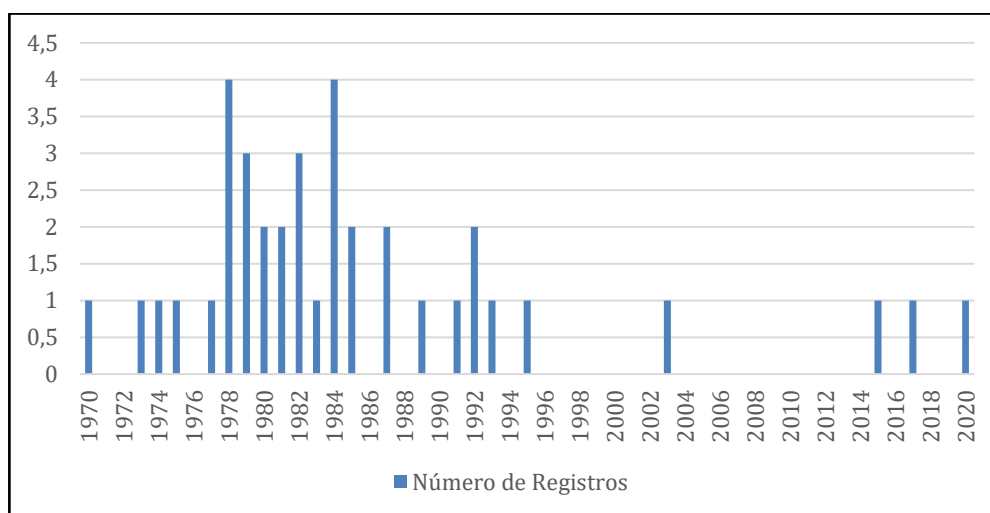
Legenda: * Indica que a informação é possivelmente verdadeira (em razão do ano de publicação algumas referências não estavam disponíveis em sua totalidade)

IPDT: Inventário de Tarefas de Desenvolvimento de Piaget.

Com base nos dados observados no Quadro 01, constatou-se que a primeira produção científica encontrada, e que investiga os aspectos cognitivos por meio de alguma atividade piagetiana no ensino superior, é datada de 1971 (MCKINNON; RENNER, 1971), publicada no *American Journal of Physics*, e originada na Universidade de Oklahoma, Estados Unidos. E a última pesquisa encontrada, em 2020 (ASEERI, 2020), publicada no *Journal of Curriculum and Teaching*, originada na Universidade de Najran, Arábia Saudita.

Contabilizando, com base nos registros elencados, aproximadamente 49 anos de publicações relacionadas a este tema, e com maior número de produções entre os anos de 1978 a 1984, com 19 documentos (50%) do total encontrado, sendo que o número de investigações vem decaindo ao decorrer dos anos. Tais características são evidenciadas a seguir, no Gráfico 01.

Gráfico 01 – Número de Registros por ano



Fonte: Dados da Revisão Sistemática.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

O maior período de publicação supracitado, vem ao encontro da pesquisa de Shibley Jr *et al.* (2003), que apontou que nas décadas de 1970 e 1980 foram publicados vários trabalhos relacionando a teoria piagetiana com a área da química, investigando várias de suas facetas, inclusive porque esta disciplina se torna tão difícil para os discentes universitários.

O autor ainda discute que nas décadas de 1960 e 1970 foram desenvolvidas inúmeras atividades de papel e lápis para avaliar o desenvolvimento cognitivo dos discentes, e que nos anos seguintes os estudos se preocuparam em validar os testes criados e determinar o estágio de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, tal como destaca Shibley Jr *et al.* “o foco da pesquisa nessa área nos últimos vinte anos concentrou-se na validação de atividades de papel e

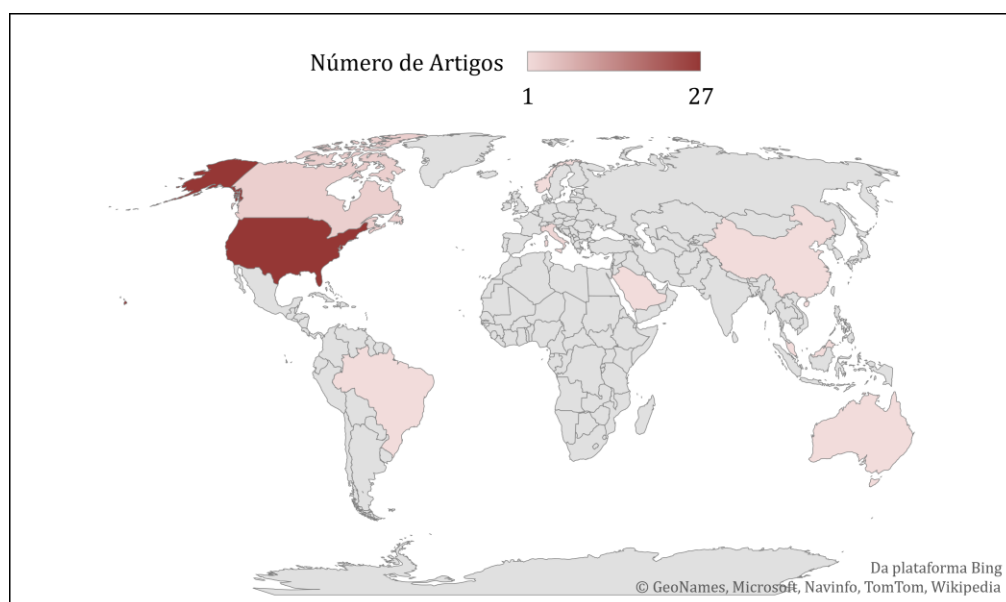
lápis, aplicações em sala de aula dessas atividades e intervenções que ajudarão os alunos a desenvolver habilidades cognitivas mais formais” (2003, p. 569), assim, justificando o elevado número de publicações concentradas entre 1978 e 1988.

Os dados supracitados justificam o fato de não se ter imposto um período temporal delimitador nesta RS, pois, ao se observar os últimos 10 anos de pesquisas, encontrar-se-iam apenas 03 registros, e se fosse os últimos 20 anos, teríamos o acréscimo de apenas 01 registro. Portanto, perdendo-se importantes pesquisas que podem fornecer subsídios para a que aqui se desenvolve. Destacando-se também que pesquisas desta natureza são pouco exploradas em países como o Brasil, encontrando-se apenas 01 registro (DONEL, 2015), que se aproxima do escopo desta dissertação de mestrado, porém com sujeitos distintos, e produzida na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, importante polo de estudos sobre a Epistemologia Genética de Jean Piaget.

Outro aspecto de extrema relevância para a compreensão do desenvolvimento das pesquisas desta natureza, é como estão distribuídas geograficamente, sendo apresentado no Gráfico 02, um mapa coroplético que permite visualizar tal distribuição pelo mundo.

Destacando-se que a maior concentração de trabalhos está localizada nos Estados Unidos, com um total de 27 documentos (71,05%), os demais, distribuem-se em menor quantidade por outros países, como Austrália, Malásia, Canadá, Itália, Noruega, China, Arábia Saudita e o Brasil.

Gráfico 02 – Mapa Coroplético de Pesquisas da Revisão Sistemática



Fonte: Dados da Revisão Sistemática.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Ao se contrastar os dados apresentados nos Gráficos 01 e 02, observa-se que o período mais intenso de produção (Gráfico 01) é condizente com o local com maior número de publicações (Gráfico 02), ou seja, os Estados Unidos. E as demais publicações apresentando-se dissolvidas em menor quantidade pelos demais países.

Como parte da síntese quantitativa dos registros elencados, utilizou-se o *software* IRaMuTeQ para analisar os 38 resumos dos documentos elencados, denominados neste momento de corpus textual.

Ao se aplicar os tratamentos estatísticos pelo *software* IRaMuTeQ, observou-se a necessidade de ajustes em sua configuração, a fim de, melhorar o valor referente ao aproveitamento dos segmentos de textos - STS¹³, sendo aceitável acima de 75% (CAMARGO; JUSTO, 2016), para tal, adotou-se os seguintes parâmetros: classificação simples sobre ST; tamanho de RST1 (Reagrupamento de Segmentos de Textos) igual a 8; tamanho de RST2 igual a 10; número de classes terminais na fase 1 igual a 6; frequência mínima de segmentos de texto por classe igual a 0; e número máximo de formas analisadas 2300, os demais parâmetros permaneceram inalterados. Tais modificações possibilitaram um aproveitamento de 155 segmentos de 181, totalizando um valor de aproveitamento de STS de 85,64%.

O corpus textual de análise desta RS é constituído por 38 textos, submetidos a análise CHD, quais foram separados em 181 ST, com aproveitamento de 155 STS (85,64 %), emergência de 6.551 ocorrências (palavras, fórmulas ou vocábulos), 1.528 números de formas (palavras distintas) e 527 hápax (uma única ocorrência), sendo estas hápax 47,26 % das palavras distintas e 8,04 % das ocorrências, e um tempo de análise de 10 segundos.

Inicialmente o corpus textual analisado foi dividido em dois subcorpos, isolando-se a Classe 04 do restante do material, em seguida, o segundo subcorpus foi novamente dividido, isolando-se a Classe 03, em um terceiro momento houve mais uma divisão, originando as Classes 01 e 02. Sendo que não houve mais classificações, pois estas classes mostraram-se estáveis e representativas.

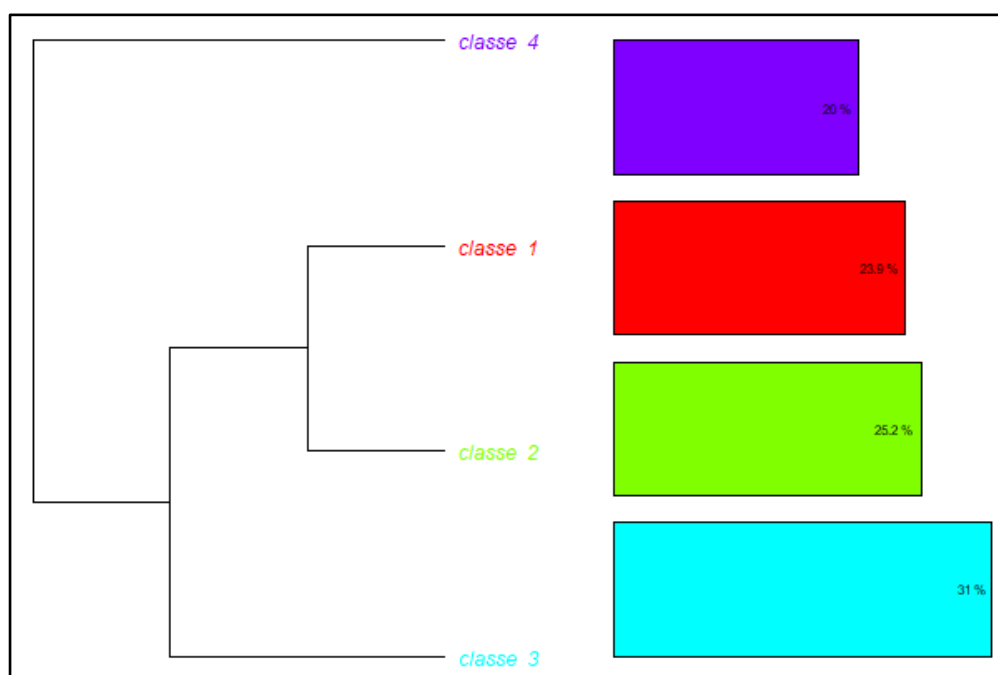
A Classe 01, com 37 ST (23,87 %), reuniu registros que investigam as relações que se estabelecem entre a teoria piagetiana e alguns aspectos de discentes universitários, como desempenho acadêmico, aspectos culturais, sintomas depressivos, entre outros. A Classe 02 com 39 ST (25,16 %) apresenta registros que analisam relações entre resultados de atividades operatórias piagetianas em estudantes universitários, e suas pontuações acadêmicas. A Classe 03 com 48 ST (30,97 %) reúne registros que investigam por meio de atividades operatórias

¹³ Parâmetro estatístico de qualidade adotado pelo *software* IRaMuTeQ.

piagetianas, comparações entre diferentes elementos como idade, sexo, raciocínio formal e não formal, entre outros. A Classe 04 com 31 ST (20 %) apresenta registros que investigam as diferenças e as origens das diferenças entre o desempenho de homens e mulheres na atividade de nível da água de Piaget.

A seguir, na imagem 04, apresenta-se o dendograma de análise da RS.

Imagem 04 – Dendograma do Corpus Textual da RS.



Fonte: Dados da Revisão Sistemática.

Para análise descritiva de cada uma das 4 classes, utilizou-se os critérios de ST com valor de χ^2 de associação à classe $\geq 3,84$ (pois para o grau de liberdade 1 o $p < 0,05$) conforme Camargo e Justo (2016), sendo este critério adotado também para elencar os resumos mais representativos de cada uma das classes.

No quadro 02, a seguir, apresenta-se uma convergência entre as classes apresentadas na Imagem 04, com os dados da análise descritiva retirados do *software* para facilitar a visualização dos agrupamentos e discussões realizadas.

Quadro 02 – Principais aspectos do corpus textual analisado

Corpus Textual sobre a Teoria Epistemológica de Jean Piaget no Ensino Superior				
	Subcorpus 01	Subcorpus 02		
	Classe 04	Classe 01	Classe 02	Classe 03
Rep.	Mulheres, Homens e a Atividade do Nível da Água.	Aspectos dos discentes universitários e o desenvolvimento cognitivo.	Atividades Operatórias Piagetianas, notas e pontuações.	Comparação entre grupos/parâmetros.
Artigo de Rep. da Classe	KREKLING e NORDVIK (1922). KALICHMAN (1989). JAMISON e SIGNORELLA (1980). WU; LI e KONG (2017). HAMMER; HOFFER e KING (1995). LIBEN e GOLBECK (1984).	MWAMWENDA (1992). MOILANEN (1993). SHIBLEY JR <i>et al.</i> (2003).	FARRELL e FARMER (1983). CINQUEPALMI; FOGLI-MUCIACCIA e PICCIARELLI (1925) ALBERS (1191).	THOMAS e JAMISON (1975). BARNES e BARNES (1980). CONCENTRO (1981).

Fonte: Dados da Revisão Sistemática.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Legenda: Rep. = Representação

A Classe 01, pertencente ao subcorpus 02, reuniu registros que de alguma forma buscam estabelecer paralelos entre a teoria piagetiana do desenvolvimento cognitivo com algum outro aspecto de discentes universitários, como: desempenho acadêmico, aspectos culturais, sintomatologia depressiva e desesperança. Como é observado nos trechos a seguir.

O objetivo do presente estudo foi examinar a relação entre **operações formais e desempenho acadêmico entre estudantes universitários canadenses**. Os resultados mostraram uma relação estatisticamente significativa entre desenvolvimento cognitivo e desempenho acadêmico; os alunos que atingiram totalmente as operações formais tiveram melhor desempenho do que os que não o fizeram. (MWAMWENDA, 1992, tradução e grifo nosso). Especificamente, as experiências dos estudantes de **sintomatologia depressiva e expressões de desesperança foram examinadas em função de seu estágio de desenvolvimento cognitivo** (ou seja, operações concretas versus pensamento operacional formal). (MOILANEN, 1993, tradução e grifo nosso). O presente estudo aborda duas questões usando o IPDT¹⁴: (1) Os estudantes de química introdutória hoje **são diferentes dos de uma geração atrás em termos de funcionamento cognitivo, aptidão e desempenho piagetiano**; e (2) As **diferenças de gênero no funcionamento cognitivo piagetiano** encontradas em 1981 ainda são evidentes hoje? (SHIBLEY JR *et al.*, 2003, tradução e grifo nosso)

Esta classe apresentou um viés de investigação, que permitiu ampliar as possibilidades de compreensão sobre as relações que se estabelecem, entre aspectos cognitivos dos sujeitos investigados e outras características, e como observou-se, tais relações são presentes e significativas.

¹⁴ IPDT: Inventário das tarefas de desenvolvimento de Piaget. (MILAKOFSKY; BENDER, 1982, tradução nossa).

A Classe 02, também pertencente ao subcorpus 02, reuniu registros que trazem um olhar mais específico para os discentes universitários, de certa forma se aproximando da Classe 01, como era de se esperar por terem origem na mesma divisão do subcorpus, porém, seus nuances estão no fato de a Classe 02 olhar especificamente para o resultado das atividades operatórias piagetianas, sem estabelecer relações com outros aspectos de maneira tão incisiva tal como na Classe 01, e quando o faz, é voltada para as notas obtidas nos cursos investigados. De certa forma, aproximando-se do escopo desta pesquisa de mestrado. A seguir, apresenta-se alguns trechos mais representativos desta classe.

A tarefa de projeção de sombras desenvolvida por Inhelder e Piaget foi utilizada para **identificar padrões de erro e estratégias de solução** utilizadas por diversas populações em uma sequência de tarefas proporcionais. (FARRELL; FARMER, 1983, tradução e grifo nosso). Um questionário do tipo Piaget foi apresentado a cerca de 800 alunos da Faculdade de Ciências da Universidade de Bari no início de seu primeiro ano acadêmico. **Os resultados da pontuação do questionário foram analisados em termos de desenvolvimento cognitivo [...]** (CINQUEPALMI; FOGLI-MUCIACCIA; PICCIARELLI, 1925, tradução e grifo nosso). O teste de avaliação de habilidades matemáticas ASSET e um **teste de raciocínio lógico em papel-lápis baseado em Piaget** foram administrados a 150 alunos recém-matriculados em seu primeiro curso de matemática CC. As notas finais do curso foram coletadas para 134 desses alunos. Uma análise dos dados revelou que um **aluno que obteve "notas críticas" em ambos os testes tinha cerca de 67% de chance de ser reprovado** no primeiro curso de matemática tentado. (ALBERS, 1991, tradução e grifo nosso).

Esta classe indicou pesquisas que tiveram um olhar mais aprofundado, sobre os resultados das atividades operatórias piagetianas, e as notas ou pontuações dos discentes da graduação. Buscando trazer visões sobre o aluno, com base nestes dois parâmetros.

A Classe 03, também pertencente ao subcorpus textual 02, agrupou registros que de alguma forma realizaram comparações entre diferentes elementos, como apresenta-se a seguir.

Não houve diferença entre aqueles que usaram o raciocínio formal e aqueles que não o fizeram em termos de sua capacidade de compreender e aplicar informações nutricionais elementares. Ambos os tipos de sujeitos também eram capazes de realizar, até certo ponto, tarefas de nutrição que eram mais complexas. (CONCENTRO, 1981, tradução e grifo nosso). O teste U de Mann-Whitney, é um teste estatístico poderoso e apropriado para **testar a significância das diferenças do grupo usando dados ordinais (Piagetianos), e não revelou diferenças** estatisticamente significativas entre as pontuações pré e pós-teste para nenhum dos grupos. (BARNES; BARNES, 1980, tradução e grifo nosso). Nesse artigo os estudos [...] fornecem informações normativas sobre o desenvolvimento da horizontalidade, o que permite uma avaliação dos estágios de Piaget e para **diferenças devido à idade, sexo, formato e orientação da garrafa**. (THOMAS; JAMISON, 1975, tradução e grifo nosso).

Esta classe trouxe pesquisas que exploraram diferenças e reflexões, sobre o comportamento de discentes universitários e como/se isso influencia na vida acadêmica, aonde o pensamento formal é fundamentalmente requisitado. Destaca-se que outros pontos são investigados, apresentando-se aqui, apenas os mais significativos.

A Classe 04, pertencente ao subcorpus textual 01, e única classe deste subcorpus, apresentando um conjunto de registros que trazem investigações sobre as diferenças entre o desempenho de homens e mulheres nas atividades operatórias piagetianas, em especial, o teste de nível da água, como pode-se observar a seguir.

Em contraste com pesquisas anteriores, os resultados mostram que o **desempenho das mulheres adultas na tarefa no nível da água** pode ser melhorado pelo treinamento observacional, sugerindo que o atraso das habilidades espaciais nas mulheres pode depender de fatores experimentais. (KREKLING; NORDVIK, 1922, tradução e grifo nosso). Vários estudos relataram que **muitos estudantes universitários desempenham imprecisamente a tarefa de nível de água de Piaget e que isso é mais comum em mulheres do que em homens**. No presente estudo, foram investigadas as relações entre interesses acadêmicos, papéis sexuais e desempenho na tarefa de nível de água de Piaget. (KALICHMAN, 1989, tradução e grifo nosso). Para explorar as diferenças de ativação cerebral entre os sexos e entre os de alto e baixo desempenho na percepção espacial, **43 estudantes universitários (20 homens e 23 mulheres) realizaram o Teste de Nível de Água de Piaget (WLT) enquanto seus sinais de eletroencefalograma eram registrados**. (WU; LI; KONG, 2017, tradução e grifo nosso).

No contexto desta classe, vale ressaltar que além dos exemplos supracitados, os demais trabalhos que a compõem também seguem o mesmo eixo de investigação. Sendo que esta temática ainda não foi totalmente esgotada, a título de exemplo, o trabalho recente de Wu; Li e Kong (2017), trazendo novas perspectivas sobre esta linha de investigação.

Outro ponto de destaque sobre a Classe 04, são os trabalhos que corroboram para refutar as hipóteses de inferioridade, sobre as diferenças entre os resultados das atividades de mulheres em relação aos homens (KREKLING; NORDVIK, 1922; KALICHMAN, 1989), considerando que tal diferença nas respostas está associado a fatores como habilidade, interesse e conhecimento inadequado, ou seja, desempenho, e não a conceitos espaciais imaturos (LIBEN; GOLBECK, 1984), e mais atualmente, associando-se aos estilos cognitivos e preferências de estratégia, como apresentou Wu; Li e Kong (2017) em sua investigação, associada a análises mais robustas como o eletroencefalograma.

2.3.2 Síntese Qualitativa dos Registros Elencados

Este subitem de discussão referente aos registros elencados, destina-se a desenhar uma visão sobre estes documentos de um ponto de vista interpretativo, buscando fornecer subsídios para as discussões a porvir.

Encontrou-se pesquisas que se aproximam do escopo desta dissertação de mestrado, porém, em contextos muito distintos, principalmente em questões formativas e culturais, originadas em outros países, ou em outras épocas. Porém, nos permitirá notar nuances e semelhanças com os discentes universitários brasileiros.

Para dar início, McKinnon e Renner (1971), em um estudo não tão recente, de 1971, na Universidade de Oklahoma – Estados Unidos, apresentam importantes constatações sobre os aspectos cognitivos dos discentes universitários, sendo que dos 131 calouros investigados, 50,4% estavam no estágio operatório concreto, e 24,4% estavam no estágio de transição para o formal. Os autores ainda destacam que os professores universitários agravavam a situação ao supor que os discentes ingressantes pensavam logicamente, não considerando os tipos de experiências que os alunos precisariam ter para compreender o contexto universitário em um nível de pensamento abstrato.

Em seu trabalho de conclusão de curso na Universidade do Texas, Faculdade de Educação – Estados Unidos, Juraschek (1974) investigou 141 professores primários em formação inicial, 19 professores de matemática secundária em formação inicial e 11 alunos de cálculo. Concluindo que 52% dos professores primários em formação inicial e <5% dos professores de matemática secundária, estavam em um subestágio das operações concretas, enquanto nenhum aluno de cálculo foi encontrado neste estágio. Também discute implicações e ações a serem tomadas, visando a melhoria destes resultados.

Blake (1978), apresenta em sua pesquisa, que os dados encontrados na população investigada (calouros da graduação em educação básica) na Faculdade de Educação Avançada de Riverina – Austrália, vão ao encontro dos resultados de pesquisas semelhantes nos Estados Unidos, indicando que uma porcentagem significativa da população universitária não está no estágio das operações formais. Como por exemplo, a pesquisa de White e Ferstenberg (1978), da Universidade de Boston – Estados Unidos, que investigaram discentes universitários de cursos de ciências e de outras áreas.

Em outros países, também se observa investigações nesta temática, como na Malásia, com a pesquisa de Dockweiler (1978), realizada na Universidade Utara – Malásia. Seus resultados acompanham os trabalhos anteriormente citados, indicando que a maioria dos sujeitos não atingiu as habilidades esperadas para a idade investigada.

Em um estudo com 70 calouros do 2º semestre de um curso de física na Universidade de Houston – Estados Unidos, Liberman e Hudson (1979), investigaram a correlação entre os resultados de uma atividade de raciocínio operacional formal e as notas de exames finais, fornecendo evidências de que o raciocínio operacional formal é uma condição necessária, mas não suficiente, para o bom desempenho dos alunos em física. Apontam também, a necessidade de inclusão de atividades projetadas para desenvolver o raciocínio lógico em estudantes.

De maneira complementar as conclusões supracitadas, porém investigando discentes universitários de química na Universidade de Manitoba – Canadá, Williams *et al.* (1979),

aborda: Como estudantes desta área, que estão no estágio das operações concretas aprendem conceitos ditos formais? O autor conclui que o conjunto de material factual, cálculos matemáticos e a teoria que constitui o conhecimento químico moderno, promove a química como uma das disciplinas intelectualmente mais exigentes no currículo universitário, e com isso destaca que o conhecimento factual (figurativo) é inútil a menos que seja acompanhado pelas operações lógicas, necessárias para complementar a estrutura do conhecimento químico.

Estas pesquisas de Liberman e Hudson (1979), e Williams *et al.* (1979), expressam a necessidade e complementariedade das operações formais no contexto de ensino universitário, aonde o conhecimento específico não se desmembra dos aspectos cognitivos do sujeito, e sim, são condições necessárias e complementares para o sucesso do sujeito no campo universitário. Sendo tais observações, corroboradas pela pesquisa de Barnes (1977), que investigou 338 discentes de diferentes cursos de física, por meio da correlação entre os resultados das atividades operatórias piagetianas e suas notas finais do semestre. Concluindo que, o pensamento formal é um atributo necessário para um bom desempenho, mas não o único, pois este autor encontrou uma difusão de diferentes níveis do pensamento piagetiano em diferentes níveis das classes investigadas, sugerindo que os discentes podem conseguir aprovação em cursos mais elementares, mesmo sem um pensamento lógico totalmente presente, porém, este tipo de pensamento se faz cada vez mais necessário à medida que progride em cursos mais avançados, e assim como afirma Williams *et al.* (1979), o conhecimento adquirido nestes cursos mais avançados, sem ser acompanhado das operações lógicas, é inútil.

Em 1980 Barnes e Barnes (1980), publicaram um estudo de acompanhamento da Universidade de Nevada – Estados Unidos, no qual buscaram investigar a presença de mudanças significativas no desenvolvimento intelectual segundo Piaget, em alunos que cursavam matérias de física introdutória. Tal acompanhamento se deu por um período de 4 semestres, sendo os dois primeiros relatados no trabalho Barbes e Barnes (1978), e os outros dois neste trabalho de 1980. Porém, não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as pontuações pré e pós testes para nenhum dos grupos investigados.

Uma importante questão é levantada na pesquisa de Commons; Miller e Kuhn (1982), a saber: Até que ponto as operações formais têm relevância real além do domínio restrito das situações de avaliação? Para responder esta pergunta, os autores acompanharam durante dois anos um grupo de discentes universitários, e constaram que quando comparados em relação aos diferentes cursos, os estudantes no estágio de pensamento operacional formal apresentaram um maior número de cursos realizados, bem como notas significativamente mais altas. Resultados

de um estudo complementar, indicaram um processo de auto seleção em cursos de ciências e matemática, pois muito poucos alunos apresentaram pensamento operacional concreto.

Em uma pesquisa com 800 discentes calouros da Faculdade de Ciências da Universidade de Bari – Itália, Cinquepalmi; Fogli-Muciaccia e Picciarelli (1985), investigaram a relação entre o desenvolvimento cognitivo destes estudantes com as suas notas do exame final do ensino médio, encontrando uma baixa correlação entre estes dois parâmetros, o que pode indicar que no referido exame, não eram considerados os processos cognitivos mais elaborados dos alunos.

Wavering; Kelsey e Perry (1987), realizaram um estudo com 195 alunos da 6º, 9º, 12º série e faculdade, entrevistando individualmente cada um deles com atividades operatórias piagetianas. Os resultados revelaram, em conformidade com a teoria piagetiana, uma hierarquia de estruturas, sendo encontrado agrupamentos lógicos concretos, agrupamentos espaciais concretos e o raciocínio operatório formal. Apresentando discussões e implicações teóricas para os achados no campo universitário.

Em 1992, Mwamwenda (1992) apresentou os resultados de uma pesquisa realizada na Universidade de Alberta – Canadá, na qual examinou a relação entre as operações formais, e o desempenho acadêmico de estudantes universitários canadenses. Sendo que os resultados apontaram uma relação estatisticamente significativa entre estes dois elementos, sendo que, os discentes que apresentaram operações formais desenvolvidas tiveram um melhor desempenho do que aqueles que não o apresentaram.

A pesquisadora Donel (2015), apresenta um importante e recente estudo que merece destaque, por ser a única pesquisa encontrada nesta RS originada no Brasil, desenvolvida na Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” campus Marília, e com sujeitos de pesquisa da Universidade Federal do Paraná. Buscou investigar as relações entre o desenvolvimento cognitivo, e as dificuldades de aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI), de alunos dos cursos de engenharia. Os resultados apontaram, falta de domínio, conceitos, e noções básicas da matemática para um bom desempenho na disciplina, mas também, indicaram que nenhum sujeito alcançou o nível pleno de desenvolvimento operatório formal nas atividades piagetianas, inferindo uma relação com as dificuldades de aprendizagem apresentada pelos discentes. A autora discute a necessidade de se considerar os aspectos cognitivos no processo de ensino-aprendizagem, bem como, a implantação de ações educativas visando as mudanças necessárias no sistema de ensino.

A pesquisa de Aseeri (2020), realizada na Universidade de Najran – Arábia Saudita, investigou 50 professores em formação inicial nas disciplinas de ciências (física, química e

matemática), no qual apenas 10% estavam no estágio do pensamento abstrato, enquanto 46% estavam no estágio de transição e 44% no estágio do pensamento concreto. Esta pesquisa, também demonstrou a existência de diferenças estatisticamente relevantes entre as médias acadêmicas dos discentes, em favor dos que estavam no estágio do pensamento abstrato.

Com base nas pesquisas supracitadas, podemos inferir sua forte aderência na área das ciências (física e química) e matemática, investigando principalmente o momento de entrada dos discentes no mundo universitário, pois este é um ambiente que necessita, e cobra do seu ingressante, aspectos do pensamento operatório formal, e que por vezes se mostram ausentes.

Com base nesta lacuna, investigam-se também as relações que se estabelecem entre o pensamento operatório concreto ou formal e o desempenho e as dificuldades acadêmicas, demonstrando-se que estas correlações existem e são muito significativas.

Pois, a estrutura que forma estas áreas de estudo (física, química e matemática) predominantemente abordadas nestas pesquisas, exigem do sujeito uma forte contrapartida intelectual, e quando esta não é sustentada também por uma estrutura cognitiva operatória formal, tornam-se conhecimentos inúteis. (WILLIAMS *et al.*, 1979).

Por fim, estes estudos também apresentam a necessidade de ações educativas no contexto da educação básica e superior, para fomentar o desenvolvimento do pensamento operatório formal em discentes.

E para além dos objetivos já propostos nesta dissertação de mestrado, esta análise qualitativa dos registros elencados na RS pode, assim como destacou Shibley Jr *et al.* (2003), apresentar indícios de diferenças do funcionamento cognitivo em discentes universitários de diferentes gerações.

CAPÍTULO 3 – A TEORIA DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Tem-se por objetivo neste capítulo, discorrer sobre uma das teorias que permeia o referido trabalho, visando subsidiar o desenvolvimento da pesquisa e análise dos dados coletados.

3.1 CONHECENDO JEAN PIAGET

Filho de um professor de história medieval e de uma devota religiosa, Jean William Fritz Piaget nasceu em 09 de agosto de 1896, em Neuchâtel, Suíça. Iniciou prematuramente sua vida acadêmica, publicando aos 11 anos de idade (1907) seu primeiro artigo em uma revista de história natural, sediada em sua cidade natal, sobre um pardal albino, qual realizara observações em um parque público. (TELES, 2014; NOGUEIRA; LEAL, 2015).

Aos 19 anos, formou-se em Ciências Naturais, e logo em seguida em filosofia, paralelamente estudava temas de seu interesse como psicologia, sociologia e religião. Porém, foi nos laboratórios G. E. Lipps e na clínica psiquiátrica de Bleur, que Jean Piaget entrou em contato com a psicologia experimental, momento que vislumbra suas possíveis convergências aos seus estudos sobre a epistemologia. Em 1918, aos 22 anos, defende sua tese de doutorado na área da biologia, quando entra em contato com a teoria da evolução de Charles Darwin.

Então, muda-se para Zurique, onde trabalhou como psicólogo clínico e experimental, aproximando-se das teorias de Carl Gustav Jung sobre a psicologia analítica. E em 1919, aos 23 anos, muda-se para França, com intuito de aprofundar seus estudos sobre lógica, psicopatologia, epistemologia e filosofia da ciência, quando também entra em contato com a entrevista clínica (técnica de acompanhamento do fluxo de pensamento do paciente). Neste período inicia seu trabalho ao lado de Alfred Binet (um dos criadores do teste de QI - Quociente de Inteligência), engendrando seus estudos sobre os processos de desenvolvimento cognitivo, de acordo com a idade da criança. (NOGUEIRA; LEAL, 2015).

Observa-se que Jean Piaget teve influência de distintas áreas do conhecimento, como a biologia, psicologia, filosofia, entre outras, que o auxiliaram a desenvolver seus mecanismos de investigação e suas teorias, sendo um importante pesquisador da escola cognitivista, e um dos precursores do construtivismo, buscava a compreensão dos processos mentais superiores, acreditando que a diversidade de literaturas era fundamental para a aquisição do conhecimento, como destaca Goulart (1987, p. 124):

De 1914 a 1918, Piaget leu Kant, Spencer, Comte, Fouillée, Guyau, Lachelier, Boutroux, Lalande, Durkheim, Tarde, Le Dantec, James, Ribot, Janet, etc. Dessa

variedade de leituras e das suas preocupações científicas e metafísicas surgiria, em 1916, um romance filosófico – *La mission de l'idée* – e, em 1918, *Recherche*, trabalho nos quais ‘se refletem as preocupações ao mesmo tempo científicas e metafísicas, intelectuais e sentimentais do jovem em face dos problemas de sua época: ciência e fé, paz e guerra, cristianismo tradicional e socialismo nascente’.

Tais estudos deram origem a uma série de artigos sobre o desenvolvimento infantil e a inteligência, os quais chamaram a atenção de Édouard Claparède, diretor do Instituto Jean-Jacques Rousseau, em Genebra, qual Jean Piaget passou a integrar aos 25 anos de idade. Neste mesmo instituto conheceu sua esposa e psicóloga, Valentine Châtenay, com quem casou-se em 1923. Em conjunto, realizaram diversas pesquisas sobre o desenvolvimento da inteligência e a representação mental das crianças, sendo que 1925 nasce sua primeira filha Jacqueline, em 1927 a segunda filha, Lucienne, e dois anos depois o terceiro filho do casal, Laurent. Realizaram parte da pesquisa com seus três filhos, aplicando testes desenvolvidos por Jean Piaget, podendo assim, observar e verificar minuciosamente os resultados, obtendo dados valiosos para compor suas pesquisas e teorias. (TELES, 2014; NOGUEIRA; LEAL, 2015).

As obras de Jean Piaget são compostas por inúmeros artigos e livros, desde a publicação do seu texto sobre o pardal albino em 1907, até obras de grande impacto como a “Epistemologia Genética” em 1971. (PIAGET, 2002). Sob a influência de fortes pesquisadores como supracitado, tais obras buscam compilar seu conhecimento sobre temas como a origem e desenvolvimento do conhecimento, testes e métodos clínicos, entre outros.

Em 1955, criou o Centro Internacional de Epistemologia Genética, reunindo estudiosos que buscavam pesquisar problemas epistemológicos, lógico-matemáticos, biológicos e matemáticos, sempre com novos objetivos pautados em investigações empíricas, e de uma maneira coletiva, como o próprio autor destaca na introdução da sua obra *Epistemologia Genética* “é esse o método do nosso Centro Internacional de Epistemologia Genética, em Genebra, cuja atividade, portanto, tem constituído sempre um trabalho de equipe”. (PIAGET, 2002, p. 5). Além de um pesquisador assíduo, outra característica memorável era a personalidade de Jean Piaget, como destaca Teles (2014, p. 23):

Muitos colaborados o admiravam, pois seu comportamento perante os demais era de respeito e benevolência, não deixava de exigir deles, mas com muitos tinha uma relação paternal. Quando surgiam pesquisadores com posicionamentos de crítica às suas ideias ele os conquistava, fazendo trabalhos cooperativos.

Com base nas pesquisas, publicações e teoria de Jean Piaget, buscou-se estruturar esta dissertação, e para tal, inicia-se definindo nesta concepção o sujeito epistêmico.

3.2 O SUJEITO EPISTÊMICO

O sujeito epistêmico pode ser compreendido como:

[...] um sujeito ideal, universal, que não corresponde a ninguém em particular, embora sintetize as possibilidades de cada uma das pessoas e de todas as pessoas ao mesmo tempo. O sujeito epistêmico de Piaget compara-se ao sujeito da Biologia ou da Medicina. (RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988, p. 4).

Busca-se compreender tal sujeito epistêmico, ideal e universal, descrito por Piaget, com base no trabalho de Osti (2009), e Marçal (2009), apresentando-se os principais aspectos de formação deste sujeito e da construção de suas estruturas cognitivas.

O sujeito epistêmico realiza ações no meio em que está inserido, e que são de suma importância, logo, tais ações devem ser compreendidas com maior profundidade, pois se constituem como parte da investigação.

3.2.1 As Ações e Aspectos de Um Sujeito Epistêmico

Os objetos de estudo de Jean Piaget – estruturas mentais superiores – baseiam-se em observações de conjuntos de comportamentos, e que podem ser identificados por meio de movimentos que se classificam em aleatórios (sem uma finalidade em si) e ações (elaborados com um objetivo fim), a distinção entre estes tipos de movimentos é tênue, e demanda de observação detalhada, pois, a caracterização de um determinado movimento em ação, pode indicar os processos mentais e as estruturas do conhecimento, sendo estas últimas constituintes da obra deste autor.

É de extrema importância ao se definir estas caracterizações sobre os movimentos desempenhados pelo sujeito, o cuidado para não imprimir sobre um movimento aleatório a característica de uma ação, ou seja, deve-se visualizar os aspectos do próprio sujeito e não do investigador. Logo, é necessário modificar as variáveis correspondentes ao movimento, para se conceber até aonde o sujeito se reequilibra, mantendo o objetivo inicial, caracterizando um movimento de ação e não aleatório. Como destaca Marçal (2009, p. 24):

Por exemplo, se a criança executa movimentos de braço para sacolejar um chocalho e o observador segura o brinquedo, no intuito de inserir uma modificação no meio, todo esforço da criança feito para voltar a balançar o objeto são medidas compensatórias para preencher a lacuna momentânea gerada pela alteração do meio e, assim, voltar à ação que executava.

Sendo assim, as ações podem ser compreendidas como “[...] toda conduta (observável exteriormente, inclusive por interrogação clínica) visando um objetivo do ponto de vista do sujeito considerado” (APOSTEL et al., 1957, p. 43 apud MARÇAL, 2009, p. 23), e que

relacionam-se ao conhecimento – de acordo com o referencial epistemológico adotado – no sentido em que o conhecimento não pode ser compreendido como “copiar o real, mas agir sobre ele e em o transformar (em aparência ou realidade)” (PIAGET, 1973, p. 15). Sendo assim, o conhecimento é alcançado mediante ações que são operadas no meio real por meio do sujeito epistêmico. Destacando-se que esta ação desempenhada, embora de suma importância ao conhecimento, está compreendida no aspecto cognitivo, e que o conhecimento efetivo é formado por outros aspectos complementares, tais como o afetivo, de valores e motivacionais.

As ações concebidas por Jean Piaget estão situadas espacialmente e temporalmente no sujeito que as desempenha, além de apresentarem um início, um meio e não serem passíveis de repetição. Portanto, determinar o momento de início de uma ação se torna complexo – pois o sujeito epistêmico encontra-se em constante movimento – mas necessário, do ponto de vista que intervenções podem modificar o meio real antes do início de uma ação, e o sujeito pode apresentar medidas compensatórias, como supracitado por Marçal (2009), caracterizando assim, uma ação, e não um movimento aleatório, deste modo:

A ação tem seu início quando um momento de tempo específico, diante de modificações inseridas no meio, acarretam medidas compensatórias executadas pelo sujeito-organismo com o intuito de alcançar o objetivo que define a ação. (MARÇAL, 2009, p. 25).

O término de uma ação, caracteriza-se também com certo grau de complexidade, para tanto, compreende-se que a partir do momento em que o sujeito epistêmico deixa de utilizar as medidas compensatórias ou diminui a probabilidade de usá-las para manter o objetivo que definia a ação, o mesmo perdeu o interesse (sendo que o interesse é caracterizado como um critério de determinação da ação).

Pode-se assim observar, que as medidas compensatórias desempenham importante papel no processo de início e de fim das ações desempenhadas por um sujeito epistêmico. (MARÇAL, 2009, p. 26).

As ações desempenhadas ainda podem apresentar características como minimal e compostas. Tratando-se das minimais, observa-se ações que não podem ser decompostas em sub ações, já as ações compostas são formadas por grupos de sub ações. Porém, destaca-se que tais características são de caráter contextual, ou seja, uma ação pode ser caracterizada como minimal em um determinado contexto, e em outro, uma ação equivalente pode compor uma ação composta. (MARÇAL, 2009, p. 27).

Com base nas descrições supracitadas, o que torna uma ação condição necessária para conhecimento? Tal relação é demonstrada no Quadro 03, a seguir:

Quadro 03 – Ação como condição necessária ao conhecimento

Elementos			O que torna a ação uma condição necessária ao conhecimento?	O que há de universal em todas as ações
	Tipo (type)	Ocorrência (token)		
Exemplo baseado na Filosofia da Linguagem	Letra: A	Formas de representação de A em palavras diversas		
Condição necessária para o conhecimento	Esquemas de Ação: Agitar	Ações singulares que levam a agitar diferentes objetos	Os aspectos universais de uma ação	Estruturas de ações que permitem a relação entre objetos

Fonte: Marçal, 2009.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Os elementos (tipo e ocorrência) podem ser inicialmente exemplificados por meio da Filosofia da Linguagem, aonde o tipo refere-se ao tipo de letra “a”, e a ocorrência são as diferentes formas como esta letra “a” aparece, por exemplo, neste texto. No contexto das ações pode-se compreender o tipo como os esquemas de ação desempenhados por um determinado sujeito epistêmico, como agitar, esfregar, balançar entre outros, ou seja, ações universais que podem apresentar diferentes finalidades. As ocorrências, podem ser caracterizadas como as ações às quais estes esquemas de ação se destinam, como por exemplo a ação de agitar (um chocalho, um papel, um brinquedo, próprio braço, entre outros).

O que torna as ações uma condição necessária ao conhecimento, está pautada nos aspectos universais¹⁵ em todas estas ações que ocorrem em um esquema de ação, sendo que esta universalização se caracteriza pelas estruturas que possibilitam a realização de tais ações, e a equivalência¹⁶ das mesmas. Sendo estas estruturas inicialmente desenvolvidas a partir de uma base orgânica, por meio das próprias ações (unitárias, ou seja, que formam os esquemas de ações) localizadas no período sensorio motor. (MARÇAL, 2009). Sendo assim, o desenvolvimento dos esquemas de ações, proporciona ao sujeito epistêmico o desenvolvimento de estruturas (estrutura de adaptação, acomodação, assimilação e equilíbrio) que proporcionam o conhecimento.

O sujeito epistêmico faz uso de sistemas de esquemas de ação cada vez mais complexos, para que possa desempenhar uma ação sobre o meio em que está inserido, – haja visto que esta ação sobre o meio é o que caracteriza o conhecimento, conforme a abordagem epistemológica adotada – portanto, os esquemas de ação é que proporcionam condições para o

¹⁵ O que é transponível e generalizável, portanto, universalizável, nas ações, são as estruturas das ações que lhe permitem as mesmas relações entre os objetos ou entre esses e seu corpo (MARÇAL, 2009, p. 29)

¹⁶ Quando o sujeito estabelece as mesmas relações entre os mesmos objetos ou entre objetos cada vez mais diferentes (inclusive as relações entre esses objetos e seu corpo). (APOSTEL et al., 1957, p. 46 apud MARÇAL, 2009, p. 29).

sujeito epistêmico se conectar ao mundo por meio das ações, e quando este o faz, promovendo transformações favoráveis para o sistema de esquema de ações, realiza então um processo de adaptação (MARÇAL, 2009, p. 32), a qual pode ser definida como “um equilíbrio entre as ações do organismo sobre o meio e as ações inversas”. (PIAGET, 2013, p. 35).

Quando ocorre o processo de adaptação, o sujeito epistêmico acaba por assimilar dados do meio em que está inserido, por meio de uma “ação do organismo sobre os objetos que estão à sua volta” (PIAGET, 2013, p. 35), logo, esta assimilação pode ser compreendida como “a incorporação dos objetos aos esquemas de conduta” (PIAGET, 2013, p. 35), e que podem causar ou não uma alteração nestes esquemas, sendo que quando ocorrem não se alteram ao ponto de serem destruídas, e sim, ambas coexistem em um sistema de acomodação à nova situação, portanto “a acomodação do sistema de esquemas de ação é toda e qualquer modificação na forma de agir do sujeito-organismo¹⁷”. (MARÇAL, 2009, p. 33).

Esta modificação causada pela acomodação de novos dados ao sistema de esquemas de ação, proporciona novos esquemas de ação, possibilitando ao sujeito epistêmico uma maior interação e conseqüentemente troca com o meio em que está inserido, fomentando um aumento da condição de manutenção e desenvolvimento destes sistemas, ou seja, ampliando seu conhecimento.

O processo de equivalência entre ações que formam os esquemas de ações, desempenhadas pelo sujeito epistêmico, e que foram supracitados, demonstram o processo de equilíbrio, pois, a partir do momento que ocorrem tais equivalências o sujeito passa a substituir um objeto por outro em um mesmo quadro de ação, como destaca Marçal (2009, p. 30) “esse processo de assimilação é o processo essencial que permite ao sujeito-organismo, mediante às ações, classificar e dar significação aos objetos”.

Os processos que envolvem as ações, sejam elas esquemas ou não, tornam-se mais complexos conforme o desenvolvimento do sujeito epistêmico, desde uma base puramente biológica, até os complexos sistemas que envolvem o conhecimento, como destaca Osti, o sujeito epistêmico “possui uma máquina biológica que irá amadurecer em contato com o meio ambiente, servindo como base sobre a qual todas as aprendizagens serão construídas”. (OSTI, 2009, p. 110).

Sendo assim, busca-se no sujeito epistêmico, compreender como ocorrem os processos mentais que envolvem a passagem de um estado de menor conhecimento para um estado de

¹⁷ Entende-se sujeito-organismo como sujeito epistêmico.

maior conhecimento, presentes desde o início da infância até a idade adulta, como um aspecto que ocorre paulatinamente por toda a vida.

O sujeito epistêmico em questão, é pensado enquanto um organismo humano, qual, ao nascer herda estruturas orgânicas chamadas de invariantes funcionais, destinadas a subsidiar a sobrevivência no início da vida. Sendo estes invariantes: o sistema digestivo, circulatório, respiratório, entre outros. Que atuarão como suporte ao desenvolvimento do sistema mental, responsável pela aquisição do conhecimento. (OSTI, 2009).

Anteriormente a linguagem, a criança apresenta conhecimentos hereditários relacionados aos invariantes funcionais e as questões de sobrevivência, como o ato de sucção, audição, visão e tato. Sendo que por meio destes conhecimentos a criança irá construir seus processos de conhecimento, pois, são as primeiras estruturas disponíveis para contato com o meio em que está inserida, e que se modificarão até possibilitarem o desenvolvimento de esquemas de ação. Como evidencia Osti (2009, p. 110):

[...] o sistema cognitivo a ser construído necessariamente é um prolongamento do sistema biológico e a sua construção está essencialmente ligada a sobrevivência do indivíduo, pois a construção do conhecimento, na sua origem, parte da necessidade de saber fazer ou ter os instrumentos necessários para a sobrevivência independente.

3.3 DO SUJEITO EPISTÊMICO AO SUJEITO PSICOLÓGICO

Após a descrição supracitada do sujeito epistêmico em si, de suas ações, e como elas se relacionam com as estruturas cognitivas e o conhecimento no sujeito, aborda-se neste subtópico sua relação com o sujeito psicológico.

Deve-se destacar que as pesquisas acerca do sujeito epistêmico foram desenvolvidas com base em investigações psicológicas em um sujeito específico, alinhando-se aos objetos e objetivos das investigações de Piaget, referindo-se “a um ser atemporal e generalizado, que serve de padrão para compreender os processos de aquisição do conhecimento”. (SILVA, 2009, p. 230).

Porém, o que também se observa, é a presença do sujeito psicológico, o qual não teve sua importância negada por Piaget, apenas não sendo, como supracitado, objeto e objetivo de estudo em suas investigações naquele determinado momento, pois, para que pudesse desvelar as “sucessivas gêneses e o desenvolvimento do sujeito epistêmico, desde suas raízes biológicas até as mais avançadas operações do pensamento: os modelos da física e da matemática” (BECKER, 1999, p. 86), era necessário o sujeito tal como descrito: atemporal; generalizado e ideal.

Com os estudos que visavam explicar a gênese e o desenvolvimento do sujeito epistêmico, desenvolvidos e consolidados por Piaget, observa-se o aprofundamento das pesquisas sobre o sujeito psicológico, principalmente por Inhelder, sua principal colaboradora, assim, pode-se caracterizar o sujeito psicológico por sua:

[...] subjetividade, vontade, particularidade e complementação conceitual ao sujeito epistêmico (universal em relação ao conhecimento) e ao indivíduo (forma geral e objetiva de conceituar o ser humano); é aquele em que suas características pessoais e exclusivas: sentimentos, emoções, forma de pensamento, ações, adquirem relevância. (SILVA, 2009, pp. 229-230).

A importância de se compreender o sujeito epistêmico, apesar de encontrar-se o sujeito psicológico no contexto de pesquisas tratando-se de sujeitos reais, está, de acordo com Becker, no “esforço de desvelamento do sujeito epistêmico serve para indicar o caminho da formação do próprio sujeito humano, em todas as suas dimensões.” (BECKER, 1999, p.87). Assim, concorda-se com Silva (2009, p. 233), quando afirma que:

A partir de uma tentativa de assimilação, um desafio pode ser capaz de gerar um desequilíbrio. Durante o processo de reequilibração, quando o sujeito não possui modos de assimilar um desafio, ele termina entrando em conflito cognitivo e necessita acomodar. Como toda acomodação leva à reorganização dos esquemas assimiladores, acaba gerando uma nova organização oriunda da acomodação procedida. Os novos esquemas ou coordenação de esquemas dão suporte à assimilação do objeto, passando, então, a estar, esse objeto, agregado e a organização cognitiva do sujeito preservada com o equilíbrio restaurado em suas estruturas mentais. Esses conflitos cognitivos podem explicar o processo do sujeito epistêmico, mas se concretizam na dimensão do sujeito psicológico, pois é este que possui uma estrutura particular que pode ser desequilibrada; é este o sujeito suscetível de significar os desequilíbrios e, por isso, também, uma dimensão indelével dos processos de aquisição do conhecimento.

Por fim, pode-se entender que é necessário a compreensão do sujeito epistêmico – ideal e universal – em sua totalidade, para assim, visualizar o seu desenvolvimento cognitivo, desde suas raízes biológicas até o pensamento operacional formal. Para que, com esse todo compreenda-se como o sujeito psicológico com sua dinamicidade, versatilidade e plasticidade se forma, bem como os percursos que o levaram a constituir-se em suas mais variadas dimensões.

3.4 A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

Esta subseção da pesquisa, sobre os estágios do desenvolvimento cognitivo, foi baseada na obra Epistemologia Genética de Jean Piaget (2002), portanto, para evitar a fadiga do leitor, restringimos as referências desta obra apenas às citações diretas, curtas e longas.

A Epistemologia Genética apresentada por Jean Piaget, procura responder a uma questão muito presente no campo da epistemologia: Qual a origem do conhecimento? Porém,

não se pauta em um empirismo tradicional, com a visão de que tais processos originam-se totalmente externamente ao sujeito, ou em um apriorismo ou inatismo, quando o sujeito possui estruturas endógenas que irá impor aos objetos. Mas sim, a relação sujeito-objeto, aonde a resposta para tal origem, está nesta relação. Para além, Piaget realiza estudos que englobam as mais variadas faixas etárias de sujeitos, desde o início da infância, até a idade adulta, e por isso, o termo genética aderido à epistemologia, como destaca o próprio autor:

[...] uma epistemologia que é naturalista sem ser positivista, que coloca em evidência a atividade do sujeito sem ser idealista, que se apoia igualmente no objeto ao mesmo tempo que o considera um limite (portanto, existindo independentemente de nós mas sem ser completamente alcançado) e que, sobretudo, vê no conhecimento uma construção contínua [...]. (PIAGET, 2002, p. 6).

Portanto, podemos conceber que o conhecimento se constrói a partir das interações que se produzem a meio caminho entre o sujeito e o objeto. Porém, inicialmente não se observa a existência de um sujeito no sentido epistêmico do termo, nem tanto os objetos compreendidos como tal, inicialmente tais interações se dão a partir da construção de mediadores no início da infância do sujeito, tal como destaca Piaget (2002, p. 8):

[...] partindo da zona de contato entre o próprio corpo e as coisas, eles progredirão então, cada vez mais, nas duas direções complementares do exterior e do interior, e é dessa dupla construção progressiva que depende a elaboração solidária do sujeito e dos objetos’.

Ou seja, a criança tende a desenvolver as estruturas necessárias para o conhecimento – os esquemas de ação – a partir do contato direto entre o seu corpo e o meio em que está inserida, visto que esta é a primeira e única possibilidade.

Sendo que este instrumento de troca inicial é a própria ação em sua plasticidade, uma ação singular, da qual parte-se buscando compreender o desenvolvimento genético do conhecimento. Se distingue dois momentos principais, um relacionado as ações sensório motoras, anterior a toda linguagem ou conceitualização representativa, e as ações posteriori a este primeiro período, ou seja, um pensamento conceitualizado.

Sobre estes dois momentos principais teorizados por Piaget, podemos compreendê-los em quatro estágios principais, a saber: estágio sensório motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. Dos quais priorizou-se um maior aprofundamento nos estágios operatórios concreto e formal, haja visto que compõem os principais elementos desta pesquisa.

3.4.1 O Universo Não Representado - Estágio Sensório Motor¹⁸

Este estágio do desenvolvimento cognitivo é compreendido entre o momento do nascimento do sujeito até aproximadamente os 02 anos de idade, sendo caracterizado por um adualismo, que pode ser compreendido como “não manifesta o menor indício de uma consciência do seu eu, nem de uma fronteira estável entre os dados do mundo interior e do universo externo” (PIAGET, 2002, p. 9), sendo que este adualismo se faz presente até o momento em que a construção do seu “eu” se faz possível mediante correspondência e oposição dos “eus” de outros sujeitos. Sendo assim, este sujeito enquanto no estágio sensório motor, ou estágio primitivo, não comporta a presença de objetos permanentes, característica que muda quando surge o interesse por sujeitos visualizados no universo externo, estes por sua vez, tornando-se os primeiros objetos permanentes.

Neste estágio primitivo que não comporta sujeitos e objetos de maneira permanente, o único vínculo possível está baseado nas ações, mais especificamente em ações primitivas, que podem ser compreendidas como um “testemunho simultâneo de uma indiferenciação completa entre o subjetivo e objetivo, e de uma centração fundamental, embora radicalmente inconsciente porque vinculada a essa indiferenciação” (PIAGET, 2002, p. 10), ou seja, ao passo que o sujeito realiza determinadas ações, o faz de maneira isolada uma da outra, sendo assim, uma ação primitiva, e tende a centralizar mesmo que inconscientemente todas as ações no seu próprio corpo, pois, é a única referência que possui no momento, resultando em um egocentrismo radical.

Tal característica de ações primitivas e uma indiferenciação entre o seu “eu” e o “eus” dos outros, relacionam-se por meio de uma terceira característica, que é o fato de não estarem coordenadas entre si “e cada uma constitui um pequeno todo isolável, ligando diretamente o próprio corpo ao objeto (chupar, olhar, agarrar, etc)”. (PIAGET, 2002, p. 10). Portanto, esta característica é responsável por formar ações primitivas, e impossibilitando neste momento, a formação dos esquemas de ações.

Sendo que ao decorrer do desenvolvimento do sujeito – compreendido no espaço de tempo do estágio sensório motor – observa-se que ocorre uma revolução das estruturas que as formam, no qual “conseguem mais ou menos rapidamente, pelo jogo fundamental das assimilações recíprocas, coordenar-se entre si até ser constituída essa conexão entre meios e fins que caracteriza os atos da inteligência propriamente dita”. (PIAGET, 2002, p. 11). Partindo

¹⁸ Subtítulo inspirado no trabalho de Cunha (2010).

desse desenvolvimento das ações, por mais que momentâneas, o sujeito dá início a processos de coordenações de movimentos, que permitem uma maior complexidade em suas ações e interação com o meio. Neste contexto, passando a admitir objetos permanentes, bem como visualizar seu próprio corpo como um objeto pertencente ao meio e diferente dos demais, apresentando assim, novidades ao desenvolvimento do sujeito.

Ainda sobre as ações primitivas, estas podem ser compreendidas em dois aspectos principais, o primeiro sendo as estruturas existentes de maneira hereditária (reflexos de sucção, relacionados à sobrevivência), ocorrendo a assimilação de novos objetos não previstos na programação orgânica. O segundo aspecto, refere-se a situações imprevistas, tais como uma tentativa de mover um objeto pelo sujeito – o bebê – ocasionando um “espetáculo”, qual o sujeito tende a tentar reproduzir novamente, provocando assim uma assimilação reprodutora (refazer o mesmo gesto), ocasionando um início de esquema, caso o sujeito procure reproduzir o mesmo “espetáculo” em outro objeto suspenso, o mesmo produz uma assimilação cognitiva, e de fato quando o faz, produz uma nova situação, assimilação generalizadora, podendo estes três aspectos (repetição, reconhecimento e generalização) estarem muito próximos.

Ainda pode ocorrer a assimilação recíproca, caracterizada por buscar obter resultados múltiplos antes observados em outros objetos, tal como balançar diferentes objetos a fim de verificar se produzem os mesmos sons do objeto anterior, podemos assim observar, conforme Piaget (2002, p. 14):

[...] a criança fixar-se-á um objetivo antes de poder alcançá-lo e utilizará diferentes esquemas de assimilação como meios para lá chegar: balançar com sacudidelas, etc., a cobertura do berço para fazer oscilar os brinquedos sonoros que foram suspensos naquela e que permaneceram fora do alcance da mão, etc.

Nota-se que por mais modesto que os processos supracitados possam parecer, os mesmos tendem a fornecer bases substancialmente importantes para o desenvolvimento de outras estruturas do sujeito, por meio da “ [...]construção de combinações novas por uma combinação de abstrações separadas ora dos próprios objetos, ora, e isto é essencial, dos esquemas de ação que se exercem sobre eles” (PIAGET, 2002, p. 14), fomentando o desenvolvimento para estruturas cognitivas mais complexas, tal como a abstração reflexionante.

Observa-se a relevância da investigação deste estágio do desenvolvimento cognitivo nos mais variados campos de pesquisa, como no trabalho de Rodrigues e Becker (2018), aonde, abordam a importância de se conhecer de maneira mais aprofundada os aspectos e características pertinentes ao período sensório motor descrito por Jean Piaget, pois, pode fornecer subsídios para a atuação de professores da educação infantil.

Embora as pesquisas de Jean Piaget não sejam destinadas a priori para a formação de professores, ela se faz amplamente relevante do ponto de vista da compreensão sobre como os esquemas mentais, e as ações dos sujeitos se desenvolvem e se relacionam, bem como sua importância para uma melhor atuação enquanto profissional, como destaca Rodrigues e Becker (2018, p. 167):

O papel do professor de educação infantil é bastante significativo para o desenvolvimento da criança, pois ele é um observador ativo e, assim, também pode favorecer as interações que a criança estabelece em seu meio e a sua construção de conhecimento. Ao acompanhar e estimular a criança a construir noções iniciais de objeto permanente, espaço, tempo e causalidade, fundamentais para o seu desenvolvimento e a formação de novas estruturas cognitivas, o professor afeta, indiretamente, as futuras generalizações e interpretações em seu raciocínio lógico.

Dada a importância da atuação docente, ocorre a necessidade da compreensão do período de desenvolvimento cognitivo do sujeito, principalmente do ponto de vista da atuação do professor. Sendo que tal relevância, é destacada em trechos do trabalho de Rodrigues e Becker (2018, p. 183):

A observação de Rosa, portanto, resulta em um trabalho exitoso para com crianças, o que também se demonstra pelo fato de que a educadora permanece aberta aos mais distintos aprendizados que ela mesma pode ter enquanto docente. Contudo, deve-se atentar ao fato de que, mesmo sendo capaz de preconizar questões relevantes no que tange à mentalidade infantil, percebe-se, por vezes, que; em seus comentários, ela não compreende os aspectos desse desenvolvimento próprio. A este fim se deve a teoria Piagetiana: basear e dar fundamento pedagógico de forma a compreender aquilo que faz e porque faz. Dessa maneira, estará transcendendo a prática empirista, intuitiva, por meio de abstrações reflexionantes, passando assim da ação para a operação.

3.4.2 Representação, Linguagem e Socialização – Estágio Pré-operatório¹⁹

Os primeiros instrumentos de interação cognitiva começam a se estruturar nesta etapa do desenvolvimento cognitivo, quando, o sujeito passa de ações elementares isoladas, ou seja, não coordenadas entre si (que inviabilizam a diferenciação entre sujeitos e objetos), para as coordenações com diferenciações. Porém, tais instrumentos de interação ainda são do tipo não conceitualizados, pois, não apresentam “ação efetiva e atual” (PIAGET, 2002, p. 16), visto que, os esquemas de inteligência que formam tais instrumentos ainda não são manipulados por pensamentos, devido a inexistência de instrumentos semióticos, portanto, só se fazem presentes no momento da sua utilização prática e material.

Quando ocorre a passagem do estágio sensório motor para o estágio pré-operatório, o sujeito apresenta um período de mudanças, representado pelo momento anterior ao surgimento dos instrumentos semióticos até o momento posterior ao seu surgimento. Tais instrumentos

¹⁹ Subtítulo inspirado no trabalho de Cunha (2010).

semióticos podem ser compreendidos como a linguagem, o jogo simbólico, a imagem mental, entre outros. Surge então, um novo tipo de ação, originada pela sobreposição e interiorização de ações simples (por meio do fomento das estruturas semióticas) como pode ser observado “[...] além do poder de se deslocar de A para B, o sujeito adquire o de representar esse movimento AB, assim como o de evocar pelo pensamento outros deslocamentos”. (PIAGET, 2002, p. 16).

Porém, deve-se observar que a tomada de consciência não ocorre de forma imediatamente completa, pois:

[...]o indivíduo representar-se-á mais ou menos facilmente o próprio trajeto AB, assim como, grosso modo, os movimentos executados, mas os detalhes escapam-lhe, e, mesmo na idade adulta, ver-se-á impedido de traduzir em noções e de visualizar com certa precisão as flexões e extensões dos membros durante a locomoção. (PIAGET, 2002, p.17).

Esta tomada de consciência ocorre paulatinamente, pois, no estágio sensório motor o sujeito apresenta uma coordenação de movimentos AB, BC, CD, etc., no formato de um grupo de deslocamento aonde “[...] na medida em que a passagem de cada trajeto parcial para o seguinte é guiada pelo reconhecimento de indícios perceptivos cuja as sucessões assegura as ligações [...]”. (PIAGET, 2002, p. 17). E para uma representação conceituada (estágio pré-operatório), ocorre uma conversão destes grupos de deslocamento em uma “representação de conjuntos com elementos quase simultâneos” (PIAGET, 2002, p. 17), ou seja, o sujeito passa a formar seu pensamento com auxílio das estruturas semióticas, que promovem esta representação dos conjuntos.

Porém, como é um aspecto em desenvolvimento, observa-se que a simultaneidade destes conjuntos ainda é limítrofe, não permitindo ao sujeito figurar livremente nestes processos, porém, tende a se aprimorar à medida que ocorre o processo de desenvolvimento cognitivo. A exemplo deste processo de representação de conjuntos, Szeminska (apud PIAGET, 2002, p. 18), demonstra que uma criança entre 4-5 anos de idade é capaz de representar o caminho que às leva de casa à escola ou vice-versa, porém, sendo incapazes de representar tal trajeto com um acréscimo de pontos de referência como prédios, edifícios, entre outros.

Podemos descrever a razão essencial desta discrepância, de acordo com Piaget (2002, p. 18), como:

A razão essencial dessa defasagem entre as ações sensoriomotoras e a ação interiorizada ou conceitualizada é que as primeiras constituem, mesmo no nível em que existe coordenação entre vários esquemas, uma série de mediadores sucessivos entre o sujeito e os objetos, mas cada um dos quais permanece puramente atual; ela já se faz acompanhar, é verdade, de uma diferenciação entre esse sujeito e seus objetos, mas nem aquele nem estes são pensados como revestidos de quaisquer outras características a não ser as do momento presente. No nível da ação conceitualizada, pelo contrário, o sujeito da ação (quer se trate do eu ou de um objeto qualquer) é

pensado com suas características duradouras (predicado ou relações), os objetos da ação também, e a própria ação é conceitualizada como transformação particular no âmbito de muitas representáveis entre os termos dados ou entre termos análogos.

Portanto, graças a aquisição do pensamento, as representações adquirem um contexto espaço-temporal muito maior, fornecendo estruturas entre sujeito e objeto, capazes de evocar ações ou eventos no passado, presente e futuro, além de situações espaciais, tanto distantes quanto próximas.

A partir desse ponto, o sujeito começa a desenvolver-se em um duplo sentido, tanto internamente, no que virá a ser as estruturas operatórias ou lógico matemáticas, quanto externamente, nas relações com objetos como as estruturações espaciais e cinemáticas, tornando-se assim, capaz de inferências elementares, classificações de configurações espaciais, correspondências, entre outras.

Este conjunto de novidades que se apresentam nesse momento, são desencadeadas por fatores como transmissões verbais e funções semióticas (resultantes dos progressos da imitação), de uma maneira geral, por meio das relações sociais, mas também mediante os progressos da inteligência pré-verbal, sendo que, sem estes “fatores prévios, em parte, endógenos, tanto a aquisição da linguagem quanto as transmissões e interações sociais seriam impossíveis [...]”. (PIAGET, 2002, p. 20).

Porém, deve-se destacar a existência de limitações a estas novidades, que devem ser consideradas “sob certos ângulos, tão instrutivos, do ponto de vista epistemológico, quanto os positivos” (PIAGET, 2002, p. 20), e é com base nesta constatação que se diferencia o período pré-operatório (2-3 a 7-8 anos), que se fundamenta em dissociar o objeto do sujeito e elaborar operações lógico-matemáticas independentes. Porém, este estágio também se subdivide em dois momentos (subperíodo 5-6 anos), pois a passagem das ações primitivas para o pensamento conceitualizado ocorre de maneira branda, sendo associadas as transformações das assimilações. Assim, pode-se resumir e compreender o primeiro subestágio do pensamento pré-operatório como:

[...] o ensinamento que nos oferece o primeiro sub estágio do pensamento pré-operatório (de 2 a 4 anos, aproximadamente) é que, por um lado, os únicos mediadores entre os sujeitos e os objetos ainda não são mais do que preconceitos e pré-relações (sem determinação exata do ‘todos’ e do ‘alguns’ para os primeiros, nem a relatividade das noções para as segundas), e que, por outro lado, e reciprocamente, a única causalidade atribuída aos objetos permanece psicomórfica, por indiferenciação completa quanto às ações do sujeito. (PIAGET, 2002, p. 22).

O segundo subestágio do pensamento pré-operatório (5-6 anos) é caracterizado pela descoberta de certas ligações objetivas, mediadas pelas funções constituintes (que se comportam com aspectos qualitativos ou ordinais). Sendo que o processo de passagem do

primeiro para o segundo subestágio do período pré-operatório, apresenta assim como no anterior – passagem do sensorio motor para o primeiro subestágio do período pré-operatório – um conjunto de aspectos que representam tal passagem, sendo uma descentração das ações conceitualizadas que assumirão a forma de funções. Pode-se exemplificar tais funções como “uma criança de 5-6 anos sabe, em geral, que, empurrando-se com um lápis uma plaqueta retangular em seu meio, ela, avança ‘em linha reta’; mas, se for empurrada por um lado, ‘ela rodopia’” (PIAGET, 2002, p. 25), ou seja, observa-se que as pré-relações que o sujeito desenvolvia isoladamente, convertem-se em coordenações “pois uma das variáveis modifica-se sob a dependência funcional da outra”. (PIAGET, 2002, p. 25).

Esta estrutura de função, apresenta variações entre dois termos, que são propriedades relacionáveis (como supracitado), porém, com aspectos fundamentais de uma função como aplicações “unívocas”, se portando como um termo de mediação entre ações e operações, e não como um instrumento definitivo das estruturas cognitivas, pois, apresenta fortes vínculos com os esquemas de ação, como a falta das operações inversas.

Outro aspecto que caracteriza este estágio pré-operatório, está baseado no início das diferenciações entre sujeito e classe, devido à natureza das classificações que estão se desenvolvendo. Como destaca Piaget (2002, p. 27):

No nível precedente, estas ainda consistem em ‘coleções figurais’, ou seja, os conjuntos de elementos individuais são construídos com base não apenas em semelhanças e diferenças mas também em convergências de diversas naturezas (uma mesa e o que se coloca sobre ela, etc.) e, sobretudo, com a necessidade de atribuir ao conjunto uma configuração espacial (fileiras, quadrados, etc.), como se a coleção só existisse se qualificada por meio de propriedades individuais, ao não se dissociar a extensão da compreensão.

Portanto, observa-se o início das classificações, porém, ainda com uma defasagem na transitividade do sujeito.

Destaca-se a importância dos estudos referentes a este estágio do desenvolvimento cognitivo, como observado no trabalho de Lemos (2005), que objetivou, por meio de entrevistas e testes clínicos, verificar a aquisição da conservação em crianças na faixa etária de 06 e 07 anos, ou seja, no estágio pré-operatório. Concluindo assim que “o estímulo recebido pela criança é o principal fator considerável na aquisição de noções de conservação” (LEMOS, 2005, p. 39), sendo assim, pensar-se em processos escolares que proporcionem tais espaços e possibilidades é de extrema importância, como evidenciou o trabalho supracitado.

3.4.3 O Universo Concreto²⁰

3.4.3.1 O primeiro subestágio das operações “concretas”

Este subestágio tem seu início em média aos 7-8 anos de idade, constituindo-se como um importante momento da construção dos instrumentos do conhecimento, e de maior complexidade ao sujeito, como destaca Piaget (2002, p. 30):

[...] as ações interiorizadas ou conceitualizadas com que o sujeito deveria até agora contentar-se adquirem a categoria de operações, enquanto transformações reversíveis modificam certas variáveis e conservam outras a título de invariantes.

Portanto, o sujeito começa a desempenhar ações no formato de operações, o que se caracteriza como um novo contexto, não realizado anteriormente, além da mudança ou manutenção de algumas estruturas em variáveis ou invariantes, destacando-se que tais mudanças ocorrem, assim como nos demais estágios, de maneira paulatinamente e não abrupta, por meio de diferenciações progressivas, coordenações graduais, ou de ambas simultaneamente. Tal mudança ocorre em função do progresso das coordenações, que se desenvolvem subsidiadas pelo jogo das transformações diretas ou inversas (iniciadas no segundo subestágio do pensamento pré-operatório), que proporcionam um fechamento do sistema das estruturas mentais, por meio da reversibilidade, no qual “envolve a fusão num só ato das antecipações e retroações, o que constitui a reversibilidade operatória”. (PIAGET, 2002, p.31).

Esta reversibilidade, característica deste estágio, pode ser compreendida como a utilização de relações, porém de maneira simultânea e não excludente, fato não observado em estágios anteriores, pois, o que ocorria era a manipulação pelo sujeito das relações em um único sentido, e quando o mesmo era questionado sobre outras possibilidades ou sentido, ocorria uma confusão sobre as possibilidades de resolução por parte do próprio sujeito. Como é exemplificado por Piaget (2002, p. 31):

Quando se trata de ordenar uma dezena de varetas pouco diferentes entre si (de maneira a necessitar de comparações duas a duas), os sujeitos do primeiro nível pré-operatório procedem por pares (uma pequena e uma grande, etc.) ou por trios (uma pequena, uma média e uma grande, etc.) mas sem poder em seguida coordena-las em uma série única. Os sujeitos do segundo nível chegam à série correta, mas por tentativa e erro.

Neste estágio, a novidade se constrói na utilização das relações de maneira simultânea, observa-se que as operações de antecipação e de retroação se tornam então recíprocas, como é demonstrado por Piaget, no mesmo exemplo supracitado:

No presente nível, em contrapartida, eles utilizam com frequência, um método exaustivo que consiste em procurar primeiro o menor dos elementos, depois o menor

²⁰ Subtítulo inspirado no trabalho de Cunha (2010).

dos que restam, e assim por diante. Ora, vê-se que método equivale a admitir de antemão que um elemento E qualquer será, ao mesmo tempo, maior do que as varetas já colocadas, ou seja, $E > D, C, B, A$, e menor do que aqueles que ainda falta colocar, ou seja, $E < F, G, H$, etc. A novidade consiste, portanto, em utilizar as relações $>$ e $<$, não com exclusão de uma pela outra ou por alternâncias assistemáticas no decorrer de tentativas, mas simultaneamente. (PIAGET, 2002, p. 31).

As operações descritas neste estágio de desenvolvimento cognitivo, vem acompanhadas de processos de correções de erros de maneira prévia, ou seja, graças as estruturas de antecipação e retroação – reversibilidade – o sujeito pode apresentar um sistema prévio, sendo que nos estágios anteriores as correções ocorriam a posteriori, ou seja, somente após a execução material da ação.

Apresenta também um fechamento do sistema, que pode ser compreendido como “suas ligações internas tornam-se assim necessárias e não consistem mais em relações construídas sucessivamente sem conexão com as precedentes”. (PIAGET, 2002, p. 33). Tal necessidade descrita pelo autor, sobre as ligações internas, se fazem presentes apenas quando o fechamento do sistema se faz completo, manifestando-se por meio de duas propriedades gerais em todas as estruturas operatórias deste nível: a transitividade e as conservações.

Sobre a transitividade, não há dúvidas que a mesma estabelece uma importante relação com o fechamento dos sistemas, e que pode ser compreendida como a possibilidade de o sujeito perpassar por diferentes relações (transitar) que estão correlacionadas, sem a necessidade de uma visualização simultânea de todos os elementos, pois, consegue resolver problemas “sendo capaz de colocar novos elementos em uma série já constituída”. (GARCIA, 1998, p. 26).

Para compreensão do processo de transitividade, que é necessário para identificação de um fechamento do sistema do sujeito, observa-se o seguinte exemplo:

$$A \leq C \text{ se } A \leq B \text{ e } B \leq C$$

Neste exemplo genérico, pode-se compreender os termos A, B e C como sendo elementos de uma relação desempenhada pelo sujeito. Em um primeiro momento, a construção dos esquemas de fechamento do sistema, ocorre por meio de tentativas, sendo que as relações parciais entre os termos A, B e C ocorrem anteriormente a coordenação de um todo, e neste momento o processo de transitividade não se torna necessário, sendo observável apenas pela percepção simultânea dos elementos. Quando inicia-se o processo de reversibilidade (antecipações e retroações) a transitividade passa a impor-se como lei do sistema, neste caso, porque passou a existir um sistema, o da reversibilidade, indicando um fechamento do sistema “visto que a posição de cada elemento é determinada de antemão pelo próprio método utilizado na construção” (PIAGET, 2002, p. 33), ou seja, não ocorre a necessidade da percepção simultânea de todos os elementos que compõem a relação, assim, atribuindo a generalização, o

sujeito estabelece que os termos contidos entre A e C são conseqüentemente maiores que A e menores que C, sem a necessidade de visualizar tais elementos.

No que se refere a propriedade das conservações, são estes fortes indicadores da presença das estruturas operatórias no sujeito, intimamente relacionadas ao fechamento das estruturas e a transitividade. Nesta última, pois, como supracitado, ocorre que as relações levam à $A \leq C$, é porque algum componente ou elemento se conserva de A até C. Os sujeitos, portanto, podem apresentar alguns argumentos, aonde estabelecem tal relação sobre o que se conserva ($A \leq B$ e $B \leq C$ logo $A \leq C$), dos quais destaca-se três:

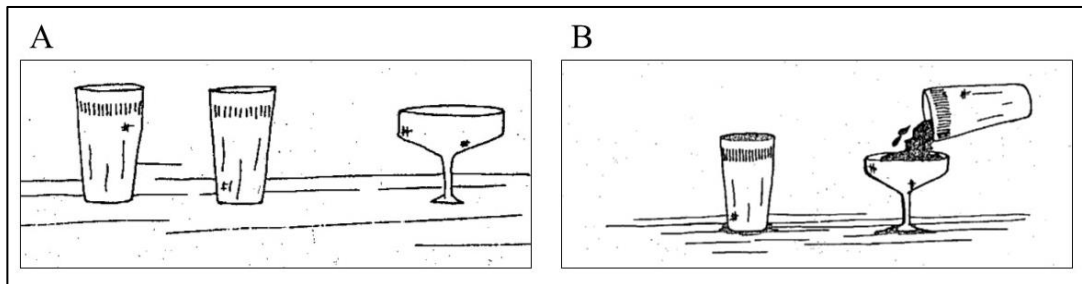
- i. O sujeito admite que um mesmo conjunto ou objeto conserva sua quantidade ao passar do estado A para o estado B, pois, “não se lhe retirou nem acrescentou nada”, ou simplesmente “porque é a mesma coisa”. (PIAGET, 2002, p. 34). Tal característica não ocorria nos estágios anteriores, pois não era suportada pelas estruturas presentes, a igualdade ou conservação quantitativa tratadas neste estágio, denomina-se convencionalmente de “operação idêntica” sendo que a mesma, só tem sentido no interior de um sistema.
- ii. O sujeito estabelece a conservação nos elementos A e B, por meio da reversibilidade, pois, admite que pode repor B em A (reversibilidade por inversão). Sendo que esta operação, neste modelo, apresenta-se inerente a este estágio, haja visto que também pode ser observada em estágios anteriores, porém, sem acarretar uma conservação, fato aqui evidente.
- iii. O terceiro argumento utilizado pelos sujeitos é referente a “reversibilidade por reciprocidade de relações”, aonde uma alteração do sistema pode compensar outra possível alteração, por exemplo “[...] o sujeito diz que a quantidade se conserva porque o objeto está alongado, mas, ao mesmo tempo, mais apertado [...]”. (PIAGET, 2002, p. 34).

Estes três argumentos demonstram mais claramente a existência de um sistema de conjuntos fechados, pois, “[...] o sujeito não recorre a medida alguma para avaliar as variações e só julga a priori, e de maneira puramente dedutiva, sua compensação [...]”. (PIAGET, 2002, p. 35). Portanto, a conservação permite ao sujeito compreender que alterações de forma, não alteram a quantidade dos objetos ou substâncias. (GOULART; PIAGET, 1996).

A exemplo das operações de conversação desempenhadas pelos sujeitos, observamos as conservações das quantidades, descritas por Goulart e Piaget (1996), em dois momentos, a conservação das quantidades contínuas e descontínuas.

Sendo a conservação das quantidades contínuas representada na Imagem 05, por meio do “transvasamento de líquidos”, formado por dois copos estreitos e altos, e uma taça larga e baixa capaz de conter o conteúdo de pelo menos um dos copos. Na Imagem 05 - A, os copos e taça estão vazios, e na Imagem 05 - B, estão cheios.

Imagem 05 – Conservação de quantidades contínuas



Fonte: GOULART, 1996, pp. 121-122.

A seguir, encontram-se as repostas descritas pelos autores, e que se referenciam aos argumentos supracitados. (GOULART; PIAGET, 1996).

- i. “A água é a mesma. Não aumentou nem diminuiu nada” – Identidade simples ou aditiva, representada no primeiro argumento.
- ii. “Se voltar a água para o copo, é a mesma água” – Reversibilidade por inversão, representada no segundo argumento.
- iii. “A taça é mais baixa, mas é larga, o copo é mais alto, mas é estreito; por isso, é a mesma coisa” – Reversibilidade por compensação ou por reciprocidade de relações, representada no terceiro argumento.

No que se refere aos seus aspectos lógicos, este estágio apresenta importantes avanços em comparação ao anterior, sendo que, a mudança do estágio pré-operatório para o primeiro estágio do pensamento operatório concreto, é composto por três momentos, que de forma integrada compõem este avanço, sendo eles: uma abstração reflexionante, uma coordenação e uma auto regulação.

A abstração reflexionante pode ser compreendida como o processo de retirada das estruturas inferiores, o que é necessário para a construção das estruturas superiores. As coordenações, podem ser entendidas como o processo de ligação entre si de ordenações e reuniões parciais, tendendo assim ao fechamento do sistema. O terceiro momento que compõe este avanço, trata da auto regulação da coordenação descrita anteriormente, que resulta na equilibração destas novas conexões estabelecidas no processo coordenativo, de tal modo que

elas passam a compor uma reversibilidade operatória, pois, ocorrem em ambos os sentidos (direto e inverso).

A exemplo deste sistema, temos a síntese dos números naturais, que ocorre a partir das inclusões de classes e relações de ordem.

Os termos numéricos podem ser concebidos de forma individual e equivalentes, atribuindo-se em classes como $(I) < (I+I) < (I+I+I) < \text{tec.}$, ou seja, as relações numerais $1 < 2 < 3$ concebidas em classes de forma individualista, no qual são eliminadas as qualidades diferenciais dos termos, restando-se apenas os indivíduos I, I, I , etc., portando torna-se indiscerníveis entre si, e ao se limitar as operações lógicas das classes qualitativas, observa-se que “só poderiam dar lugar à tautologia $A + A = A$ e não a interação $I + I = II$ ”. (PIAGET, 2002, p. 36).

Porém, o que se observa na ausência das qualidades – que ocorre neste estágio – é a presença de ordem $I \rightarrow I \rightarrow I \rightarrow \dots$ (compreendida como ordem de enumeração ou posição no espaço e no tempo dos indivíduos), resultando na compreensão de que o número é uma fusão operatória entre a inclusão de classes e a ordem serial. Portanto, para este autor, esta parece ser a constituição dos números naturais, em conjunto com o desenvolvimento destes processos mentais.

Encontramos nesta síntese numérica, os três momentos que compõem o avanço do sistema, como destaca Piaget (2002, pp. 36-37):

[...] uma abstração reflexionante que fornece as ligações de encaixe e de ordem, uma coordenação nova que as reúne em um todo $\{(I) \rightarrow (I) \rightarrow (I)\} \dots$, etc., e uma auto regulação ou equilibrção que permite percorrer o sistema nos dois sentidos (reversibilidade da soma e da subtração), assegurando a conservação de cada conjunto ou subconjunto.

Porém, é importante salientar que esta síntese numérica não ocorre apenas após a inclusão das estruturas de classificação e seriação, pois, já no estágio pré-operatório encontram-se os números figurais, mas, sem uma conservação do todo.

Com base nas evoluções dos processos mentais supracitados, e das operações espaciais desempenhadas pelo sujeito até este momento – 7-8 anos – ocorre uma diferenciação entre tais processos, que dão origem à duas espécies de estruturas, as “operações lógico-matemáticas” e as “operações infralógicas”.

Sobre as operações concretas de caráter lógico-matemático, podemos compreendê-las de acordo com Borba (1995, p. 74), como:

[...] versam sobre ‘semelhanças’ (classes e relações métricas), ‘diferença’ (relações assimétricas) ou ambas ao mesmo tempo (número) entre objetos discretos, reunidos em conjuntos de composição limitada, descontínuos e independentes de sua configuração ‘espaço temporal’.

Sobre as operações de caráter infralógico, também em acordo com Borba (1995, p. 74):

[...] dizem respeito às conservações físicas (quantidade de matéria, peso e volume) e a constituição do espaço (conservação de comprimento, superfície, perímetro, horizontais, verticais, etc.). Portanto, sendo as operações infralógicas constitutivas do objeto enquanto tal, resultam na construção de invariantes físicas (substância, peso e volume) e invariantes espaciais (comprimento, superfície, estabelecimento de verticais, horizontais, etc.) indispensáveis ao funcionamento das estruturas lógicas.

Pode-se observar a presença de limitações neste primeiro subestágio do pensamento operatório concreto, o qual está calcado na necessidade de as operações incidirem diretamente sobre os objetos, ou seja, agir sobre eles, mas, diferentemente dos estágios pré-operatórios, esta ação é transitiva e reversível. Ocorre também de as combinações – característica deste estágio – se efetuarem gradualmente e não sob quaisquer combinações, pois “tal é o caráter essencial das estruturas de ‘grupamentos’, das quais um exemplo simples é o da classificação” (PIAGET, 2002, p. 40), portanto, combinações que não estejam próximas, geram classes mais complexas, dificultando o processo em que o sujeito esteja envolvido.

Destaca-se que a síntese dos números, aparentemente se desenvolve esquivando-se de tais limitações, porém, ocorre de maneira gradual, cuja etapas ocorrem de maneira próxima à 1-7, 8-15, 16-30, etc. Para além, o deslocamento do sujeito nos numerais, ocorre de maneira lenta, comportando primeiramente aspectos inclusivos e seriais, antes de uma conceitualização.

3.4.3.2 O segundo subestágio das operações “concretas”

Ocorre em torno de 9-10 anos de idade, e é neste subestágio que se iniciam os processos de preparação para o estágio seguinte, pois, é quando intensificam-se as lacunas existentes nos processos mentais, principalmente na causalidade, permitindo ao sistema uma evolução para um estágio superior, pois, “novos desequilíbrios preparam, de certo modo, a reequilibração do conjunto que caracterizará o estágio seguinte e do qual se vislumbram, por vezes, alguns esboços intuitivos”. (PIAGET, 2002, p. 42).

Observa-se neste subestágio, o domínio das operações infralógicas ou espaciais, as quais iniciam-se no subestágio anterior, pois, é a partir dos 9-10 anos que ocorre uma coordenação de pontos de vista em relação a um determinado conjunto de objetos, bem como, iniciam-se os processos espaciais em diferentes dimensões, que acabam por ligar-se em um sistema total, como por exemplo “por volta dos 9-10 anos que serão previstas a horizontalidade do nível de água num recipiente que se inclina, ou a verticalidade de um fio de prumo próximo

de uma parede oblíqua” (PIAGET, 2002, p. 42), além de os sujeitos apresentarem um progresso na compreensão sobre interseções, de maneira mais aprofundada.

Quanto a causalidade, o sujeito apresenta uma sequência de progressos e de lacunas aparentes (que de modo errôneo, é confundido com uma regressão). Quanto aos progressos, observa-se uma dissociação entre os conceitos de dinamicidade e cinemática, admitindo mudanças na velocidade em função de causas exteriores, uma diferenciação entre força e movimento, além de progressos na conceituação de peso. A seguir, alguns exemplos destes progressos, conforme Piaget (2002, pp. 44-45):

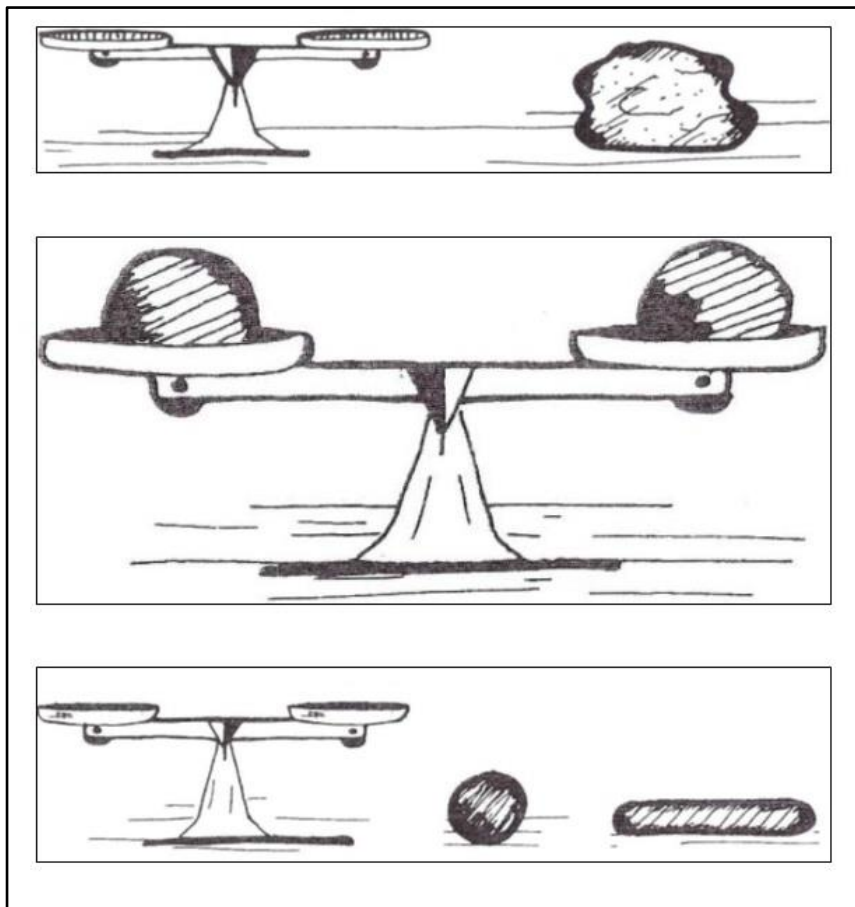
[...] considerava-se até agora que uma haste em posição oblíqua acabaria caindo no sentido de sua inclinação, ao passo que no nível em pauta ela cai verticalmente. Doravante, é preciso mais força para fazer um vagão subir um plano inclinado do que para retê-lo no lugar, ao passo que no nível precedente era o contrário, porque, quando o vagão está retido, sua tendência é descer mais! E, sobretudo, a horizontalidade da superfície da água é doravante explicada pelo peso do líquido (até então considerado leve porque movediço) e pela sua tendência para descer, o que exclui as desigualdades de altura.

Nota-se neste processo, uma triangulação entre as construções espaciais interfigurais (coordenadas figurais) e do progresso causal, culminando em um conceito de forças e direções apartado da necessidade da interação água – recipiente.

Sobre as falsas regressões, ocorre que o sujeito neste subestágio desenvolve “uma série de novos problemas dinâmicos sem poder dominá-los” (PIAGET, 2002, p. 45), o que resulta nesta falsa interpretação.

Sendo capaz de visualizar-se neste subestágio, o peso enquanto uma propriedade invariante dos corpos, ou seja, a conservação do mesmo durante a alteração da forma do corpo. Neste subestágio em questão, iniciam-se algumas composições operatórias relacionadas a noção de propriedades invariantes, tais como as seriações e a transitividade. Como demonstram Goulart e Piaget (1996), em seu experimento sobre a conservação do peso, Imagem 06, a seguir:

Imagem 06 – Conservação do Peso



Fonte: GOULART, 1996, pp. 124-125.

O sujeito após os 8 anos de idade, tende a concluir que o peso é o mesmo, ou seja, invariante as mudanças físicas que o corpo sofre (GOULART; PIAGET, 1996), porém destaca-se que tal conclusão ocorre de maneira generalista e arbitrária, pois, a inclusão efetiva de grandezas espaciais (comprimento, pressão, densidade, peso relativo, entre outros) só ocorre no estágio seguinte.

Neste contexto, as estruturas mentais atingem suas máximas utilizações, mesmo que de forma ainda limitada nas operações concretas, como por exemplo, as “restrições às estruturas de ‘grupamento’ (quanto às classes e às relações), as quais mal começaram ainda a ser superadas pelos começos da aritmetização e da geometrização métrica”. (PIAGET, 2002 p. 46-47).

De maneira geral, observa-se este subestágio como um terreno fecundo, no qual desequilíbrios frutíferos, análogos aos presentes desde o início do desenvolvimento mental do sujeito, porém de alcance muito maior, vem para complementar tais desequilíbrios primordiais, formando assim “operações sobre operações” ou “operações à segunda potência”, e que virão a subsidiar as operações formais ou proposicionais.

Destaca-se a importância dos estudos e pesquisas relacionadas às operações concretas, conforme apresentado no trabalho de Mano (2019), qual a autora busca investigar como os princípios da teoria piagetiana, aplicados a uma intervenção pedagógica podem acometer tal prática, desenvolvendo a pesquisa com alunos regularmente matriculados no 8º ano de uma escola estadual. Observou-se que as respostas das entrevistas clínico críticas demonstraram que quase metade dos sujeitos não apresentava subsídios para explicar os temas investigados, além de, apresentarem concepções alternativas ao modelo científico. Em corroboração, as provas operatórias evidenciaram que quase todos os sujeitos apresentaram desempenho condizente com às operações concretas. Com base nisso, se aplicou o trabalho pedagógico sistematizado, sendo que após, evidenciou-se uma melhora tanto quanto na compreensão dos conteúdos abordados, quanto nas operações realizadas pelos sujeitos.

3.4.4 O Universo Formal - Estágio das Operações Formais²¹

Este estágio do desenvolvimento cognitivo, caracteriza-se por uma terceira grande etapa do desenvolvimento das operações mentais, ocorrendo por volta dos 11-12 anos de idade em diante. Uma das características fundamentais que permeia este estágio, é o de poder realizar operações sobre hipóteses e não somente sobre objetos (como precedentemente observado).

Sobre as hipóteses, observa-se que são compreendidas como proposições, na qual “seu conteúdo consiste em operações intraproporcionais de classes, relações, etc., de que se poderia fornecer a verificação direta; o mesmo ocorre com as consequências extraídas delas por via inferencial”. (PIAGET, 2002, p.48-49).

Enquanto considera-se neste estágio, que as operações agem sobre as hipóteses e não mais somente sobre os objetos, tal ação efetuada sobre esta nova classe de possibilidades conduz o sujeito a determinadas conclusões, sendo as “operações dedutivas” as responsáveis por tal condução e novas conclusões. Sobre esta última, podemos compreendê-la como relação “interproposicional, consistindo, portanto, numa operação efetuada sobre operações, ou seja, uma operação a segunda potência” (PIAGET, 2002, p. 49), à exemplo: proporções, distributividade, coordenação de dois sistemas de referências, entre outros. Portanto, esta capacidade atribuída ao estágio das operações formais, é que permite o avanço do conhecimento para além do real, formando um caminho de possibilidades por meio de combinatórias.

²¹ Subtítulo inspirado no trabalho de Cunha (2010).

Outra importante característica observada neste estágio, é a união em um único grupo das inversões e das reciprocidades, fomentado pelas combinações proposicionais. Pois observa-se que:

No âmbito das operações concretas existem duas formas de reversibilidade: a inversão ou negação que culmina em anulação de um termo (por exemplo, $+A -A = 0$), e a reciprocidade ($A = B$ e $B = A$, etc.) que redundam em equivalências e, portanto, numa supressão de diferenças. (PIAGET, 2002, p. 50).

Portanto, ocorre que, no estágio das operações concretas a inversão que caracterizava os agrupamentos de classes e a reciprocidade que caracterizava o agrupamento de relações, não eram capazes de estabelecer um conjunto de ligações entre si, dada as limitações do próprio estágio. Porém, no período operatório formal, observa-se que tal vinculação ocorre mediante a possibilidade da combinatória proposicional, tornando-se assim, ligações à terceira potência, haja visto que as operações que sofrem tal vinculação, já eram de segunda potência.

Permitindo que o sujeito compreenda um conjunto de estruturas físicas, e suas relações entre ação e reação, como por exemplo quando visualiza que “numa prensa hidráulica, que o aumento de densidade do líquido escolhido opõe-se a descida do êmbolo”. (PIAGET, 2002, p. 53).

O conjunto de novidades apresentado neste estágio, proporciona falar-se em operações lógico-matemáticas autônomas, as quais se relacionam com a capacidade do sujeito em estabelecer relações de coordenação e apoio mútuo, em dois ou mais patamares, aproximando-se cada vez mais dos procedimentos próprios ao pensamento científico.

A exemplo destes possíveis patamares, que estabelecem relações de coordenação e apoio mútuo, observamos a leitura de dados de experiências físicas, que neste estágio, permitem a leitura de um grande volume de novos dados relacionados a tais experiências, antes não observáveis. Sendo que isto se torna possível, pois:

[...] os fatos só são acessíveis se assimilados pelo sujeito, o que pressupõe a intervenção de instrumentos lógicos matemáticos de assimilação construindo relações que enquadram ou estruturam esses fatos e os enriquecem na mesma proporção. (PIAGET, 2002, p. 51).

Sendo que no processo supracitado, em especial neste estágio do desenvolvimento cognitivo, observa-se uma via de mão dupla, no que se refere ao desenvolvimento de novas estruturas operatórias e na aquisição de novos conteúdos, no qual, ambos podem ser responsáveis atuantes no processo de desenvolvimento. Assim como destaca Piaget (2002, p. 51):

Mas não há, nesses casos, processos em sentido único, visto que, se uma forma operatória é sempre necessária para estruturar os conteúdos, estes podem frequentemente favorecer a construção de novas estruturas adequadas. É esse, em

especial, o caso no domínio das leis de forma proporcional, ou da distributividade, etc.

Outro exemplo de patamar envolvido no processo, trata das operações atribuídas aos objetos, ou seja, a própria explicação causal. Que neste estágio em pauta, permite compreender que determinadas situações podem ocorrer em um plano diferente ao físico, como por exemplo o virtual, assim, ao atribuir operações neste contexto, permite que o objeto seja visualizado em outros aspectos, mais complexos, tais como aborda Piaget (2002, p. 52):

[...] num sistema de várias forças cada uma conserva sua ação, o que não significa que não as componha com as demais, a esses conceitos que ultrapassam as fronteiras do observável vincula-se, inclusive, a noção de transmissões puramente 'internas' sem deslocamento molar dos intermediários.

Ainda sobre as operações atribuídas aos objetos, observa-se que a construção de operações sobre operações ou de relações de relações, correspondem a relações novas, como por exemplo, as que envolvem peso ou força e as grandezas espaciais.

Por fim, observa-se que este estágio do desenvolvimento cognitivo apresenta um movimento de continuidade prodigioso. Pois, partindo-se do processo de interiorização das operações lógico-matemáticas, por meio das abstrações reflexivas, que constroem operações sobre outras operações, como supracitado, e na presença das transformações possíveis e não mais apenas reais, o sujeito percebe “o mundo físico em seu dinamismo espaço-temporal” (PIAGET, 2002, p. 53), integrando-se como uma parcela irrisória do mesmo, portanto:

[...] o duplo movimento de interiorização e de exteriorização iniciado com o nascimento acaba por assegurar essa harmonia paradoxal entre um pensamento que se liberta, enfim, da ação material e um universo que engloba esta última, mas a supera de todas as formas. (PIAGET, 2002, p. 54).

Buscando-se evidenciar a importância dos estudos referentes ao estágio das operações formais, recorreu-se as pesquisas de Pascual e Nascimento (2010), aonde os mesmos investigaram o processo de desenvolvimento de estruturas cognitivas formais, como instrumentos necessários a aprendizagem e para a ocasião do vestibular. Partindo-se do pressuposto que estudantes que analisam e resolvem questões mediante estruturas cognitivas formais, podem apresentar uma maior garantia de sucesso no processo do vestibular. E tal situação é evidenciada nos resultados do trabalho dos autores supracitados, sendo que apenas três sujeitos pertencentes a pesquisa passaram na primeira etapa do vestibular, e não sendo identificado a aprovação de nenhum dos mesmos na segunda etapa, tal fato pode ser explicado, por:

As respostas dos candidatos que passaram na primeira fase (conhecimentos gerais) estavam mais próximas do estágio operatório formal do que do estágio operatório concreto, e, numa relação inversa, os que não passaram na primeira fase apresentaram respostas próximas do operatório concreto do que do operatório formal. Isso

estabelece pontes relacionais entre as duas variáveis da pesquisa, a saber: estruturas cognitivas operatórias avançadas e sucesso no vestibular. (PASCUAL; NASCIMENTO, 2010, p. 27).

Evidenciando assim, a necessidade de um olhar mais acurado sobre os processos cognitivos nesta faixa etária, pois, esta relação entre o desenvolvimento cognitivo e a possibilidade de correlacionar informações (conteúdos), pode auxiliar o sujeito a encontrar as respostas corretas em uma questão de múltipla escolha, por exemplo.

CAPÍTULO 4 – A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Tem-se por objetivo neste capítulo, discorrer sobre uma das teorias que permeia o referido trabalho, visando subsidiar o desenvolvimento da pesquisa e análise dos dados coletados.

4.1 CONHECENDO GÉRARD VERGNAUD

Aluno de doutorado de Jean Piaget, Gérard Vergnaud teve sua tese intitulada como “A Resposta Instrumental como Resolução de Problemas. Pura Teoria”, graduou-se em psicologia, desenvolvendo uma importante teoria denominada de “Teoria dos Campos Conceituais – TCC”.

Atuou como diretor emérito de estudos no Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS²²), em Paris. Vergnaud dedica-se aos estudos relacionados aos aspectos práticos do ensino, visando uma possibilidade de levar o conteúdo pesquisado nas universidades, para situações aplicáveis, como o cotidiano de uma sala de aula. (GROSSI, 2008).

De acordo com Moreira (2002), Gérard Vergnaud, por meio de suas pesquisas amplia e redireciona o olhar piagetiano sobre as operações lógicas gerais e as estruturas gerais do pensamento, para os estudos do funcionamento cognitivo do “sujeito-em-situação”²³. Pois, para este autor, o desenvolvimento cognitivo depende também das situações e conceitualizações com as quais o sujeito se defronta, portanto, é necessário um olhar para o conteúdo do conhecimento.

Apesar do redimensionamento que Vergnaud atribui para alguns aspectos da teoria piagetiana, para assim compor a sua, reconhece a fundamentalidade das pesquisas do seu mestre, como as ideias de adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio, e o conceito de esquema (pedra angular da sua teoria). Outros aspectos relevantes que compõem a teoria de Vergnaud, são os preceitos de Vygotsky, observado por meio da importância atribuída pelo autor a interação social e a linguagem e a simbolização, quando trata-se do domínio de um campo conceitual, além de destacar o desafio dos professores em proporcionar oportunidades para os alunos desenvolverem esquemas compreendidos na zona de desenvolvimento proximal. (MOREIRA, 2002).

²² Sigla em francês: Centre National de la Recherche Scientifique. Acesse o site: <http://www.cnrs.fr>.

²³ Sujeito em situação: “É o estudo de como o conhecimento se desenvolve no sujeito a partir das situações que ele enfrenta e a partir disto, podemos pesquisar e compreender melhor o desenvolvimento deste sujeito à medida que ele aprende” (ANDRADE, 2015, p. 30).

Vergnaud estrutura sua teoria levando em consideração que o conhecimento está organizado no formato de campos conceituais, que podem ser definidos como “um conjunto de situações”²⁴ (VERGNAUD, 1990, p. 7, tradução nossa), que requerem duas ou mais estruturas mobilizadas pelo sujeito, apresentando extrema importância aos processos de ensino e aprendizagem, como destaca Santana (2012, p. 21):

[...] é praticamente impossível estudar as coisas separadamente, mas, por isso mesmo, é preciso fazer recortes, e é nesse sentido que os Campos Conceituais são unidades de estudo frutíferas capazes de dar sentido aos problemas e às observações feitas em relação à conceitualização.

4.2 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A TCC caracteriza-se por uma teoria cognitivista neopiagetiana, que busca fomentar uma estrutura coerente e princípios básicos para uma compreensão do desenvolvimento cognitivo e aprendizagem de competências complexas. Tendo como principal finalidade “[...] propor uma estrutura que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimentos, em crianças e adolescentes [...]”²⁵. (VERGNAUD, 1990, p. 1, tradução nossa).

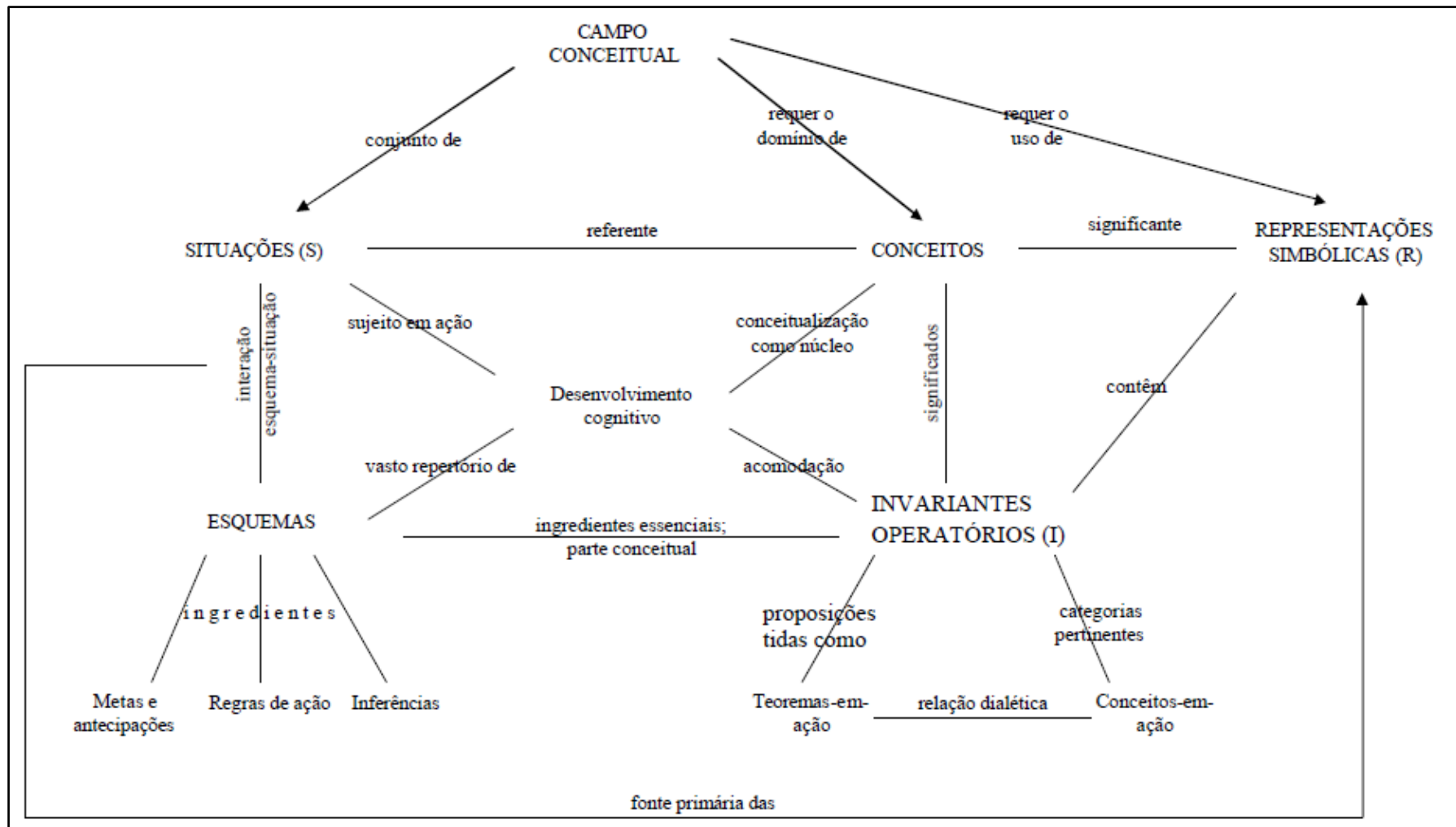
Pode-se compreender o termo “conhecimento”, como habilidades ou informações expressas pelo sujeito, já os termos “filiação” e “ruptura” referem-se a condições relacionadas a hábitos e formas de pensamento do sujeito. Portanto, estrutura-se como um núcleo de desenvolvimento cognitivo, baseado na conceitualização do real, e organizando o conhecimento em formato de campos conceituais, de maneira multiformativa.

Visualiza-se a TCC de uma maneira ampla, de acordo com o mapa conceitual apresentado na Imagem 07, a seguir, retirado do trabalho de Moreira (2002, p. 18), aonde destaca os conceitos mais importantes desta teoria, bem como se correlacionam.

²⁴ “un conjunto de situaciones”

²⁵ “proporcionar un marco que permita comprender las filiaciones y las rupturas entre conocimientos, en los niños y los adolescentes.”

Imagem 07 – Mapa Conceitual para a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud



Fonte: Moreira, 2002, p. 18.

O conjunto supracitado deve ser compreendido simultaneamente, para que se possa acompanhar o desenvolvimento e uso de um conceito ao decorrer do processo de aprendizagem.

De acordo com Vergnaud, o campo conceitual pode ser definido como:

[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. (VERGNAUD, 1982, p. 40 apud MOREIRA, 2002, p. 8).

Ou seja, tal citação expressa a complexidade que envolve a compreensão da TCC, e como os aspectos que a formam estão entrelaçados, o próprio Vergnaud admite tal complexidade ao afirmar que:

[...] a Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria complexa, pois envolve a complexidade decorrente da necessidade de abarcar em uma única perspectiva teórica todo o desenvolvimento de situações progressivamente dominadas, dos conceitos e teoremas necessários para operar eficientemente nessas situações, e das palavras e símbolos que podem representar eficazmente esses conceitos e operações para os estudantes, dependendo de seus níveis cognitivos. (VERGNAUD, 1994, p. 43, tradução nossa).²⁶

Por fim, a Teoria dos Campos Conceituais tem sua origem nos campos conceituais das estruturas aditivas e multiplicativas, pois, era o interesse do seu precursor Gérard Vergnaud, porém, não é exclusiva desta área como destaca Moreira (2002, pp. 8-9),

Em Física, por exemplo, há vários campos conceituais – como o da Mecânica, o da Eletricidade e o da Termologia – que não podem ser ensinados, de imediato, nem como sistemas de conceitos nem como conceitos isolados. É necessária uma perspectiva desenvolvimentista à aprendizagem desses campos. O mesmo é válido, segundo Vergnaud (1996a, p. 116) em Biologia: a compreensão da reprodução em vegetais não tem muito a ver com o entendimento da reprodução em animais ou com a compreensão de processos celulares. A História, a Geografia, a Educação Física, por exemplo, têm igualmente uma série de campos conceituais para os quais os alunos devem desenvolver esquemas e concepções específicas. Em todos esses casos, o modelo piagetiano da assimilação/acomodação funciona desde que não se tente reduzir a adaptação de esquemas e conceitos a estruturas lógicas.

Encontramos tais campos conceituais também na química, como por exemplo a estereoquímica (RAUPP, 2015), termodinâmica (GRINGS; CABALLERO; MOREIRA, 2008), representação estrutural (NETO; GIORDAN, 2005), e ciclos biogeoquímicos. (SCHEFFER; TAUCEDA, 2017).

A seguir, são aprofundados alguns aspectos relevantes para a compreensão da TCC, como: conceitos, situações, esquemas, invariantes operatórios e representações simbólicas.

²⁶ The conceptual field theory is therefore a complex theory. This complexity is inevitable because we need to embrace, in one single theoretical glance, the whole development of the situations progressively mastered, of the concepts and theorems required to operate efficiently in those situations, and of the words and symbols that can effectively represent these concepts and operations to students, depending on their cognitive levels.

4.2.1 Conceito

Para além do Campo Conceitual, Vergnaud procura demonstrar o “conceito” (C) de acordo com a TCC, como uma combinação de três conjuntos (S,I e R), demonstrados na equação abaixo. (JENSKE, 2011).

$$C = (S, I, R)$$

Sendo que:

- i. C (conceito): uma combinação dos três conjuntos;
- ii. S (conjunto de situações): oferecem sentido ao conceito;
- iii. I (conjunto de invariantes operatórios): são objetos, propriedades ou relações utilizadas pelo sujeito para analisar e dominar as situações postas;
- iv. R (conjunto de representações simbólicas): como a linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, esquemas, mapas, entre outros, ou seja, maneiras de representar as situações e como o sujeito lidou com elas.

Esta relação acontece em estreita conexão, tal como destaca Vergnaud (2017, pp. 42-43):

‘um Campo Conceitual é ao mesmo tempo um conjunto de situações e um conjunto de conceitos. O conjunto de situações cujo domínio progressivo implica uma variedade de conceitos, de eskemas e de representações simbólicas em estreita conexão, o conjunto de conceitos que contribuem a dominar estas situações.’

Portanto, conceito pode ser compreendido como uma “formulação de uma ideia através das palavras e do pensamento”. (SANTANA, 2012, p. 23). Porém, para Vergnaud (1990), este termo não deve ser reduzido apenas a sua definição quando se interessa os processos de ensino e aprendizagem, e sim, pensado enquanto relação que origina o sentido do próprio conceito ao sujeito, sendo tal relação referente as situações e o conceito adotado (Imagem 07), visando uma compreensão da função adaptativa do conhecimento e das possíveis formas que ocupa na ação do sujeito. Sendo que tal relação é demonstrada por Santana (2012, p. 23):

Na prática, podemos observar que os estudantes e até mesmo os professores têm dificuldades para observar que a compreensão de um simples conceito não deriva, apenas, de um tipo de situação e que uma situação sempre envolve mais de um conceito.

Uma definição pragmática de conceito poderia limitá-lo enquanto um conjunto de invariantes utilizáveis nas ações do sujeito, porém, isto acarretaria um conjunto de situações que formam o referente de determinado conceito, bem como um conjunto de esquemas (haja visto a interação situação-esquema demonstrado na Imagem 07), tais esquemas tem sua origem

na ação desenvolvida pelo sujeito, para atuar sobre as situações qual fora confrontado, justificando assim, o triplete (C = S, R, I).

Esta relação é apresentada no trabalho Carvalho Junior e Aguiar Júnior (2008):

Quadro 04 – Os conceitos de calor e temperatura.

Conceito: Calor	Situações-problemas que envolvem o conceito de calor:	<ul style="list-style-type: none"> i. Processos de aquecimento e resfriamento. ii. Sensações térmicas. iii. Mudanças de estados físicos. iv. Funcionamentos de máquinas térmicas. v. Interações térmicas entre sistemas.
-----------------	---	---

Fonte: Carvalho Junior e Aguiar Júnior, 2008.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Portando, observa-se que um determinado conceito, pode envolver uma quantidade variada de outros conceitos, e portando, não deve ser tratado como um conceito único, enquanto processo de ensino e aprendizagem.

As situações-problemas que são descritas em tal conceito, podem apresentar-se de ordem prática ou teórica. Sendo que, para o sujeito possuir uma real compreensão do conceito, o mesmo deve ser confrontado com a maior variedade possível de tais situações-problemas, como supracitado no Quadro 04, caso contrário, pode-se observar uma compreensão falha sobre o conceito, como exemplifica-se a seguir:

[...] a adição é uma operação matemática que corresponde às ideias de juntar quantidades e de acrescentar uma quantidade a outra. A sentença $2 + 3 = 5$ indica uma adição cujas parcelas são 2 e 3 e cujo resultado ou soma é 5. (IMENES; LELLIS, 2007, p. 8 apud JENSKE, 2011, p. 34).

A falta de tais confrontamentos, pode originar o fato de “o aluno pode saber a definição de adição, mas não compreender seu significado ou ainda não conseguir transferi-lo para uma situação diferente daquela em que aprendeu”. (JENSKE, 2011, p. 34).

4.2.2 Situações (S)

Na TCC, as situações podem ser compreendidas como uma combinação de tarefas, quais os sujeitos são confrontados. Sendo que, o conhecimento do sujeito é construído também pelas situações que progressivamente vão dominando, pois “os processos cognitivos e as respostas do sujeito são função das situações com que ele se confronta” (VERGNAUD, 1990, p. 12, tradução nossa), principalmente as primeiras situações dominadas, ou resultante das variações referentes às tentativas de modificações das situações. Portanto:

Dessa forma, são as situações que dão sentido aos conceitos, tornando-se o ponto de entrada para um dado Campo Conceitual. Contudo, um só conceito precisa de uma variedade de situações para tornar-se significativo. Da mesma maneira, uma só situação precisa de vários conceitos para ser analisada. (SANTANA, 2012, p. 27).

Sobre as situações (S), observa-se dois tipos distintos, de acordo com Vergnaud (1990, p. 2, tradução nossa),

- i. Classes de situações para as quais o sujeito dispõe, no seu repertório, em um dado momento de seu desenvolvimento e em determinadas circunstâncias, as competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação;²⁷
- ii. Classes de situações para as quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, e tentativas frustradas, levando-o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso.²⁸

As classes de situações supracitadas, envolvem esquemas que estão interligados com ambas, porém, de maneira distinta, sendo que na primeira classe (i) observa-se comportamentos organizados por um só esquema, sendo amplamente automatizados, porém, no segundo caso (ii) observa-se a utilização de vários esquemas, e que por ventura podem entrar em um sistema de conflito, e para que se possa atingir a solução desejada, necessitam ser acomodados, descombinados e recombinaados, e acompanhados necessariamente por descobertas. Como observa-se no exemplo de Vergnaud (1990, p. 2, tradução nossa),

O esquema da contagem de uma pequena coleção por uma criança de 5 anos, por mais que varie nos caminhos (quando se trata de contar chocolates, pratos em uma mesa ou pessoas sentadas em um jardim) não deixa de ter uma menor organização invariante, essencial para o funcionamento do esquema: coordenação de movimentos oculares e gestos dos dedos e das mãos em relação à posição dos objetos, enunciação coordenada da série numérica, cardinalização do conjunto enumerado por destaque tonal ou pela repetição da última palavra-número pronunciada: um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete...sete!²⁹

Assim, observa-se que as situações exemplificadas no Quadro 04, podem pertencer a uma classe aonde o sujeito já apresenta os esquemas necessários as situações, ou não, necessitando assim de outros meios cognitivos para atingi-los, tais como o conflito.

De um ponto de vista pragmático, as situações são estruturas formadas pelo que Vergnaud (1990) chama de “relações de base” que podem ser compreendidas como a

²⁷ “clases de situaciones para las cuales el sujeto dispone en su repertorio, en un momento dado de su desarrollo y bajo ciertas circunstancias, de competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación”

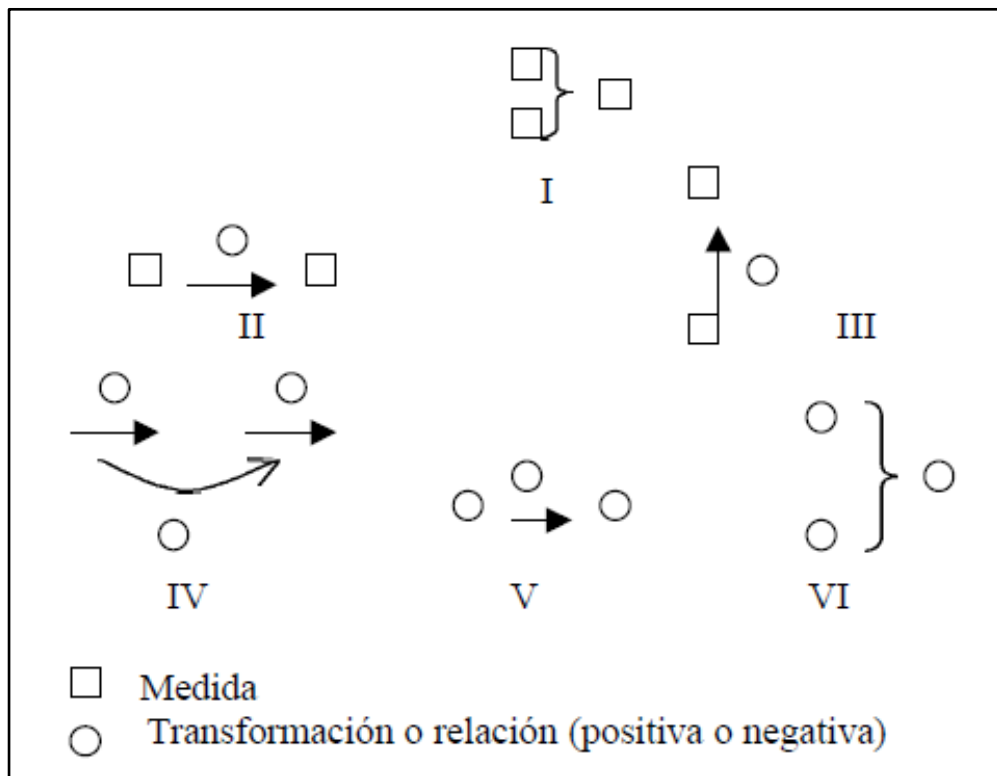
²⁸ “clases de situaciones para las cuales el sujeto no dispone de todas las competencias necesarias, lo que le obliga a un tiempo de reflexión y de exploración, de dudas, tentativas abortadas, y le conduce eventualmente al éxito, o al fracaso”

²⁹ “el esquema del recuento de una colección pequeña por un niño de 5 años tiene que variar en sus formas cuando se trata de contar bombones, platos sobre una mesa, o personas sentadas de manera dispersa en un jardín; no implica menos una organización invariante, esencial para el funcionamiento del esquema: coordinación de los movimientos de los ojos y gestos del dedo y de la mano en relación a la posición de los objetos, enunciado coordinado de la serie numérica, cardinación del conjunto contado mediante un énfasis tónico o mediante la repetición de la última palabra-número pronunciada: uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete ... siete!”

classificação sistemática das relações que formam determinadas situações, como por exemplo as estruturas aditivas, que são compostas por seis relações de base, das quais é possível originar todos os problemas de adição e subtração da aritmética comum, sendo elas: i) Composição de duas medidas em uma terceira; ii) Transformação (quantificada) de uma medida inicial em uma medida final; iii) Relação (quantificada) de comparação entre duas medidas; iv) Composição de duas transformações; v) Transformação de uma relação; vi) Composição de duas relações. (VERGNAUD, 1990).

Sendo tais relações de base expressas na Imagem 08, a seguir.

Imagem 08 - Relações Aditivas de Base



Fonte: Vergnaud, 1990, p. 11.

Para além das relações de base das estruturas aditivas, encontram-se também estruturas de base para as estruturas multiplicativas, lógicas de classe, geometria e álgebra elementar, (embora estas últimas não tão avançadas quanto a primeira). Portanto, observa-se que a identificação das relações de base que compõem um conjunto de situações, embora necessário para a construção da ciência, é um trabalho extremamente árduo, sendo resultado de diversas considerações de pesquisadores de diversas áreas, neste caso supracitado, de matemáticos e psicólogos.

4.2.3 Esquemas

Podemos compreender os esquemas enquanto uma “organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada”³⁰ (VERGNAUD, 1990, p. 2, tradução nossa), sendo que, esta invariante não se trata do comportamento em si, mas da organização deste comportamento pelo sujeito. Tal como é expresso no exemplo a seguir:

Tomemos um primeiro exemplo no campo da motricidade: o esquema que organiza o movimento do corpo do atleta no instante do salto em altura representa um impressionante conjunto de conhecimentos espaciais e mecânicos. Ainda que o comportamento do saltador sofra determinadas variações, a análise de suas sucessivas tentativas apresenta numerosos elementos comuns. Entenda-se que esses elementos comuns envolvem o decurso de tempo da mobilização dos músculos que contribuem para garantir a eficiência das diferentes fases do movimento. Essa organização motora, no entanto, baseia-se em uma certa percepção das relações entre os objetos no espaço e, sobretudo, da relação entre as diferentes partes do corpo e o espaço durante o movimento. Essa organização perceptivo-motora pressupõe, portanto, categorias de ordem espacial, temporal e mecânica (orientações no espaço, distância mínima, sucessão e duração, força, aceleração e velocidade...), bem como conhecimentos-em-ação que poderiam assumir a forma de teoremas geométricos e mecânicos, se explicitados. Essa explicitação, aliás, é uma das abordagens do treinamento e da análise do movimento. Favorecida pelas técnicas de vídeo e pela competência profissional dos treinadores, ela é, ainda assim, muito fragmentária. (VERGNAUD, 1990, p. 2, tradução nossa).³¹

Porém, uma significação tão objetiva quanto a supracitada, não é capaz de apresentar toda a complexidade que os esquemas comportam, portanto, Vergnaud (1990, p. 136, 142; 1994, p. 46; 1996a, p. 113-114; 1996b, p. 11; 1996c, p. 201-202-206; 1998, p. 173) citado por Moreira (2002, p. 12-13), apresenta os ingredientes do esquema, que fornecem determinadas especificações para sua compreensão, sendo eles:

- i. Metas e antecipações (um esquema se dirige sempre a uma classe de situações nas quais o sujeito pode descobrir uma possível finalidade de sua atividade e, eventualmente, submetas; pode também esperar certos efeitos ou certos eventos);
- ii. Regras de ação do tipo ‘se... então’ que constituem a parte verdadeiramente geradora do esquema, aquela que permite a geração e a continuidade da sequência de ações do sujeito; são regras de busca de informações e controle dos resultados da ação;

³⁰ “a la organización invariante de la conducta para una clase de situaciones dada”

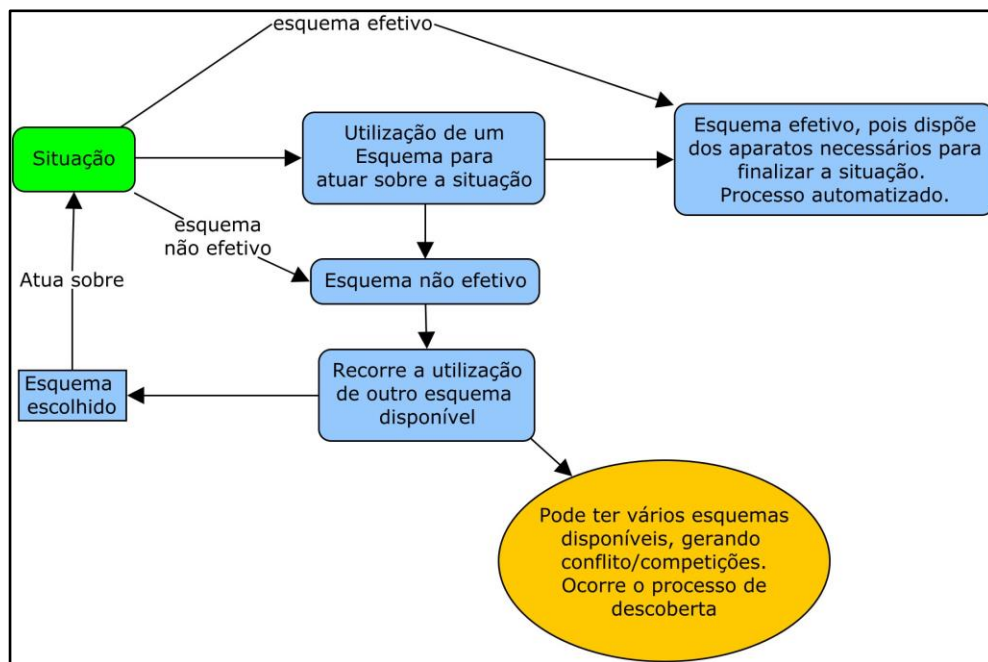
³¹ Tomemos un primer ejemplo en el dominio de la motricidad: el esquema que organiza el movimiento del cuerpo del atleta en el momento del salto de altura representa un conjunto impresionante de conocimientos espaciales y mecánicos. La conducta del saltador tiene que experimentar ciertas variaciones, el análisis de sus ensayos sucesivos pone en evidencia numerosos elementos comunes. Estos elementos comunes se refieren, a lo largo del tiempo, a la movilización de los músculos que contribuyen a asegurar la eficacia de las diferentes fases del movimiento; pero esta organización motriz reposa sobre una cierta percepción de las relaciones de los objetos en el espacio y especialmente a las relaciones de las diferentes partes del cuerpo con este espacio durante el movimiento. Esta organización perceptivo-motriz supone por tanto categorías de orden espacial, temporal, y mecánica (orientación en el espacio, distancia mínima, sucesión y duración, fuerza, aceleración y velocidad ...) así como conocimientos en acto que podrían tomar la forma de teoremas de geometría y de mecánica, si fueran explicitados. Esta explicitación es por otra parte uno de los compromisos del entrenamiento y del análisis del movimiento: viene favorecida por las técnicas del video y por la competencia profesional de los entrenadores; permanece sin embargo muy fragmentaria.

- iii. Invariantes Operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação, são os conhecimentos contidos nos esquemas; são eles que constituem a base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e dela inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas.
- iv. Possibilidades de inferência (ou raciocínios) que permitem ‘calcular’, ‘aqui e agora’, as regras e antecipações a partir das informações e Invariantes Operatórios de que dispõe o sujeito, ou seja, toda a atividade implicada nos três outros ingredientes requer cálculos ‘aqui e imediatamente’ em situação.

Portanto, o desenvolvimento cognitivo pode ser compreendido como a aquisição de um variado repertório de esquemas, que são capazes de agir sobre as mais variadas situações, e afetando diferentes esferas da atividade humana, bem como proporcionar a compreensão dos conceitos envolvidos no processo de aprendizagem. (MOREIRA, 2002).

Para facilitar a compreensão de como o esquema se estrutura no âmbito da TCC, apresenta-se a seguir, na Imagem 09, um mapa conceitual sobre os esquemas.

Imagem 09 – Mapa Conceitual para o Esquema na Teoria dos Campos Conceituais



Fonte: Vergnaud, 1990.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

A imagem acima auxilia no processo de compreensão dos esquemas sobre as classes de situações (subitem 4.2.2., classe i e ii), pois, quando o sujeito se depara com uma situação aonde apresenta os aparatos necessários para atuar sobre aquela determinada situação, ocorre um esquema de forma efetiva, porém, quando ainda não apresenta tais aparatos, seu esquema se torna não efetivo, e é necessário recorrer a outros esquemas, ou modificar o esquema em uso, até que se consiga de fato um esquema efetivo sobre determinada situação. Concluindo,

portanto, que os esquemas ocupam um lugar central no processo de adaptação das estruturas cognitivas (assimilação e acomodação). (VERGNAUD, 1990).

Como afirma Vergnaud (1990, p. 2, tradução nossa):

[...] no primeiro caso, observam-se, para uma mesma classe de situações, comportamentos amplamente automatizados, organizados por um só esquema; no segundo caso, observa-se a sucessiva utilização de vários esquemas, que podem entrar em competição e que, para atingir a solução desejada, devem ser acomodados, descombinados e recombinados. Este processo é necessariamente acompanhado por descobertas.³²

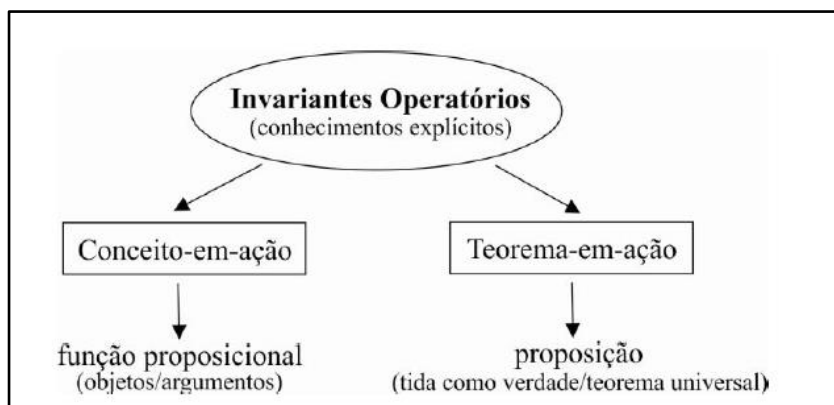
Retornando ao conceito de esquema enquanto um invariante operatório, observa-se que as próprias competências matemáticas são sustentadas por tais esquemas, como por exemplo no esquema de enumeração desempenhado por uma criança, aonde pode-se identificar invariantes como: coordenação de movimento dos olhos; gestos com os dedos; cardinalização do conjunto enumerado; destaque tonal ou a repetição do último número e o processo de automatização (trocar o sinal quando se troca o membro, isolar o x de um lado da igualdade). (VERGNAUD, 1990, p. 2-3).

4.2.4 Invariantes Operatórios

Porém, o que vem a tornar um esquema efetivo ou não? Essa resposta pode ser elucidada com base nos “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”, também conhecidos por “invariantes operatórios”, apresentados na Imagem 10, que tratam dos conhecimentos contidos nos esquemas de cada sujeito, sendo que tal conhecimento é muito particular a cada indivíduo, dado os cursos e percursos de sua formação, sendo assim, é necessário analisar cada um, em suas especificidades. (JENSKE, 2011).

³² En el primer caso se va a observar para una misma clase de situaciones, conductas muy automatizadas, organizadas por un esquema único; en el segundo caso, se va a observar el esbozo sucesivo de varios esquemas, que pueden entrar en competición y que, para llegar a la solución buscada, deben ser acomodados, separados y recombinados; este proceso se acompaña necesariamente de descubrimientos.

Imagem 10 – Representação Gráfica do Conceito de Invariante Operatório



Fonte: Jenske, 2011, p. 38.

Sobre os conhecimentos contidos nos esquemas do tipo conceito-em-ação, são invariantes do tipo “função proposicional”, ou seja, não suscetíveis de serem verdadeiros ou falsos, bem como, são conceitos raramente demonstrados pelos sujeitos, mesmo quando são construídos por eles durante a ação. Como por exemplo, os conceitos de cardinal e transformação, indispensáveis para o conceito das estruturas cognitivas. (VERGNAUD, 1990).

Os conhecimentos do tipo teorema-em-ação, ao contrário do supracitado, podem ser passíveis de serem verdadeiros ou falsos, sendo invariantes do tipo proposição. Como por exemplo:

Crianças entre 5 e 7 anos, descobrem que não é preciso recontar o todo para achar o cardinal de $A \cup B$, se A e B já foram contados. Este conhecimento pode ser expresso por um teorema-em-ação: $\text{Card}(A \cup B) = \text{Card}(A) + \text{Card}(B)$ desde que $A \cap B = \emptyset$. A ausência de quantificador dá a entender que este teorema não é universalmente válido para as crianças. Tem alcance meramente local, como para pequenas coleções. (VERGNAUD, 1990, p. 5, tradução nossa).³³

Também, conforme o exemplo a seguir:

Entre 8 e 10 anos, com sucesso variável de acordo com os indivíduos, muitos alunos compreendem que, se uma quantidade de objetos à venda é multiplicada por 2, 3, 4, 5, 10, 100 ou qualquer número simples, seu preço será 2, 3, 4, 5, 10, ou 100 vezes maior. Pode-se exprimir este conhecimento por um teorema-em-ação: $f(nx) = nf(x)$ para todo n inteiro e simples. (VERGNAUD, 1990, p. 5-6, tradução nossa).³⁴

³³ Entre 5 y 7 años, los niños descubren que no es necesario contar el todo para encontrar el cardinal de $A \cup B$ si ya se ha contado A y B . Se puede expresar este conocimiento por un teorema-en-acto: $\text{Card}(A \cup B) = \text{Card}(A) + \text{Card}(B)$, siempre que $A \cap B = \emptyset$. La ausencia de cuantificador deja entender que este teorema no tiene una validez universal para los niños, sino un alcance solamente local, para pequeñas colecciones por ejemplo.

³⁴ entre 8 y 10 años, con un éxito variable según los individuos, muchos alumnos comprenden que si una cantidad de objetos comprados se multiplica por 2, 3, 4, 5, 10, 100 u otro número simple, entonces el precio es 2, 3, 4, 5, 10, 100 veces mayor. Se puede expresar este conocimiento por un teorema-en-acto, $f(nx) = nf(x)$ para n entero y simple.

Portanto, os invariantes operatórios do tipo proposicional e proposição, atuam sobre a possibilidade de tornar-se um esquema efetivo ou não, durante sua atuação para um determinado conjunto de situações postas ao sujeito.

À exemplo de invariantes operatórios, observa-se também o Quadro 05, sendo uma continuação do exemplo apresentado no Quadro 04, pertencente ao trabalho de Carvalho Junior e Aguiar Júnior (2008):

Quadro 05 – Os Invariantes Operatórios relacionados ao calor e temperatura

Conceito: Calor	Invariantes Operatórios possíveis de serem enunciados pelos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> i. O calor sempre flui do objeto de maior para o de menor temperatura, sendo, portanto, um processo assimétrico. ii. O calor pode provocar variação de temperatura e/ou mudança de estado físico. iii. O calor é um processo irreversível. iv. Há uma equivalência entre calor e trabalho, como processos de transferência de energia. v. Em um sistema isolado termicamente, a quantidade de calor cedido é igual à quantidade de calor recebido.
--------------------	--	--

Fonte: Carvalho Junior e Aguiar Junior, 2008.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Por fim, outro aspecto relevante referente aos invariantes operatórios, é que por vezes os sujeitos não são capazes de externalizar o conhecimento por de trás das resoluções das situações propostas, muitas vezes trabalhando implicitamente os dados de uma situação por meio de seus esquemas, conceito-em-ação e teoremas-em-ação. Para que o sujeito consiga explicitar tais esquemas, entram em jogo os processos de ensino, procurando descontextualizar os processos, de maneira que os conceitos sejam construídos de maneira explícita, tornando-se verdadeiros conceitos e teoremas científicos. (SANATA, 2012).

4.2.5 Representações Simbólicas (R)

As representações simbólicas assumem diferentes significados para diferentes sujeitos, em decorrência de sua particularidade. Podemos compreendê-las como:

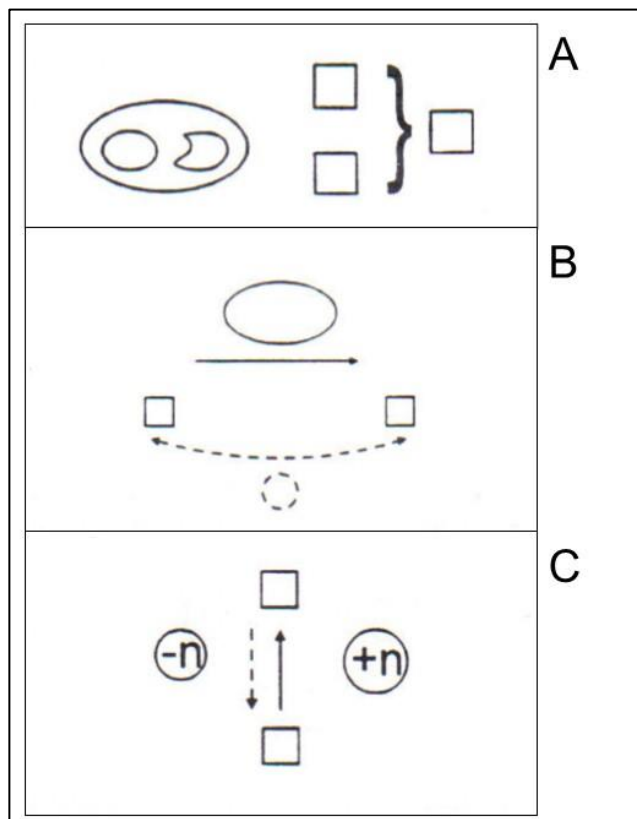
As representações simbólicas são, dentre outras, a linguagem natural, os gráficos, os diagramas e as sentenças formais, e podem ser usadas para pontuar e representar os invariantes operatórios e, portanto, representar as situações e os procedimentos para lidar com eles. (SANTANA, 2012, 33).

Em seu cotidiano, o sujeito se depara com situações novas, e para sua resolução e compreensão acaba por construir modelos de esquemas de ação, buscando descrever e prever o que irá acontecer, e como destaca Santana (2012, p. 32) “este modelo pode ser correto ou não, pode ser vago, confuso, incompleto, mas é, sobretudo, funcional para quem o está construindo e pode ser modificado até atingir sua funcionalidade”.

Portanto, cada tipo de representação simbólica apresenta sua importância e utilidade para o sujeito, e, quando o mesmo necessitar resolver uma situação, escolherá a que mais tem importância para ele.

Observa-se que as representações possuem esta vantagem de auxiliar na resolução de problemas, como por exemplo, quando trata-se de dados volumosos ou numerosas etapas. Permitindo, portanto, a identificação clara dos objetos matemáticos decisivos para a conceitualização. (VERGNAUD,1990). Observa-se a seguir, na Imagem 11, exemplos de representações simbólicas nos casos de estruturas aditivas, sendo: A) Relações parte-parte-todo; B) Relações estado inicial-transformação-estado final e a reciprocidade das operações de adição e subtração; C) Relações referido-relação de comparação-referente e a reciprocidade das relações quantificadas “mais n ” e “menos n ”.

Imagem 11 – Representações Simbólicas para o caso das estruturas aditivas

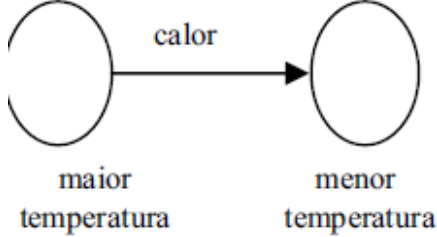


Fonte: Vergnaud, 1990, p. 18.

Caso o sujeito não disponha de tais representações simbólicas, ele é levado a desenvolver as mais variadas formas de linguagem, tais como verbos para as transformações, formas comparativas, formas atributivas, advérbios, entre outros. (VERGNAUD, 1990).

Para além das representações das estruturas aditivas, encontramos a seguir, no Quadro 06, as mais variadas representações simbólicas, passíveis de serem escolhidas no conceito de calor, sem contar, as que o sujeito pode vir a desenvolver conforme seus conhecimentos e necessidades.

Quadro 06 – As Representações Simbólicas referentes ao Conceito de Calor.

<p>Conceito: Calor</p>	<p>Representações Simbólicas</p>	<p>$Q = m.c.\Delta T$ { Q = quantidade de calor; m = massa; c = calor específico; ΔT = variação da temperatura }</p> <p>$\Delta U = Q - W$ { ΔU = variação de energia interna de um sistema; W = trabalho realizado }</p> 
----------------------------	--------------------------------------	---

Fonte: Adaptado de Carvalho Junior e Aguiar Júnior, 2007.

Além das representações já descritas, a linguagem não deve ser desprezada como forma de representação, haja visto sua dupla função: de comunicação e representação. Porém “não é, de fato, em qualquer circunstância que o indivíduo exerce uma atividade de linguagem como acompanhamento da ação”³⁵ (VERGNAUD, 1990, p. 15, tradução nossa), ou seja, o sujeito faz uso deste formato de representação quando necessita planificar e controlar uma ação, em decorrência do não completo domínio sobre a mesma. Como por exemplo:

[...] aprendizagem das manobras de direção de um carro. O principiante verbaliza naturalmente o que faz ou o que vai fazer. Algumas semanas depois já não sente essa necessidade.³⁶ (VERGNAUD, 1990, p. 16, tradução nossa).

Esta função de representação da linguagem está baseada em uma tríplice função, sendo elas: i) Representação dos elementos pertinentes da situação; ii) Representação da ação; e iii)

³⁵ no es en cualesquiera circunstancias que un individuo acompaña su acción de una actividad lingüística.

³⁶ aprendizaje de las maniobras de conducción de un coche: un principiante verbaliza voluntariamente lo que hace o lo que va a hacer; algunas semanas más tarde no tiene necesidad de ello.

Representação das relações entre a ação e a situação.³⁷ (VERGNAUD, 1990, p. 16, tradução nossa). Ou seja, a análise sobre a representação da linguagem do sujeito, pode fornecer importantes indícios sobre sua relação com a situação em questão, e, portanto, não deve ser menosprezada.

³⁷ i) Representación de los elementos pertinentes de la situación; ii) Representación de la acción, iii) Representación de las relaciones entre la acción y la situación.

CAPÍTULO 5 – PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo objetiva-se apresentar o percurso metodológico que estrutura e sustenta o desenvolvimento desta pesquisa.

5.1 OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

5.1.1 O Problema de Pesquisa

Para a elaboração do problema de pesquisa desenvolvido nesta dissertação, pautou-se inicialmente na compreensão do fenômeno que comporta os elementos aos quais originou-se o questionamento. Como é demonstrado por Richardson *et al.* (1999, p. 57):

[...] o fenômeno tem características próprias e ocupa um lugar no tempo. Assim, o fenômeno existe, tem essência, e é objeto do conhecimento científico. Se o pesquisador pensa em termos de fenômeno, sabe que, por definição, deve estudar os elementos que compõem o fenômeno [...], suas características no tempo e no espaço.

Pensando nestes preceitos, visualiza-se o fenômeno de interesse desta pesquisa, como “a estrutura cognitiva dos graduandos de Licenciatura em Física e em Química”, por atender as características supracitadas, demonstrando sua existência por meio de diferentes abordagens psicológicas e por apresentar-se como um objeto de conhecimento científico já evidenciado na própria teoria de Jean Piaget.

Com base neste fenômeno de interesse, observa-se vários elementos subjacentes a ele, baseados na Epistemologia Genética, como por exemplo: os diferentes estágios desta estrutura cognitiva, os fatores que influenciam positivamente ou negativamente tais estruturas, como elas se constroem nos sujeito, os sujeitos epistêmicos e os sujeitos psicológicos, entre outros.

Com base nos elementos supracitados e nas pesquisas que compuseram o marco teórico, evidenciados no Capítulo 2, observa-se que por vezes, tais aspectos são trabalhados periféricamente, evidenciando-se uma necessidade de maiores pesquisas, principalmente em sujeitos adultos, aonde os trabalhos apresentam-se por vezes ainda escassos.

Portanto, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Quais estágios do desenvolvimento cognitivo estão mais evidentes nos discentes das Licenciaturas de Física e em Química, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano das referidas graduações?

5.1.2 A Asserção da Pesquisa

Com base no problema de pesquisa supracitado, observa-se como provável asserção, mas passível de ser refutada, que os sujeitos investigados apresentem com maior evidência, aspectos do pensamento operatório formal.

Pois, considerando-se a base teórica cognitivista de Jean Piaget, o sujeito a partir dos 11-12 anos de idade já apresenta possibilidades de tais aspectos do pensamento operatório formal, e que tendem a continuar se desenvolvendo com o passar dos anos. (PIAGET, 2002).

5.1.3 Objetivos da Pesquisa

5.1.3.1 Objetivo geral

Elenca-se como objetivo geral desta pesquisa: Inferir quais características do desenvolvimento cognitivo segundo a teoria de Jean Piaget se fazem mais evidentes em discentes das licenciaturas em física e em química da UEPG, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano, dos referidos cursos.

5.1.3.2 Objetivo específico

Buscando dar suporte ao objetivo geral, elencou-se como objetivo específico: Apontar o desenvolvimento cognitivo dos discentes em atividades operatórias piagetianas.

5.1.4 Justificativa da Pesquisa

Inicia-se a justificativa, relembrando a própria experiência em relação ao fenômeno de interesse, ou seja: a estrutura cognitiva dos sujeitos. Sendo tal experiência cunhada em partes, nos estudos teóricos sobre o assunto durante a graduação em licenciatura em química, descrita mais profundamente na Introdução.

Com base nas inquietações que percorreram os momentos da graduação e uma parte do período de atuação como docente, lecionando para alunos da educação básica, questionou-se em quais estágios do desenvolvimento cognitivo que os sujeitos poderiam encontrar-se, e se, o mesmo estaria relacionado ao desempenho escolar e acadêmico. Momento este, em que se concebeu o problema que norteia esta pesquisa.

Portanto, espera-se com os resultados encontrados, discutir ações educativas com base no desenvolvimento cognitivo observado nos sujeitos, possibilitando uma abordagem mais assertiva nos processos de ensino-aprendizagem, compreendendo e considerando o contexto cognitivo dos ingressantes nos cursos de Licenciatura em Física e em Química da UEPG.

5.1.5 Caracterização dos Participantes da Pesquisa

Pode-se compreender a população de uma pesquisa como “um conjunto de elementos que possuem determinadas características” (RICHARDSON *et al.*, 1999, p. 157), e dentro desta população, encontram-se diferentes amostras, que podem ser definidas como “qualquer subconjunto do conjunto universal ou da população” (RICHARDSON *et al.*, 1999, p.158), que atendam a um determinado grupo de propriedades ou características.

Tais amostras, ainda podem ser do tipo probabilístico (aleatórias simples, sistemáticas, estratificada, por conglomerado e por etapas) ou não probabilístico (acessibilidade, tipicidade ou intencional, e por cotas). (GIL, 2008, p. 91).

Com base no supracitado, definiu-se a população, amostra e tipo de amostragem desta pesquisa.

Sendo que, a delimitação da população de pesquisa deu-se em função primeiramente, da formação acadêmica do autor desta dissertação, ou seja, Licenciatura em Química, e de seus questionamentos inicialmente apresentados na Introdução. Para além, na RS desenvolvida no Capítulo 2 desta pesquisa, encontrou-se subsídios que fomentaram a adoção também da Licenciatura em Física, pois, a RS apontou uma forte aderência dos trabalhos desta temática na área das ciências (física e química) com uma literatura, embora ainda escassa, já consolidada, como os trabalhos de White e Ferstenberg (1978) e Aseeri (2020), investigando discentes do curso de ciências; Liberman e Hudson (1979) e Williams *et al.* (1979), investigando discentes de química; Barnes (1977) e Barnes e Barnes (1978, 1980), investigando discentes de física.

Apesar da RS apontar pesquisas semelhantes a esta, a escolha das Licenciaturas em Física e em Química encontram seu diferencial no fato de não observar-se trabalhos com este público em território nacional, pois, o único trabalho relatado na RS (DONEL, 2015), adota como público-alvo as engenharias, portanto, as investigações em cursos de licenciatura se fazem necessárias, e para além, por tratar-se de cursos de formação de professores, aonde nem sempre tais aspectos são privilegiados.

Outro fator decisivo na escolha destas duas Licenciaturas, e não em todas da UEPG, deu-se em função da viabilidade de trabalho com os sujeitos investigados. Tal viabilidade é explicitada a seguir, na escolha da amostragem.

Como supracitado, a amostra é um subconjunto da população, que concentra determinadas características comuns aos sujeitos, baseando-se nisso, a amostra escolhida concentrou-se nos discentes participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBID), pois, a UEPG dispõem de um projeto PIBID Interdisciplinar (UNIVERSIDADE, 2018), que envolve em atividades de formação docente, os discentes dos cursos de Licenciatura em Física e Química regularmente matriculados no 1º e/ou 2º ano, viabilizando assim, o trabalho de investigação com esta amostra, por concentrar em determinados momentos (reuniões do grupo PIBID Interdisciplinar) todos os sujeitos de interesse.

A população de sujeitos investigados no ano letivo de 2018 é constituída por 20 discentes do curso de Licenciatura em Física, e 25 discentes do curso de Licenciatura em Química, totalizando 45 sujeitos pertencentes a população. Por sua vez, a amostra é formada por 10 discentes do curso de Licenciatura em Física, e 08 discentes do curso de Licenciatura em Química, totalizando 18 sujeitos que participavam do projeto PIBID Interdisciplinar, sendo, portanto, um percentual de 40% da população.

A amostra caracterizou-se como do tipo intencional, aonde segundo Gil (2008) “constitui um tipo de amostragem não probabilística e consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda a população” (p. 94), com base em “considerável conhecimento da população e do subgrupo selecionado” (p. 94). Sendo que os preceitos de tal tipo de amostra, podem ser reconhecidos nesta dissertação, por meio do conhecimento do universo acadêmico (população) e da amostra (PIBID Interdisciplinar) discutidos no trabalho de Marcondes e Silva (2019), aonde os autores investigaram a percepção dos sujeitos participantes do projeto PIBID Interdisciplinar da UEPG perante sua formação em nível básico, a graduação e suas dificuldades conceituais, proporcionando assim, o conhecimento necessário para considerar a referida amostra como representativa perante a população.

5.1.6 Considerações Éticas

Esta dissertação de mestrado, investiga os processos cognitivos em graduandos, portanto, inevitavelmente necessita-se realizar todos os preceitos éticos necessários por meio da Plataforma Brasil.

Sendo assim, esta pesquisa foi cadastrada nesta plataforma sob o número CAAE 01748918.5.0000.0105, e aprovada perante o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) no dia 30 de outubro de 2018, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi encaminhado ao CEP e disponibilizado aos sujeitos da pesquisa, é apresentado em apêndice (Apêndice A). Sendo aprovado em maio de 2020, uma emenda a pesquisa cadastrada, com a finalidade de atualização documental.

5.1.7 Caracterização da Pesquisa

Compondo o marco teórico desta pesquisa, procura-se estabelecer um delineamento, buscando confrontar a visão teórica do problema com os dados da realidade, para tal, pode-se compreender o delineamento como “planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados” (GIL, 2008, p. 49), envolvendo, portanto, vários aspectos, como: técnicas de investigação, coleta de dados, controle de variáveis, entre outros.

Observa-se que a construção de um delineamento metodológico não ocorre de maneira rígida, e sim, como uma integração de pressupostos e técnicas destinadas a estruturar a pesquisa. Portanto, esta dissertação formula-se por meio da compilação de uma diversidade de delineamentos, a saber: pesquisa bibliográfica, pesquisa *ex-post-facto*, estudo de caso e o método clínico crítico.

A pesquisa bibliográfica, pode ser compreendida como uma pesquisa “desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. (GIL, 2008, p. 50). Embora algumas pesquisas desenvolvam-se exclusivamente sobre esta técnica, neste trabalho, ela assume um aspecto complementar, visando realizar uma análise das obras de Jean Piaget e Gerard Vergnaud, bem como, demais documentos de cunho científico que compõem a RS, possibilitando a interação com uma grande quantidade de fenômenos. (GIL, 2008).

Como a pesquisa bibliográfica abrange uma determinada esfera do delineamento que compreende esta pesquisa, observa-se a necessidade da integração de outras técnicas para complementá-la, tal como, a pesquisa *ex-post-facto*, que pode ser compreendida como:

[...] uma investigação sistemática e empírica na qual o pesquisador não tem controle direto sobre as variáveis independentes, porque já ocorreram suas manifestações ou porque são intrinsecamente não manipuláveis. (KERLINGER, 1975, p. 268, apud GIL, 2008, p. 54).

Em determinados casos nas pesquisas de humanidades, não é possível ter controle sobre certos estímulos experimentais, e a distribuição aleatória e o controle dos sujeitos em laboratórios se tornam inviáveis. Pois, as variáveis independentes chegam ao pesquisador quando já exerceram efeitos ao sujeito investigado.

Tais variáveis que são por natureza não manipuláveis, podem ser compreendidas como: sexo, classe social, nível intelectual, entre outros. Nesta pesquisa, observa-se que as características que podem influenciar diretamente a resposta à questão problema, se enquadram enquanto variáveis não manipuláveis, como por exemplo os estímulos escolares, sociais e familiares que o sujeito recebeu durante seu desenvolvimento, ou ainda, outros aspectos que possam ter influenciado no desenvolvimento das estruturas cognitivas. Sendo assim, a pesquisa *ex-post-facto* vem para corroborar com compreensão destas variáveis independentes, e principalmente para contribuir com a visualização de outras variáveis possivelmente relevantes. (GIL, 2008).

O estudo de caso é incorporado visando compreender a relação que se estabelece entre a pesquisa, a quantidade e o contexto dos sujeitos investigados, podendo ser definida como um “estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. (GIL, 2008, p. 57).

O estudo de caso, portanto, investiga um determinado fenômeno dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre estes dois não são claramente definidas, e necessitando-se de outras fontes de pesquisa. Nesse ponto, observa-se uma aproximação entre a pesquisa *ex-post-facto* e o estudo de caso, complementarmente, pois, observando-se as variáveis de natureza não manipulável, observa-se que algumas fronteiras não são claramente definidas, porém, ainda ocorre um estudo mais aprofundado sobre os sujeitos.

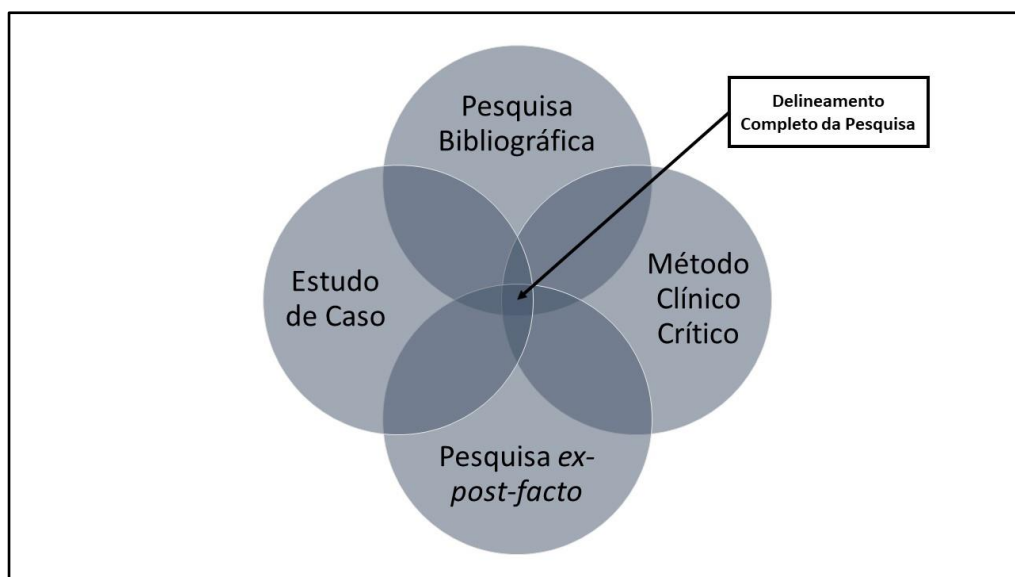
Destaca-se alguns propósitos sobre o estudo de caso, e que representam a sua dinamicidade (GIL, 2008, p. 58):

- a) Explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- e c) Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Por fim, o método clínico crítico, que estabelece uma visão da relação que ocorre entre o pesquisador e o sujeito investigado, sendo utilizado principalmente em pesquisas psicológicas, por investigar determinadas razões do comportamento dos sujeitos, quais encontram-se no seu inconsciente. (GIL, 2008). Sendo incorporado no delineamento metodológico em função do escopo investigativo desta pesquisa, que aborda os processos cognitivos de graduandos, por meio de atividades operatórias piagetianas. Tal aspecto metodológico é descrito de maneira detalhada no tópico por vir.

De maneira sucinta, observa-se na Imagem 12, o esquema da relação entre os principais aspectos que compõem o delineamento metodológico.

Imagem 12 – Relação dos aspectos que compõem o delineamento da pesquisa



Fonte: Os autores

Para finalizar a caracterização metodológica desta pesquisa, compreende-se a mesma como sendo de natureza qualitativa, pois

[...] seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. Interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa. Interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos. (MOREIRA, 2003, p. 24).

Concomitantemente ao descritivo e interpretativo, as pesquisas de natureza qualitativa fazem uso das narrativas para conferir validade e confiabilidade a tais aspectos. Proporcionando que o leitor também interaja com tal enfoque, de maneira a fazer julgamentos de modo a concordar ou não com o apresentado pelo autor. (MOREIRA, 2003).

Sendo que, o enfoque descritivo interpretativo e as narrativas, conferem elementos cruciais encontrados no desenvolvimento desta pesquisa, conferindo assim uma natureza qualitativa.

5.2 O MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO PIAGETIANO

É um método amplamente utilizado no campo da Psicologia e “que consiste em uma forma de obter dados em interação direta com o sujeito” (DELVAL, 2002, p. 35), visando estabelecer uma situação aonde o sujeito revele os percursos que o levaram a encontrar determinada solução ou dar uma determinada resposta.

Este método se desenvolveu em função de uma demanda crescente no início das pesquisas relacionadas as estruturas mentais, principalmente em função da “observação pela observação” não comportar todos os aspectos de interesse desse tipo de pesquisa, assim, alguns pesquisadores, tais como o próprio Piaget, buscaram combinar a técnica de observação com outras formas de intervenção, para assim ter acesso a estruturas mentais, bem como explorá-las, evidenciando aspectos mais profundos. Sendo que tal relação entre as observações e as intervenções, dependiam em grande parte do que se buscava investigar, e do contexto de pesquisa.

Tal relação acabou por sofrer alterações, visando permitir tais buscas a um grupo cada vez maior de sujeitos, estabelecendo-se assim as atividades ou testes. Sendo estruturado de maneira que não perdesse a essência de investigação dos percursos que levam o sujeito a determinada resposta ou conclusão, como observa-se quando:

O pesquisador não se limita a observar o que acontece [...] mas modifica as condições para comprovar o que ocorre, manipula alguma variável prevendo que os resultados irão em uma determinada direção. (DELVAL, 2002, p. 45).

Por volta de 1919, quando Jean Piaget chegou a Paris, em função de suas pesquisas e estudos, começou a atuar com Theodore Simon, que o incumbiu de realizar um trabalho de padronização dos testes de raciocínio lógico, para que pudesse ser aplicado a crianças daquele mesmo local. Durante os períodos de testes, Piaget interessou-se principalmente pelas respostas errôneas, oriundas dos sujeitos investigados, atentando-se para o fato da presença de erros sistemáticos, buscando então um maior aprofundamento em tais respostas errôneas, e em sua relação com a forma de pensamento. O que contribuiu para a construção do método clínico crítico, tal como o conhecemos atualmente.

Portanto, tal método pode ser compreendido, como:

[...] um procedimento para investigar como as crianças pensam, percebem, agem e sentem, que procura descobrir o que não é evidente no que os sujeitos fazem ou dizem, o que está por trás da aparência de sua conduta, seja em ações ou palavras. (DELVAL, 2002, p. 67).

Para a investigação destes processos, o método clínico crítico utiliza em grande parte os diálogos, porém, vale destacar que a essência deste método não está neste diálogo, e sim, no tipo de atividade que o pesquisador desenvolve com o sujeito, e na relação que se estabelece entre ambos. Observa-se em Delval (2002, p.68-69), outros pressupostos sobre o método clínico crítico, sendo eles:

- i. Uma intervenção sistemática do pesquisador diante da atuação do sujeito como respostas às suas ações ou explicações.
- ii. O pesquisador está na presença de um sujeito a quem se estuda individualmente e com quem se estabelece uma interação.
- iii. Coloca-se o sujeito em uma situação problemática qual ele deve resolver ou explicar, observando-se o que ocorre.
- iv. Durante a produção da conduta do sujeito (que pode consistir em simples ações, em palavras ou em uma combinação de ambas as coisas), o pesquisador procura analisar o que está acontecendo e esclarecer seu significado.
- v. Realiza-se intervenções motivadas pela atuação do sujeito, que tem como objetivo esclarecer qual é o sentido do que o mesmo está fazendo.
- vi. Atuação do pesquisador de maneira extremamente flexível e muito sensível ao que o sujeito está fazendo.
- vii. Conversas em que o pesquisador intervém sistematicamente, e conduz suas perguntas de modo a tentar esclarecer o que o sujeito disse.

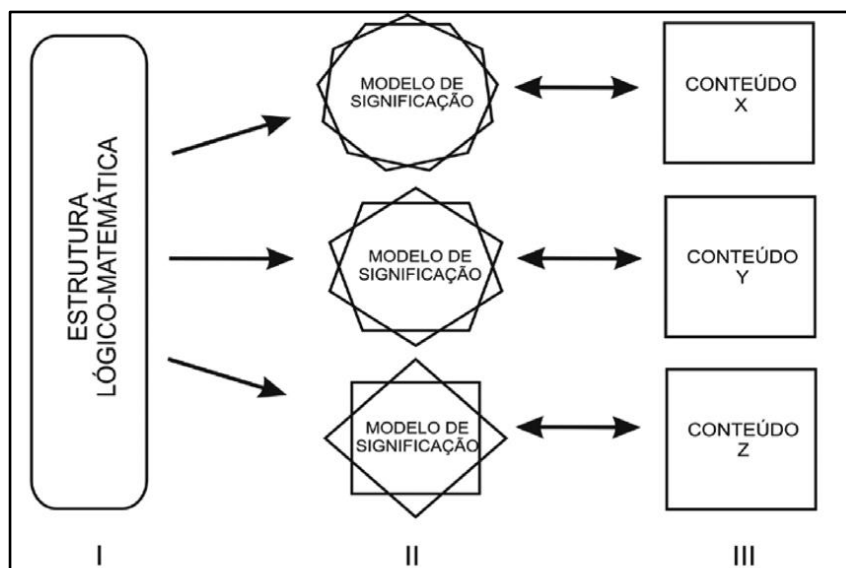
Porém, o método clínico crítico como descrito, é baseado fundamentalmente em um contexto de pesquisas com crianças, e nesta dissertação os sujeitos investigados são jovens adultos, com idade média de 19,9 anos, para tal, recorreu-se a pesquisa de Silva e Frezza (2011), intitulada como “Aspectos metodológicos e constitutivos do pensamento do adulto”, qual objetiva apresentar possibilidades metodológicas para pesquisas, que atendam as especificidades do pensamento adulto no contexto de investigação com o método clínico crítico piagetiano. Pois observa-se, que:

De fato, se pensarmos em um sujeito que se encontra no estágio das operações formais, suas possibilidades de organização mental podem reunir quadros simultâneos de pensamento que dificultam em demasia o acompanhamento do raciocínio. Em função das particularidades de cada sujeito, as experiências individuais frente aos objetos são as mais distintas, ocasionando na vida adulta, diversas maneiras de compreender e assimilar os conteúdos. (SILVA; FREZZA, 2011, p. 193).

Assim, ocorre a possibilidade de se encontrar em adultos uma grande variedade de comportamentos e caminhos que o mesmo utiliza para a resolução de problemas diversos, em função de distintos estados de significação e explicações de situações, oriundas em grande parte das relações e experiências que o sujeito construiu.

Silva e Frezza (2011), demonstram tal característica em um modelo de significação (Imagem 13), aonde o sujeito apresenta uma estrutura lógico-matemática mais ou menos geral, em que dela partem diferentes modelos de significação que se originam das diferentes atividades operatórias do sujeito frente ao conteúdo, ou seja, o sujeito adulto, apresenta uma maior complexidade nos processos mentais, quando observa-se dos diferentes pontos de vista de resolução de problemas postos.

Imagem 13 – Modelos de significação



Legenda: I – Estrutura comum que sustenta as operações lógico-matemáticas. II – Modelos de significação que indicam a organização das operações em função de conteúdos específicos. III – Conteúdos com os quais o sujeito opera.

Fonte: Silva e Frezza, 2011, p. 198.

Portanto, tal fato supracitado, deve ser considerado durante as análises dos dados obtidos pelos instrumentos. Visando uma melhor compreensão dos processos mentais dos sujeitos investigados.

Ainda de acordo com Silva e Frezza (2011, p. 199), pode-se observar que as pesquisas com o pensamento adulto podem apresentar os seguintes status metodológicos:

- i. Exploratórios: haja visto que não existem grandes marcos teóricos a propósito da cognição em adultos, os estudos exploratórios configuram-se como uma opção razoável para investigar um objeto ainda pouco investigado;

- ii. Descritivo: os estudos descritivos permitem que se examinem os métodos e os dados de forma mais direta, proporcionando ao leitor formular suas próprias hipóteses sobre as técnicas empregadas e a análise efetuada;
- iii. Qualitativo: os dados quantitativos podem fornecer quadros interessantes, mas no que tange ao raciocínio, os processos tornam-se mais relevantes do que os resultados em si. A pesquisa qualitativa parece exprimir melhor as nuances de um objeto de estudo que não possui fronteiras muito bem definidas.

O pensamento adulto apresenta particularidades, quais devem ser consideradas no contexto da pesquisa, pois, as inúmeras possibilidades de estruturação lógico-matemática proporcionam investigações em vieses diferenciados “nesse sentido, a influência dos conteúdos e do papel ativo dos objetos permite analisar aspectos processuais do pensamento do adulto até então não muito explorados”. (SILVA; FREZZA, 2011, p. 203).

5.2.1 Considerações Sobre Sua Aplicação

Ao realizar-se investigações por meio do método clínico crítico, deve-se considerar alguns princípios básicos, semelhantes as pesquisas no geral, tais como: a) Escolha de um Problema; b) Coleta de dados, mediante entrevista clínica; c) Análise dos dados; e d) Elaboração de um informe no qual se reflitam os resultados do trabalho. Porém, o método clínico crítico apresenta algumas particularidades, que segundo Delval (2002), são:

1. A essência do método consiste em começar com uma hipótese acerca do problema, que deverão ter um caráter geral, e partir destas perguntas iniciais manter uma conversa aberta com a criança, acompanhando o curso do seu pensamento.
2. Na prática, formular um questionário inicial com perguntas básicas, para descobrir os principais tipos de respostas e alguns problemas que os próprios sujeitos colocam. O que permitirá estabelecer uma nova entrevista centrada em pontos mais concretos (estudo piloto).
3. Erros a se evitar: o primeiro erro é sugerir a resposta ao sujeito, isto é, falar demais. O segundo erro é não buscar nada e, portanto, não encontrar nada, quando não há hipóteses para orientar nosso trabalho, é difícil aparecerem respostas interessantes por parte do sujeito.
4. É preciso estar sempre formulando hipóteses para tentar distinguir o interessante do supérfluo (o entrevistador não pode ser rígido, deve adotar o ponto de vista do sujeito).

Ao se pensar nos procedimentos de tal método, encontram-se 03 passos principais, sendo eles: a) Planejamento de uma situação; b) Proposta de uma tarefa que o sujeito terá de desenvolver; e c) As perguntas que serão realizadas. Sobre os questionamentos, fator de extrema importância neste método, Delval (2002, p. 98) descreve:

1. Devemos escolher as perguntas básicas que faremos em nossa entrevista. Embora o método clínico seja um procedimento aberto, é interessante que tenhamos um núcleo básico de perguntas, e que sejam feitas a todos os sujeitos, para que se possa comparar as respostas.
2. Um dos principais erros dos principiantes por falta de experiência é seguir literalmente as perguntas do roteiro e não indagar as razões das respostas e, com isso, o método clínico perde toda a sua utilidade e riqueza.
3. Perguntas sempre orientadas por nossas hipóteses e objetivos.
4. O caminho da indagação não é necessariamente linear, lembra mais uma espiral que nos possibilita ir nos aproximando cada vez mais do núcleo em que nos interessa chegar.
5. Situar o sujeito no âmbito dos problemas sobre os quais nós desejamos que nos informe.
6. Se queremos indagar sobre as ideias acerca do trabalho, não devemos começar perguntando: 'o que é o trabalho' ou 'o que significa trabalhar?' mas devemos iniciar fazendo uma sondagem, justamente para situar o sujeito, e chegar ao núcleo que nos interessa, iniciar com 'em que seu pai trabalha', 'de que trabalhos você já ouviu falar?'
7. Convém ainda que a entrevista seja dividida em várias partes referentes aos diferentes assuntos que desejamos abordar. Dada a flexibilidade do método clínico, não é obrigatório apresentar as partes sempre na mesma ordem, se as respostas do sujeito não exigirem

Outro fator de importância é o estudo piloto, que consiste em um estudo preliminar, com um número reduzido de sujeitos, visando testar o procedimento e suas atividades, bem como determinar a duração da entrevista, para que não se torne demasiadamente extensa e exaustiva. Este momento permite que os questionamentos sejam testados, trabalhados, modificados quase que com total liberdade, para que se possa ajustá-los conforme as necessidades, e assim, obter uma aplicação final mais assertiva. (DELVAL, 2002).

Sobre os sujeitos investigados, trabalhar com um número muito elevado de entrevistados não chega a ser prejudicial ao método, porém, o trabalho fica demasiadamente exaustivo, sendo que, um número de 15 a 20 sujeitos pode ser representativo dentro deste método (apoiando-se também nesta característica para complementar a justificativa apresentada nesta pesquisa). (DELVAL. 2002).

Deve-se também levar em consideração alguns princípios em relação aos sujeitos participantes, a saber: a) assegurar que o entrevistado esteja participando por vontade própria; b) estabelecer uma boa relação com o sujeito, mantendo uma breve conversa antes da entrevista, de maneira que o sujeito sinta-se à vontade em sua presença; c) explicar ao sujeito os procedimentos e questionamentos, e que não tem relação alguma com o curso ou atividade que desempenha; d) criar um ambiente agradável e familiar; e) informar sobre a gravação da entrevista; e f) interromper a entrevista caso o sujeito deseje retornar para a atividade que estava desempenhando anteriormente, ou qualquer manifestação neste sentido.

Sobre o local da entrevista, Delval (2002, p. 113), descreve que deve ser:

1. Local tranquilo, com uma mesa e várias cadeiras, no qual possamos levar a cabo nosso trabalho sem interferências.
2. Local não muito ruidoso, porque isso dificulta a gravação das respostas dos sujeitos.
3. Aconselhável não ter janelas em que apareçam pessoas, porque isso poderia distrair os sujeitos, se isso é inevitável, convém colocar o sujeito de costas para a possível fonte de distração
4. Evitar ambientes que tenham algum significado para o sujeito.
5. As condições acima são ideais, e em muitos casos não encontramos locais que as reúnam, por isso as entrevistas podem ser realizadas em outros locais, cuidando para que o indivíduo não se disperse e que possamos ouvir o que ele diz.

A conduta do entrevistador deve ser rigorosamente estruturada, levando-se em conta aspectos como a tranquilidade, objetivos claros, um roteiro bem estruturado, clareza e exatidão nos questionamentos, evitar a precipitação, ser paciente enquanto aguarda o sujeito responder, e não interromper as falas dos entrevistados.

Por fim, a entrevista deve ser, se possível, gravada em vídeo e em áudio, e realizando-se a transcrição completa nos respectivos protocolos, com a inclusão do maior detalhamento possível extraídos das gravações, como expressões, gestos, entre outros. Sendo que o modelo de protocolo adotado nesta pesquisa é apresentado em apêndice (Apêndice B), aonde foram suprimidas as transcrições, disponibilizando-se apenas os roteiros, e núcleo de perguntas.

5.3 A COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu em dois momentos distintos, sendo o primeiro, a aplicação de um questionário investigativo e duas atividades realizadas coletivamente³⁸, e inspiradas nas atividades operatórias piagetianas, a fim de, realizar uma sondagem nos sujeitos, bem como uma aproximação entre entrevistador e entrevistado, que será necessária para a segunda etapa da coleta de dados.

Esta primeira etapa ocorreu no dia 12 de dezembro de 2018, às 14h nas dependências da UEPG, durante uma reunião do grupo de PIBID Interdisciplinar. E foi constituída pelos seguintes momentos:

- i. Apresentação do pesquisador e da pesquisa;
- ii. Apresentação e preenchimento do TCLE (Apêndice A);
- iii. Aplicação do questionário investigativo (Apêndice C);
- iv. Aplicação de duas atividades inspiradas nas atividades operatórias piagetianas.

³⁸ A aplicação em formato coletivo justifica o fato de o autor colocar estas atividades como inspiradas nas do tipo operatório piagetiano. Pois, os sujeitos encontravam-se reunidos em um laboratório de ensino de química (onde ocorriam as reuniões do grupo PIBID Interdisciplinar) e resolveram as atividades propostas e responderam o questionário investigativo, todos ao mesmo tempo.

Sobre as atividades operatórias piagetianas:

A primeira atividade é baseada na conservação do volume, e utilizou-se como material, duas provetas de vidro de 2 litros, água potável, e 2 unidades de mesmo tamanho e peso aproximado de massas de modelar (do tipo escolar).

Quanto ao procedimento, descreve-se a seguir:

- i. Verteu-se a mesma quantidade de água potável em ambas as provetas (aproximadamente 1 litro em cada), e realizou-se uma marcação com caneta hidrocor no menisco formado nas provetas.
- ii. Moldou-se as massas de modelar, em mesmo formato e tamanho (formato esférico), à vista dos sujeitos.
- iii. Realizou-se o primeiro questionamento, e solicitou-se a transcrição de suas respostas de forma individual, em material previamente distribuído aos sujeitos.

Questionamento 01: “O que vai ocorrer quando colocar esta esfera na proveta com água?”

- iv. Após a transcrição das respostas pelos sujeitos, imergiu-se a primeira esfera de modelar em uma das provetas. Neste momento os sujeitos observaram os aspectos que se modificaram no sistema.
- v. Na segunda esfera, se modificou seu formato, deixando-a achatada, em seguida, questionou-se os sujeitos sobre o que ocorreria ao se imergir a esfera achatada na proveta.

Questionamento 02: O que vai acontecer quando eu colocar este objeto no recipiente?

Justifique sua resposta.

- vi. Após a transcrição das respostas pelos sujeitos, imergiu-se o segundo objeto na proveta. Neste momento os sujeitos puderam observar os aspectos que se modificaram no sistema, e realizando-se o último questionamento.

Questionamento 03: O que ocorreu? Era o que você esperava? Por quê? Justifique sua resposta.

A segunda atividade foi inspirada nas operações combinatórias, utilizando-se como material, fichas de diferentes cores, confeccionadas em material rígido, contando com 07 cores diferentes.

Quanto aos procedimentos:

- i. Distribuiu-se 03 fichas coloridas (amarelo, vermelho e laranja) para cada um dos sujeitos. Questionando-se com as seguintes perguntas:

Questionamento 01: Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares com a mesma cor?

Questionamento 02: Quantas fichas de cada cor serão necessárias para formar todos os pares?

Questionamento 03: Realize a descrição escrita de como resolveu o problema, no formato que achar mais pertinente, explicando a maneira de resolução.

- ii. Distribuiu-se mais uma ficha colorida, totalizando-se 04 fichas (amarelo, vermelho, laranja e azul). Questionando-se os sujeitos:

Questionamento 04: Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares com a mesma cor?

Questionamento 05: Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?

- iii. Repetiu-se o procedimento sempre adicionando uma ficha colorida, até a sexta ficha, com os mesmos questionamentos, e com 06 cores diferentes (amarelo, azul, laranja, verde, vermelho e marrom).
- iv. Na sétima ficha, solicitou-se uma antecipação dos resultados. Não sendo entregue nenhum material concreto (ficha) para auxiliar o sujeito. E repetindo-se os mesmos questionamentos anteriores.
- v. Solicitou-se a antecipação dos resultados para os sujeitos, para um total de 100 cores, e repetindo-se os mesmos questionamentos anteriores.

- vi. Solicitou-se a antecipação dos resultados para os sujeitos, para um total de 150 cores, e repetindo-se os mesmos questionamentos anteriores.

A segunda etapa caracterizou-se por uma entrevista totalmente pautada no método clínico crítico piagetiano, e utilizando-se atividades operatórias piagetianas, buscando investigar as estruturas cognitivas inicialmente sondadas na etapa anterior.

Foi realizada uma entrevista piloto no dia 29 de novembro de 2019, que contou com a presença de dois acadêmicos. Tal entrevista foi composta por: i) Entrevista inicial; ii) Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume; iii) Atividade Operatória Piagetiana de Oscilação do Pêndulo e as Operações de Exclusão; iv) Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Coloridos; e v) Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias.

As entrevistas piloto foram de extrema importância para a realização de ajustes no ambiente de aplicação das atividades, no material de gravação, mas principalmente nas atividades aplicadas. Pois, buscou-se realizar a entrevista piloto com sujeitos próximos ao público-alvo, porém, não pertencendo a amostra da pesquisa, para tal, foram convidados dois discentes, sendo um do curso de Licenciatura em Física e outro do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Com base na entrevista piloto, descartou-se a aplicação da Atividade Operatória Piagetiana de Oscilação do Pêndulo e as Operações de Exclusão, pois, os sujeitos já tinham conhecimento sobre a atividade, em decorrência de atividades práticas realizadas no curso de graduação em Física, e possivelmente os alunos da graduação em química também teriam, pois, estes apresentam em seu currículo a disciplina de Física geral experimental.

Após a entrevista piloto, realizou-se as aplicações finais das entrevistas, entrando-se em contato com os 18 participantes da primeira etapa, sendo que foram formalmente convidados a participar das entrevistas. Sendo que dos 18 sujeitos, 04 aceitaram participar desta segunda etapa, realizando-se nos dias 04 de dezembro de 2019 (para três sujeitos) e no dia 23 de dezembro de 2019 (para um sujeito). Sendo constituídas pelos seguintes momentos:

- i. Apresentação do pesquisador, da pesquisa, ambiente de aplicação, e material de gravação, visando deixar o entrevistado confortável;
- ii. Apresentação e preenchimento do TCLE (Apêndice A);
- iii. Entrevista Inicial;
- iv. Aplicação de três atividades operatórias piagetianas, gravadas em vídeo e áudio.

O detalhamento completo da entrevista, está disponível no Protocolo da Entrevista Clínica Crítica (Apêndice B), sendo apresentado brevemente a seguir.

Em primeiro momento realizou-se uma série de perguntas em tom informal, para caracterização do sujeito, e investigação sobre sua relação com o curso de graduação.

Em seguida, a aplicação da atividade operatória piagetiana de conservação do volume, que contou com quatro modificações (Imagem 14 – A, B, C e D), sendo a primeira em formato de esfera, a segunda em formato de cilindro, a terceira em formato de pizza, e a quarta em quatro esferas menores.

Na atividade operatória de combinação de corpos químicos coloridos e incolores (Imagem 16), o entrevistador já havia deixado um dos béqueres sem identificação com a mistura dos líquidos 1 e 3, sendo que na presença do entrevistado, foi adicionado o líquido G, obtendo-se a coloração amarelada e a partir desse momento, solicitado ao entrevistado que reproduzisse tal coloração com o material disponível.

A atividade operatória piagetiana de operações combinatórias (Imagem 15), bem como na atividade aplicada no primeiro momento, o sujeito foi solicitado a apresentar o número de pares que poderiam ser formados, sem repetição de pares da mesma cor, para as fichas dadas, e quantas fichas utilizaria para tal número de combinações. Sendo solicitado para 3, 4, 5 e 6 cores com auxílio de material concreto, e para 7, 100 e 150 sem auxílio de material, apenas de maneira preditiva.

Neste momento não foram apresentados os questionamentos realizados aos sujeitos, tal como no momento 01, pois a estrutura da entrevista clínico crítica de Piaget possibilita que os questionamentos vão sendo construídos durante a entrevista, e por esse motivo tornam-se extensos para serem aqui apresentados. Tais questionamentos serão descritos quando relevantes, nas discussões das entrevistas.

5.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a investigação dos estágios do desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, utilizou-se como instrumento de coleta de dados as seguintes atividades operatórias piagetianas: conservação do volume; operações combinatórias; e combinação de corpos químicos coloridos e incolores.

Sendo que estas atividades foram escolhidas em função da disponibilidade de referencial teórico para seu estudo, compreensão e análise dos resultados; da disponibilidade de material para confecção e montagem das atividades (pois muitas necessitam de um conjunto

de materiais específicos, não encontrados disponíveis para aquisição, ou cujo o prazo de encomenda extrapolaria os prazos disponíveis para esta dissertação); considerando a formação acadêmica do público investigado; e a viabilidade de aplicação com relação ao tempo, espaço e estágio cognitivo investigado.

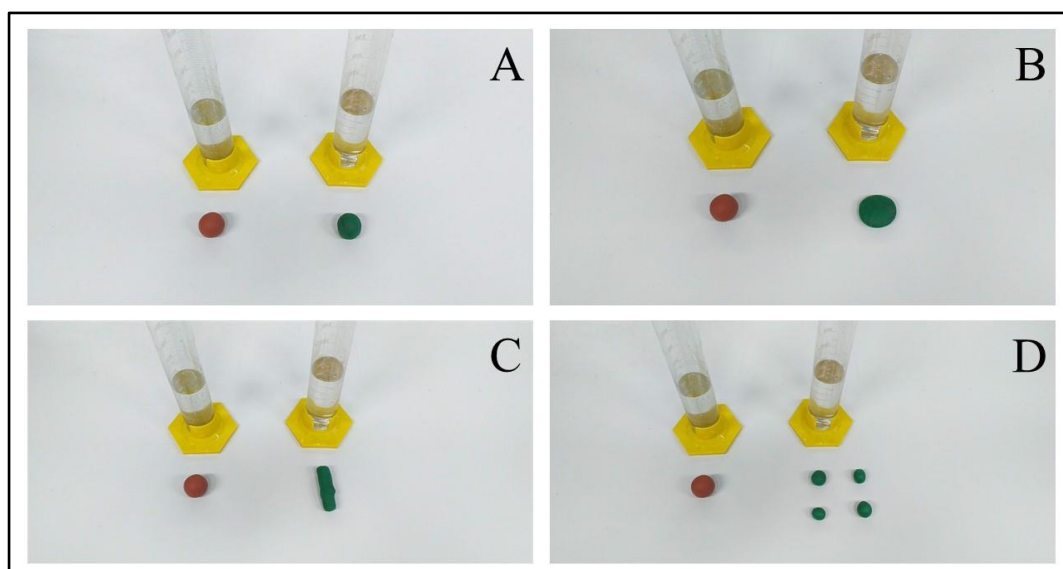
Cabe destacar que a Atividade Operatória Piagetiana de Oscilação do Pêndulo, previamente selecionada para compor o rol de atividades aplicadas aos sujeitos, foi descartada durante o estudo piloto, pois os discentes, principalmente do curso de Licenciatura em Física, já haviam tido contato com o material durante as aulas práticas, inviabilizando-se assim, sua utilização.

5.4.1 Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume

A conservação do volume é uma noção que se expressa no sujeito após a noção de substância e peso, e com processos de evolução distintos, o que possibilita que sejam identificados separadamente por meio de determinadas atividades, tal como é o caso da noção de conservação do volume, identificada no sujeito por meio desta atividade operatória piagetiana. (FERMIANO, 2000).

Esta atividade consiste em duas provetas transparentes de 500 mL, contendo a mesma quantidade de água (200 mL), e duas esferas feitas com massa de modelar, com mesma dimensão, e cores diferentes, sendo que apenas uma das esferas sofre alteração de formato, como é apresentado na Imagem 14 (A, B, C, D)

Imagem 14 – Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume



Fonte: Os Autores

Esta atividade operatória piagetiana, foi baseada na pesquisa de mestrado de Fermiano (2000), qual investigou os estágios cognitivos de estudantes do curso de magistério. Sendo extraído de tal pesquisa, os seguintes critérios de avaliação para o desempenho do sujeito (FERMIANO, 2000, p. 49),

Nível I : O sujeito não admite nem a conservação da substância, nem a do peso e nem a do volume.

Nível IIA : O sujeito admite a conservação da substância, mas não admite a do peso e nem a do volume.

Nível IIB: O sujeito admite a conservação do peso, mas não a do volume, no entanto, sua justificativa se baseia no peso da bolinha para o nível da água aumentar.

Nível IIIA : O sujeito admite a conservação do volume somente em alguns casos.

Nível IIIB: O sujeito admite a conservação do volume em qualquer situação, justificando-a logicamente pela conservação do peso ou da substância.

5.4.2 Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias

O início da adolescência caracteriza-se por um conjunto de novas transformações e noções do pensamento, cuja quais extrapolam o pensamento concreto, dando início não mais apenas as operações proposicionais, mas sim, as operações que incluem as estruturas de conjuntos, e que caracterizam as operações lógicas.

Ocorre neste novo processo o chamado “conjunto de pares” que nada mais é do que a possibilidade do sujeito combinar suas operações proposicionais já em uso, com as novas estruturas em formação, as transformações operatórias, de maneira a constituir estruturas mentais mais complexas, unindo-se em um só os dois grandes modos de reversibilidade que tinha disponível até então. (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 80), tal como, observamos a seguir:

[...] um conjunto de esquemas cuja característica dupla é o fato de suporem o raciocínio formal para sua constituição, mas de derivarem também das características mais gerais das estruturas de que decorre esse mesmo pensamento formal.

Sendo que tais estruturas mentais mais complexas podem ser identificadas por meio de determinadas atividades operatórias piagetianas, portanto, a atividade de “Operações Combinatórias” e a atividade seguinte de “Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores” servirão para tal finalidade.

Esta atividade consiste na utilização de fichas coloridas, conforme a Imagem 15, qual o sujeito deve realizar algumas sequências de combinações e previsões. Sendo que tal atividade operatória foi baseada na pesquisa de mestrado de Fermiano (2000).

Imagem 15 – Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias



Fonte: Os Autores

Sendo extraído de tal pesquisa, os seguintes critérios de avaliação para o desempenho do sujeito nesta atividade (FERMIANO, 2000, p. 79-82):

Nível I: Combinações incompletas, por tateio. (p. 79)

Nível IIa: Combinações completas, embora empíricas (ensaio e erro, mas o sujeito faz todas). (p. 79-80)

Nível IIb-1: Sistema elementar de justaposição de pares. Não completa todos, justapõe os pares sem se dar conta se repetiu as cores. Começa o sistema e não acaba. (p. 80)

Nível IIb-2: sistema de justaposições entrecruzadas. (o sujeito começa e trabalha com as fichas que estão nas pontas. Ele entrecruza as fichas e neste entrecruzamento, perde a ideia de que fez tudo). (p. 80)

Nível IIb-3: pares simétricos e depois a série é complementada empiricamente. (p. 80)

Nível IIb-4: Intersecções inacabadas. O sujeito começa a fazer as intersecções, mas não termina. Ele tem um sistema que não dá conta de todas as peças, todas as cores, mas faz um número muito maior de pares. (p. 80)

Nível IIb-6: O sujeito tem dificuldade em conceber a ideia de combinação. (p. 80)

Transição do Nível IIb para IIIa (p. 81)

Nível IIIa: As operações de permutações nos permitem compreender os procedimentos apresentados acima no nível IIIa e o processo de transição do nível IIIa para o IIb. (p. 82)

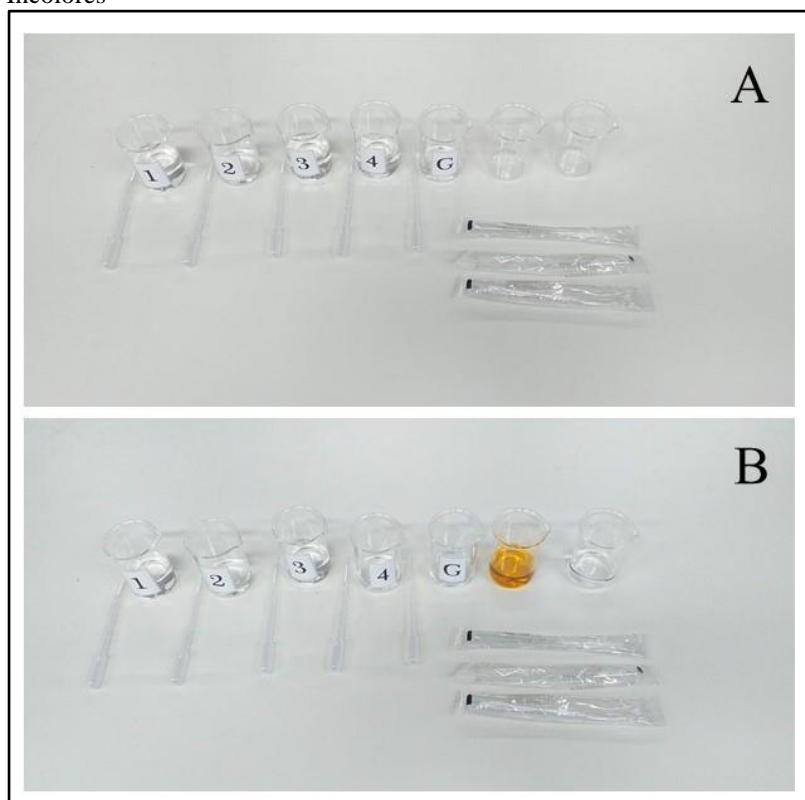
Nível IIIb: Combinações completas e sistemáticas com descoberta do sistema (lei que rege o sistema). (p. 83)

5.4.3 Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores

Como supracitado, esta atividade visa expor a formação da lógica das proposições, e consequentemente o aparecimento do pensamento formal. Para isso, solicita-se aos sujeitos que realizem a combinação de corpos químicos incolores.

Tais corpos são constituídos por frascos contendo a seguinte sequência numerada: 1 – Ácido Sulfúrico diluído; 2 – Água; 3 – Água oxigenada; 4 – Tioissulfato; e um frasco identificado com G contendo Iodeto de Potássio (Imagem 16 – A). Em um frasco não identificado, será realizada a mistura das substâncias presentes nos frascos 1 + 3 + G, formando uma mistura de cor amarelada (Imagem 16 – B), qual o sujeito deverá reproduzir. Destacando-se que a adição da substância 4 causa a descoloração da mistura. Os materiais utilizados em tal atividade são apresentados na Imagem 16, a seguir:

Imagem 16 - Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Químicos Coloridos e Incolores



Fonte: Os Autores

Sendo adotado os seguintes critérios de avaliação para o desempenho do sujeito nesta atividade, com base na obra de Inhelder e Piaget (1976, p. 83-90):

Estágio I - Associações empíricas e explicações pré-causais: Os sujeitos do nível pré operatório se limitam a associar casualmente dois elementos, ao mesmo tempo, e a notar o resultado ao explicá-lo por simples fenomenismo, ou por outras formas de causalidade pré lógica. (p. 83)

Subestágio II A – Multiplacação dos fatores por “G”: É interessante notar até que ponto a atitude espontânea, quando da aparição das operações concretas, é a da associação sistemática do elemento g com todos os outros, mas sem outra combinação (p. 84)

Subestágio II B - Operações multiplicativas com introdução empírica das combinações: As reações do nível II B são análogas às precedentes, mas com um progresso sensível – a introdução das combinações n a n . No entanto, estamos apenas diante de simples tentativas empíricas, sem que o sujeito chegue a descobrir sistema. (p. 86)

Subestágio III A – Formação de combinações sistemáticas n a n : com a aparição do nível formal as duas novidades são o método sistemático no emprego das combinações n a n , e a compreensão do fato de que a cor é derivada a combinação. (p. 87)

Subestágio III B – Equilíbrio do sistema: [...] as únicas novidades do sub estágio IIIB são as combinações e, principalmente, as provas que se apresenta de maneira mais sistemática, isto é, este nível aparece como uma etapa de equilíbrio com relação ao precedente, que é uma fase de organização. (p. 90)

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo está estruturado em blocos de discussões que visam facilitar o seu processo de apresentação e compreensão.

6.1 ACERCA DAS APROXIMAÇÕES ENTRE PIAGET E VERGNAUD

Para dar início as discussões dos resultados, é necessário compreender algumas possíveis aproximações acerca da teoria epistemológica de Jean Piaget e a TCC de Gérard Vergnaud, para assim, visualizar os percursos que levaram a escolha destas duas teorias excepcionais.

Segundo Nogueira (2013, p. 285):

[...] o interesse maior de Piaget não foi o desenvolvimento da Psicologia nem suas aplicações à Pedagogia. Seu foco principal foi o mecanismo de produção de conhecimentos ou, como o sujeito passa de um nível de menor conhecimento para um nível de maior conhecimento.

Portanto, voltado para os estudos de aspectos cognitivos no sujeito em si, e não em um contexto, como por exemplo o escolar. Com base nisso, observa-se pesquisadores que vem buscando se apoiar na teoria piagetiana para “formular implicações diretamente ligadas à sala de aula” (NOGUEIRA; REZENDE, 2014, p. 44), tal como Gérard Vergnaud, que busca por meio da TCC estudar o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos em um contexto de aprendizagem. (NOGUEIRA; REZENDE, 2014). E para tal, apropria-se da Epistemologia Genética.

Como supracitado, Vergnaud apresenta uma parceria substancialmente fundamentada com Piaget, desde sua tese de doutorado. Sendo que o próprio Vergnaud aponta as convergências com a teoria piagetiana, tais como:

Mantenho que o essencial de Piaget é sem dúvida, o conceito de eskema. Devemos salientar que ele é o único que desenvolveu esse conceito. Honestamente é necessário reconhecer que em Piaget estão presentes as ideias principais da minha definição de eskema. (VERGNAUD, 2017, p. 24).

Portanto, observa-se que o conceito de esquema desenvolvido por Piaget, contém uma estrutura ampla e que se desenvolveu ao longo de suas obras (CARVALHO JUNIOR; PARRAT-DAYAN, 2015), possibilitando sua incorporação por Vergnaud. Em seu livro “Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos” (1973), Piaget define esquemas como “chamaremos de schèmes de ação o que, em uma ação, é transportável, generalizável ou diferenciável de uma situação à seguinte, ou

seja, o que há de comum às diversas repetições ou aplicações da mesma ação” (p. 16), neste contexto podemos compreender as schèmes enquanto esquemas, quando traduzidas para o português. (CARVALHO JUNIOR; PARRAT-DAYAN, 2015).

E para Vergnaud (1990), esquema pode ser compreendido como uma “organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada”. (VERGNAUD, 1990, p. 2, tradução nossa).³⁹ Portanto, visualiza-se a proximidade de ambas as definições, porém, Vergnaud dá ênfase aos esquemas em suas situações dadas, ou um conjunto de situações, devido a estrutura de sua teoria (Capítulo 4).

Outro ponto de aproximação apresentado por Vergnaud, são os invariantes operatórios:

Piaget trabalhou os invariantes operatórios do ponto de vista da conservação dos objetos, dos números e de algumas propriedades dos objetos e das medidas. Acredito que é necessário dar a este conceito de invariantes operatórios, um sentido mais amplo, incluindo-o no conceito de esquema. (VERGNAUD, 2017, p. 24).

E com isso, Vergnaud (2017), utiliza-se dos invariantes operatórios para explicar a efetividade ou não de um esquema que o sujeito utiliza em um determinado conjunto de ações, compreendendo, portanto, tais invariantes enquanto conhecimentos contidos nos esquemas. Transcendendo assim, a ideia de conservação e propriedades de objetos, para uma estrutura de conceitos e teoremas em ação.

Nos conceitos de equilíbrio e desequilíbrio, ocorre também uma aproximação destas duas teorias, quando observadas de um ponto de vista mais amplo, como afirma Vergnaud (2017, p. 25):

[...] a ideia de que em determinado momento a bagagem de um indivíduo em um certo conteúdo se apresenta em equilíbrio e que vai se desequilibrar quando encontra um problema novo, o qual não sabe resolver, é uma ideia profundamente piagetiana e que faço minha.

Porém, Vergnaud admite que o fato de Piaget considerar que entre um equilíbrio e outro, ocorre uma equilibrção majorante e sem rupturas, não lhe parece um conceito operatório. (VERGNAUD, 2017).

Outro aspecto de grande importância, está na aproximação entre as atividades operatórias piagetianas e as situações didáticas de Vergnaud. Nogueira e Rezende (2014, pp. 45-46), apresentam tal aproximação:

Um exemplo destas pesquisas foi publicado em um número temático⁴ da Recherche en Didactiques des Mathématiques sobre o conceito de volume, que consiste de três artigos resultantes de pesquisas de Vergnaud e colaboradores. O primeiro artigo, de Ricco, Vergnaud e Rouchier (1983), refere-se a entrevistas clínicas com alunos de 11 a 15 anos, com a intenção de obter uma imagem significativa dos conhecimentos dos

³⁹ a la organización invariante de la conducta para una clase de situaciones dada.

alunos de diferentes níveis do Collège5 (da sixième à troisième) e, assim, obter objetivos e hipóteses precisas para a construção de uma sequência didática sobre volume. No segundo artigo, considerando os resultados das entrevistas clínicas realizadas, Vergnaud et al (1983) apresentam uma sequência de atividades e análise dos resultados da implementação em sala de aula com alunos da cinquième (12 – 13 anos). A terceira pesquisa, Rogalski, Samurçay e Ricco (1983) apresentam as análises do progresso dos alunos em relação à sequência didática, por meio das análises de um pré-teste aplicado com os alunos antes da implementação das atividades e de um pós-teste aplicado entre uma e três semanas após o desenvolvimento da sequência.

Portanto, observa-se que a experimentação didática e as atividades operatórias piagetianas no contexto do método clínico crítico de Piaget, possuem em si, objetivos próximos, buscando evidenciar os conflitos originados no sujeito, ou a diferença causada com base na situação dada, e os meios cognitivos que o sujeito utilizou para atuar sobre ela. (VERGNAUD et al., 1983).

Ao se pensar em questões representacionais dos sujeitos acerca das atividades operatórias piagetianas, ou experimentações didáticas, nota-se também uma convergência entre estas duas teorias, pois:

Considerando a importância dos signos para a construção de um conceito, fato explorado por Piaget em a Formação do Símbolo na Criança, Vergnaud acolhe em sua teoria o papel da linguagem, dos símbolos e da representação para a formação de um conceito. (NOGUEIRA; REZENDE, 2014, p. 49).

Portanto, os meios que o sujeito utiliza para expressar os esquemas utilizados para atuar sobre as ações com que se depara, possibilitam compreender os conhecimentos empregados em tal ação. Pois, é difícil para uma criança e até mesmo para muitos adultos explicitar verbalmente os conhecimentos empregados na ação, por vezes se valendo de suas representações simbólicas para tal.

Portanto, observa-se que são várias as aproximações entre a Epistemologia Genética e a TCC, evidenciando-se como supracitado, que Piaget preocupou-se com estudos voltados para o processo de produção do conhecimento, ou seja, as estruturas envolvidas para tal, principalmente no contexto infantil, por sua vez, Vergnaud vem trazendo uma ampliação em determinados pontos da teoria piagetiana, auxiliando a visualizar os processos cognitivos no sujeito em ação, ou seja, no no contexto escolar, tal como destaca Nogueira e Rezende (2014, p. 47):

Para Vergnaud (2009), Piaget abordava o conhecimento como um processo muito geral, biológico e social, e seu ponto de vista científico sobre a formação de certos conceitos, como, por exemplo, espaço, tempo, ordem, número, classe lógica, surgiu com o estudo do processo de desenvolvimento com bebês, crianças e adolescentes, não se dedicando ao desenvolvimento cognitivo dos adultos.

Assim, Vergnaud é incorporado buscando trazer lentes capazes de enxergar características que não foram o objetivo de Piaget em seus estudos, não por omissão, mas devido a grandiosidade (de uma vida toda) de seu trabalho, e sem o qual Vergnaud não teria as bases para a TCC.

Assim, Vergnaud nos auxilia, juntamente com Piaget, a visualizar aspectos cognitivos do sujeito adulto, sendo que Piaget fornece o conhecimento necessário a cognição, enquanto Vergnaud, sua aproximação com o conhecimento e a compreensão das linguagens e símbolos em um contexto adulto.

6.2 A CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS INVESTIGADOS

Os dados do questionário investigativo aplicado no primeiro momento da coleta de dados, foram publicados pelo autor e seu orientador no II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores – CECIFOP. Tal trabalho reuniu informações acerca da formação dos sujeitos, bem como de suas dificuldades conceituais, possibilitando inferir sobre as relações que se estabelecem entre o ensino básico e o ensino superior destes sujeitos, sendo apresentados a seguir.

A amostra contou com 18 sujeitos, sendo 10 do curso de Licenciatura em Física e 08 do curso de Licenciatura em Química, com idade média de 19,9 anos, sendo 50% dos sujeitos do sexo feminino e 50% do sexo masculino. Nenhum dos sujeitos apresenta segunda graduação, destacando-se que 55,6 % frequentaram todo o ensino básico em escolas públicas, 22,2% em escolas particulares, e 22,2% de maneira mista, 55,6 % dos sujeitos frequentaram algum tipo curso preparatório, sendo nove de origem particular e apenas um de origem pública. (MARCONDES; SILVA, 2019), tais informações são detalhadas no Quadro 07, a seguir. Sendo que na primeira coluna do referido quadro, foram atribuídos códigos aos sujeitos, e que serão utilizados em toda a discussão dos resultados, visando assim, manter o sigilo destes sujeitos.

Quadro 07 – Perfil Formativo dos Sujeitos Investigados.

(continua)

Sujeito	Idade	Sexo	Curso	Segunda Grad.	Escolaridade			
					Ensino Fund. I	Ensino Fund. II	Ensino Médio	Curso preparatório
FIS01	18	F	Lic. Fís.	***	Público	Particular	Particular	***
FIS02	20	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	Particular
FIS03	19	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	Particular
FIS04	19	F	Lic. Fís.	***	Público e Particular	Público	Público	***
FIS05	19	M	Lic. Fís.	***	Particular	Particular	Particular	Particular

Quadro 07 – Perfil Formativo dos Sujeitos Investigados.

(conclusão)

Sujeito	Idade	Sexo	Curso	Segunda Grad.	Escolaridade			
					Ensino Fund. I	Ensino Fund. II	Ensino Médio	Curso preparatório
FIS06	19	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	Particular
FIS07	21	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	Particular
FIS08	26	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	***
FIS09	17	F	Lic. Fís.	***	Particular	Particular	Particular	Particular
FIS10	27	M	Lic. Fís.	***	Público	Público	Público	Particular
QUI01	19	F	Lic. Quí.	***	Público	Público	Público	***
QUI02	20	M	Lic. Quí.	***	Público	Público	Particular	Particular
QUI03	19	F	Lic. Quí.	***	Público	Público	Público	Público
QUI04	22	F	Lic. Quí.	***	Público	Particular	Particular	***
QUI05	18	M	Lic. Quí.	***	Público	Público	Público	***
QUI06	19	F	Lic. Quí.	***	Particular	Particular	Particular	Particular
QUI07	18	F	Lic. Quí.	***	Particular	Particular	Particular	***
QUI08	19	F	Lic. Quí.	***	Público	Público	Público	***

Fonte: Marcondes e Silva, 2019, p. 555-556.

Legenda: **** Não apresenta; QUI – química; FIS – física; LIC. – licenciatura; GRAD. – graduação; FUND. - fundamental

Para além do aspecto formativo supracitado, os sujeitos foram questionados sobre suas dificuldades conceituais em relação a sua formação básica, e em relação ao curso de graduação. Observando-se em suas falas, a existência de lacunas, como apresenta-se a seguir:

“QUI07 - muitos conceitos que deveriam ter sido ensinados no ensino médio, básico, porém importantes para uma melhor compreensão agora”.

“QUI06 - não, o que faltou foi memória, pois muitas coisas são decoradas apenas para os vestibulares e outros concursos, sendo apagadas e ou esquecidas”.

“FIS04 - em física geral 1, senti falta de alguns conteúdos que foram passados muito rapidamente, e outros tivemos que correr atrás, porém a falta de alguns conceitos no ensino médio dificultam a compreensão”.

“FIS04 - o conteúdo em que eu mais encontrei dificuldade foi na matéria de cálculo diferencial e integral”

“QUI04 - cálculo diferencial e integral, física, geometria analítica. São conteúdos complexos com pouca carga horária”

“FIS01 - cálculo diferencial e integral”

“FIS07 - mecânica dos fluídos”

Portando, observa-se a percepção dos sujeitos sobre este degrau entre a educação básica e o ensino superior, associados principalmente aos conteúdos matemáticos, tal característica se deve ao fato de ambos os cursos apresentarem em sua grade curricular disciplinas desta área do conhecimento, tal como o cálculo diferencial e integral.

Observando-se desde ponto, tal constatação não é exclusiva deste relato, pois Nasser, Souza e Torraca (2017), apresentam que “há uma preocupação nacional e internacional em investigar estratégias de ensino que tornem mais amena a transição para o ensino superior, em especial, na disciplina de Cálculo”, portanto, podemos inferir que tal transição não ocorre da maneira ideal para o estudante, e sim, abrupta, o que vem a causar diversos efeitos, claramente observados nos relatos dos sujeitos investigados “falta de conceitos do ensino médio”, “muitas coisas são decoradas”, “muitos conceitos deveriam ter sido ensinados”... entre outros.

Em sua dissertação de mestrado, Donel (2015), vem ao encontro dos relatos supracitados, quando investiga as relações entre o desenvolvimento cognitivo e as dificuldades de aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral em acadêmicos do primeiro ano das engenharias. Os resultados desta pesquisa apontaram a falta de domínio de noções básicas de matemática dos sujeitos, bem como um nível de desenvolvimento cognitivo abaixo do esperado pela teoria piagetiana, e estes dois fatores associados, corroboram para o aparecimento das dificuldades de aprendizagem nesta disciplina de cálculo, mas também auxiliam na sua compreensão e formulação de ações educativas, visando diminuir tais dificuldades.

Para além destas dificuldades conceituais, Almeida e Cruz (2010), abordam que esta transição pode ser extremamente complexa, por envolver uma mudança radical no seu contexto de vida, como a primeira saída de casa, afastamento dos pais, familiares e amigos, novos processos de integração social, maiores responsabilidades como gerir recursos econômicos, horários de aulas e estudos, carreira e lazer, e isso tudo em meio ao:

[...] desenvolvimento psicológico em que o jovem-adulto se encontra, nomeadamente os processos nem sempre fáceis de construção de sua identidade e conquista da autonomia (carreira profissional, identidade sexual, novos padrões de relacionamento interpessoal, sistemas de valores). (ALMEIDA; CRUZ, 2010, p. 430).

Outro ponto de destaque nas falas dos sujeitos, centrou-se no fato de um deles apontar as aulas práticas como um degrau difícil de se transpor entre o ensino básico e o superior

QUI05 - Senti bastante dificuldade nas matérias experimentais, pois como foi o primeiro contato com elas, confesso que me senti bastante perdido no início. Algumas dificuldades surgiram devido a poucas explicações de alguns professores, elevando o grau de dificuldade do conteúdo.

Esta ausência, se deve por inúmeros fatores, dentre eles a dificuldade do professor em “transpor obstáculos, como a ausência de laboratórios, ou ainda, quando a escola possui laboratório, mas este é desprovido de recursos humanos, materiais e também, não é adaptado para o desenvolvimento de experimentos” (CASTELEINS, 2011, p. 16398), ocasionando esta “confusão” relatada pelo sujeito.

Pois, ao associar-se todos os fatores de complexidade do ambiente universitário, e este formato pratico de ensino, o discente não poderia se sentir, se não perdido em meio ao caos deste momento. Ainda mais, se estiver associado a um nível de desenvolvimento cognitivo que não disponha de todos os mecanismos de suporte para auxiliá-lo nas múltiplas situações e decisões que se depara. Sendo que tal fato será explorado nas próximas discussões.

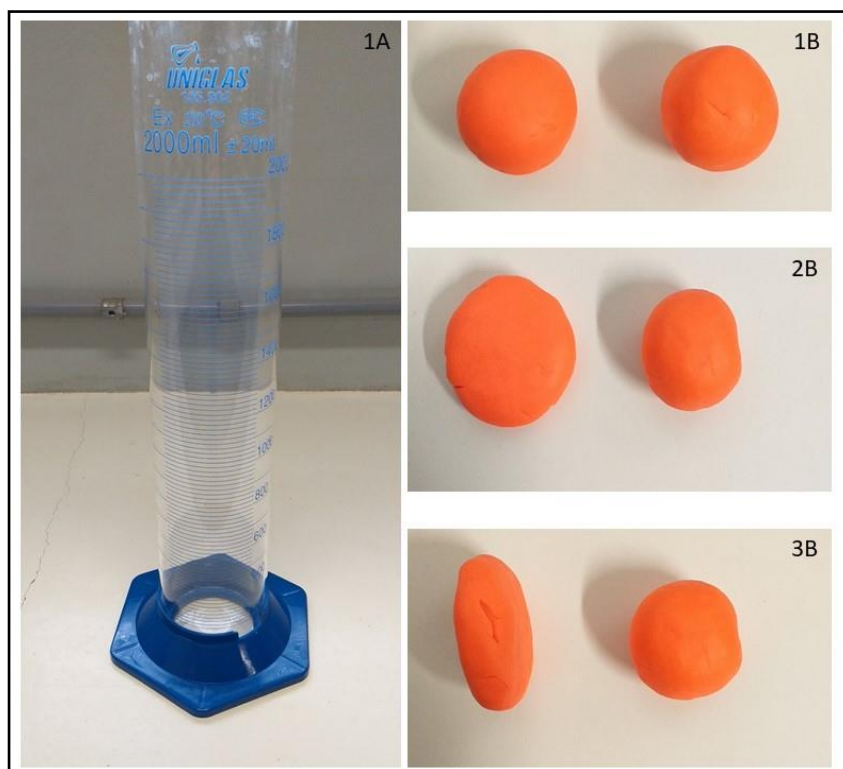
6.3 A PRIMEIRA COLETA DE DADOS INSPIRADA NO MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO

Como anteriormente citado, esta etapa visava entre outros, sondar alguns aspectos cognitivos dos sujeitos, dado o formato de aplicação das atividades, e, portanto, aqui serão apenas elencados alguns aspectos relevantes que se aproximam as teorias cognitivistas de Jean Piaget e Gérard Vergnaud. Tais aspectos serão investigados de maneira mais aprofundada na segunda etapa (entrevistas clínico críticas).

Cabe destacar que a aplicação destas atividades de sondagem, serviram também como um “termômetro” de como os alunos se comportariam, em relação as atividades em si, por se tratar de dois cursos da área de ciências exatas. O qual poderia fornecer indicativos sobre a necessidade de reavaliar a adoção destas atividades ou de outro conjunto de atividades mais robustas.

A primeira atividade, tratava-se de uma investigação acerca da conservação do volume, diferentemente da atividade aplicada na entrevista clínico crítica, no segundo momento da coleta de dados, esta atividade contou com uma modificação, sendo da esfera (Imagem 17 - 1B) para o formato achatado (Imagem 17 - 2B/3B), como é apresentado a seguir:

Imagem 17 – Atividade inspirada nas atividades operatórias piagetianas de conservação do volume.



Fonte: Os Autores

Para facilitar a visualização das respostas dos sujeitos, bem como da análise inicialmente desenvolvida neste momento, apresenta-se de forma compilada as respostas no Quadro 08, a seguir:

Quadro 08 – Respostas da atividade de conservação do volume da primeira coleta de dados

(continua)

Sujeito	Questão 01: O que vai ocorrer quando colocar-se esta esfera na proveta com água?	Questão 02: O que vai acontecer quando colocar-se este objeto no recipiente? Justifique sua resposta.
FIS01	<i>Depende da densidade da bolinha em questão, se a densidade da mesma for maior que a da água ela afunda, caso contrário, a mesma boia.</i>	<i>Considerando que a densidade é uma relação entre massa por volume ocupado, creio que por não ter mudado a massa da bolinha utilizada, ela afundará da mesma maneira que a primeira.</i>
FIS02	<i>A bola irá provocar uma variação de volume, deslocando uma certa quantidade de água.</i>	<i>Também irá deslocar uma quantidade de água, gerando uma variação de volume.</i>
FIS03	<i>Depende do material do qual a bolinha for constituída, ela boiará ou afundará e o nível da água irá subir.</i>	<i>Independentemente do aumento da superfície de contato ter aumentado a massa do objeto continuará a mesma, sendo assim ele ainda afundará e elevará a mesma do nível da água</i>
FIS04	<i>A bolinha vai afundar</i>	<i>Acredito que a bolinha também afundará</i>
FIS05	<i>A bolinha ao cair é incerto saber o que acontecerá devido ao fato de o que influencia neste caso é a sua densidade e se combinado com sua massa seu peso vencerá o empuxo</i>	<i>Como o volume variou mas o peso é o mesmo ele irá afundar como no outro caso e o volume deslocado da água será menor que a "bola" na água.</i>

Quadro 08 – Respostas da atividade de conservação do volume da primeira coleta de dados

(conclusão)

Sujeito	Questão 01: O que vai ocorrer quando colocar-se esta esfera na proveta com água?	Questão 02: O que vai acontecer quando colocar-se este objeto no recipiente? Justifique sua resposta.
FIS06	<i>Apenas observando-se pode se supor que a bolinha vai boiar pois sua “casca” não parece conter furos para adentrar água, só vai afundar se ele for mais denso que a água... não sei a densidade.</i>	<i>As bolinhas parecem do mesmo material, porém a estrutura está num formato diferente sendo assim é provável que boie... não sei a densidade</i>
FIS07	<i>Não conheço a massa nem o material de que a esfera é feita, suponho por puro chute, que a esfera boia, metade para fora do líquido, metade dentro do líquido.</i>	<i>Mesmo com a mudança de formato a massa afunda, porém a coluna de líquido deslocado pode ser menor.</i>
FIS08	<i>Além de molhada, vai afundar, devido a densidade</i>	<i>Além de molhada, como foi modificada sua forma, ela pode flutuar ou afundar, mas vai deslocar a água, mudando sua medida na proveta.</i>
FIS09	<i>Afunda por ter maior densidade</i>	<i>Ela também afundará, pois não houve nenhuma mudança, continua com a mesma densidade. Mesmo ocorrendo o achatamento ela continua com a mesma quantidade, assim, ocorrerá a mesma mudança de volume.</i>
FIS10	<i>A bolinha vai deslocar a coluna de água, dentro da proveta, ou seja o volume vai aumentar dentro dela (primeiro frasco)</i>	<i>No segundo caso o líquido quase não será deslocado, porque a massa é a mesma, mais a forma, que ela está deformada agora, sofrerá menos empuxo que a primeira, pois a área de contato com o líquido vai deslocar menos a coluna. (frasco 2).</i>
QUI01	<i>A bola irá afundar devido a densidade do objeto</i>	<i>A bola irá afundar também, não influenciando o formato do objeto. O nível subirá a mesma quantia.</i>
QUI02	<i>Dependendo da massa da bolinha ela pode afundar ou boiar, provavelmente afundar.</i>	<i>A bolinha amassada irá boiar acho que pelo empuxo.</i>
QUI03	<i>Dependendo da densidade da bolinha, ela pode mergulhar ou ficar boiando. Se ela descer, a força do empuxo irá deslocar o volume da bolinha igual o volume do líquido.</i>	<i>A bolinha amassada está mais concentrada e com menor área de contato, o nível não irá subir muito de água.</i>
QUI04	<i>Irá deslocar a água mostrando assim que a bolinha é “pesada”, se medirmos este deslocamento e soubermos o peso da bolinha, pode-se calcular a sua densidade</i>	<i>Vai boiar, se boiar não aumenta e nível da água, pois ele é menos denso.</i>
QUI05	<i>A bola irá afundar na água, pois possui uma massa e densidades maiores que a água elevando o nível da água.</i>	<i>A bola amassada, quando for submetida a proveta com água, ela deverá ficar mais ou menos na metade do recipiente, fazendo com que a água se eleve um pouco, a bola continua sendo mais densa que a água porém a sua superfície de contato aumentou, impedindo que afunde totalmente por causa da força do empuxo.</i>
QUI06	<i>Afundará, pois o material da bolinha é mais denso que a água, deslocando o nível do líquido.</i>	<i>Afundará, porém a superfície de contato é maior, o processo será mais lento</i>
QUI07	<i>A bolinha vai afundar</i>	<i>A bolinha vai afundar</i>
QUI08	<i>A bolinha quando colocada na água irá flutuar (boiar)</i>	<i>Após ser colocado na proveta o nível de água irá, ou seja ele irá aumentar, irá afundar, e ficará do mesmo nível do 1°.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Inicialmente, destacamos que os sujeitos apresentaram brechas, ou momentos, aonde uma exploração mais pontual seria interessante, como o sujeito QUI06 “afundará, porém a superfície de contato é maior, o processo será mais lento”, aonde poderíamos explorar os motivos e caminhos que o levaram a esta afirmação, identificando seus esquemas e invariantes operatórios. Também, observou-se que os sujeitos não apresentavam conhecimento prévio sobre esta atividade.

Portanto, a investigação por esta metodologia se mostrou promissora, o que corroborou para a aplicação também das atividades operatórias piagetianas no contexto do método clínico crítico, possibilitando explorar os percursos que levam o sujeito a determinada conclusão.

A seguir, serão discutidos alguns pontos relevantes observados nas falas apresentadas no Quadro 08, tanto do ponto de vista da Epistemologia Genética, quanto da TCC.

Segundo Piaget, a noção de conservação do volume, indica a “tomada de consciência dos resultados de uma abstração reflexionante” (PIAGET, 1995, p. 193), ou seja, indícios da presença das noções referentes à conservação do volume, permitem compreender que o sujeito apresenta uma estrutura abstrativa reflexionante que possibilita a retirada de qualidades de ações internas, não observáveis, possibilitando diferentes mecanismos e caminhos em resoluções de problemas. Como por exemplo:

Quando um adulto, cientista, em seu laboratório de física, infere que tempo e espaço são relativos, podemos imaginar quantas coordenações de ações ele realizou, de ações concretas e formais, de ações sobre ações anteriores, de operações sobre operações anteriores até à enésima potência, sem contar as coordenações que fizeram seus antecessores. Ele não retirou isso de observáveis. (BECKER, 2017, p. 374).

O sujeito retira tais qualidades das coordenações de ações, que se realizam internamente. E tal domínio interno, é de extrema importância, pois, indica que o sujeito faz uso de determinadas estruturas cognitivas disponíveis em determinados estágios do desenvolvimento cognitivo, como apresenta Becker (2017, p. 375):

No início do desenvolvimento cognitivo, a criança trabalha com abstrações empíricas – predominantes no período sensório-motor; no final desse período, aparecem as reflexionantes, de tipo pseudo-empíricas – predominantes no período pré-operatório; o avanço das abstrações reflexionantes marca o período operatório-concreto e, a fortiori, o operatório-formal, com abstrações refletidas, abstrações reflexionantes com tomada de consciência. A atividade científica caracteriza-se por trabalhar intensamente com abstrações refletidas, responsáveis pela construção de conceitos.

Podemos assim, compreender que a noção de conservação do volume, fornece indicativos por meio de abstração reflexionante que o sujeito, para esta situação, apresenta conduta condizente com o estágio operatório formal.

Portanto, as falas dos sujeitos:

“FIS02 - a bola irá provocar uma variação de volume, deslocando uma certa quantidade de água’ e ‘também irá deslocar uma quantidade de água, gerando uma variação de volume”.

“FIS03 ‘Independentemente do aumento da superfície de contato ter aumentado a massa do objeto continuará a mesma, sendo assim ele ainda afundará e elevará o mesmo do nível da água”.

“FIS09 ‘mesmo ocorrendo o achatamento ela continua com a mesma quantidade, assim, ocorrerá a mesma mudança de volume”.

“QUI01 ‘a bola irá afundar também, não influenciando o formato do objeto. O nível subirá a mesma quantia”.

“QUI08 ‘após ser colocado na proveta o nível de água irá subir, ou seja ele irá aumentar, irá afundar , e ficará do mesmo nível do 1º”.

Podem fornecer indícios de processos de tomada da noção de conservação do volume, aonde os mesmos retiraram de suas coordenações internas tais preposições, inferindo sobre a conservação do volume, e não dos observáveis, em decorrência do questionamento que origina tal coordenação ter sido realizado anteriormente a realização física da atividade.

Destacando-se que a real possibilidade de afirmação sobre tal noção, só é possível por meio da investigação clínico crítica em associação a outras atividades operatórias piagetianas, e discutias no item a porvir.

Em detrimento destas falas, observamos casos que dão indicativos de ausência da noção de conservação do volume, como:

“FIS05 - como o volume variou mas o peso é o mesmo ele irá afundar como no outro caso e o volume deslocado da água será menor que a ‘bola’ na água”.

“FIS06 - as bolinhas parecem do mesmo material, porém a estrutura está num formato diferente sendo assim é provável que boie... não sei a densidade”.

“FIS10 - no segundo caso o líquido quase não será deslocado, porque a massa é a mesma, mais a forma, que ela está deformada agora, sofrerá menos empuxo que a primeira, pois a área de contato com o líquido vai deslocar menos a coluna. (frasco 2)”.

“QUI03 - a bolinha amassada está mais concentrada e com menor área de contato, o nível não irá subir muito de água”

“QUI05 - a bola amassada, quando for submetida a proveta com água, ela deverá ficar mais ou menos na metade do recipiente, fazendo com que a água se eleve um pouco”

Portando, estas frases dão indícios da possibilidade de se aprofundar na investigação sobre a noção de conservação do volume. Fato explorado na entrevista clínico crítica.

Quando observamos os resultados desta coleta preliminar pelas lentes da TCC, observamos que os sujeitos põem em uso, determinados esquemas que se mostram efetivos para eles mesmos, mas nem sempre para o campo conceitual ao qual a atividade pertence, como já descrito anteriormente, acerca das aproximações entre as atividades operatórias piagetianas e as experimentações didáticas.

Na afirmação do sujeito FIS05 “a bolinha ao cair é incerto saber o que acontecerá devido ao fato de o que influencia neste caso é a sua densidade e se combinado com sua massa seu peso vencerá o empuxo” pode-se observar que o sujeito ao se deparar com a situação dada, evoca um conjunto de esquemas (densidade, massa, peso, empuxo) que tentem a entrar em conflito, devido a sua não efetividade “incerto saber o que acontecerá”, destacando neste caso que os invariantes operatórios envolvidos poderiam ser explorados de maneira mais efetiva por meio de uma entrevista clínico crítica.

Na segunda etapa da atividade, pode-se inferir que o sujeito sofreu um desequilíbrio, levando-o a seguinte afirmação “como o volume variou mas o peso é o mesmo ele irá afundar como no outro caso e o volume deslocado da água será menor que a ‘bola’ na água.”, apesar do sujeito conseguir eleger um esquema dentre os que estavam em conflito, o mesmo elege um esquema não efetivo perante o campo conceitual que a atividade se encontra, destacada por sua não conservação do volume em relação a forma alterada.

Sendo que tal fato se repete em outros sujeitos como FIS06, FIS07, QUI02, QUI03, entre outros. Porém, observamos casos como FIS03 “independentemente do aumento da superfície de contato ter aumentado a massa do objeto continuará a mesma, sendo assim ele ainda afundará e elevará o mesmo do nível da água”, que faz uso de um esquema efetivo, apresentando aparatos necessários para a finalização da situação, automatizando o processo ao inferir com base nos aspectos da primeira etapa da atividade, o que ocorrerá no segundo momento.

Os esquemas não efetivos que foram supracitados podem ter suas origens nos invariantes operatórios do tipo teoremas-em-ação, que podem ser verdadeiros ou falsos, e neste caso, sendo verdadeiros para os sujeitos, porém falsos perante o campo conceitual ao qual pertencem. Quando um sujeito utiliza de um esquema ineficaz em determinada situação, a experiência o conduz a mudar ou alterar o esquema, e que tal processo, assim como indicado na teoria piagetiana, se torna central na adaptação das estruturas cognitivas de assimilação e acomodação, e que este por sua vez pode produzir conhecimento ou descobertas no sujeito, acerca de terminada situação ou conjunto das mesmas (Vergnaud, 1990), sendo que

investigações dessa complexidade serão discutidas a porvir, nas entrevistas clínico críticas piagetianas.

A segunda atividade aplicada aos sujeitos investigados, é inspirada nas operações combinatórias, e de forma muito semelhante a que foi aplicada na entrevista clínico crítica. Pode-se destacar em primeiro momento que os sujeitos utilizaram nesta primeira etapa mais formas de expressões gráficas do que fora encontrado na segunda aplicação, tal fato se deve, pois, na segunda aplicação os sujeitos estavam expressando-se verbalmente sobre os teoremas-em-ação que estavam fazendo uso para a resolução, fato aqui não possível, em decorrência da aplicação coletiva, o que levou a utilização das expressões gráficas.

Portanto, apresenta-se a seguir, um compilado de algumas resoluções desenvolvidas pelos sujeitos, em seguida, reúne-se no Quadro 09, todas as respostas referentes a segunda atividade, para posterior discussão.

Imagem 18 – Resolução sujeito QUI08

The image shows handwritten mathematical work by subject QUI08, divided into several sections:

- Top Left:** "3 cores (ou seja três combinações) 6 cartas" with a list: AL, LV, VA.
- Middle Left:** A table with "4 cores" on the left and "6 cores" on the right. The middle column lists combinations: AR, LR, VR, VA, VL, LA. The right column lists combinations: MV, ML, MV, MR, MA, VL, VV, VR, VA. To the right of this table is the text "15 combinações 30 cartas".
- Bottom Left:** "5 cores" with a list: VL, VR, VV, VA, LR, LV, LA, RV, RA, VA. To the right is "10 combinações 20 cartas".
- Bottom Right:** A scribbled-out area.
- Top Right:** A series of equations: "6 cores — 15 comb.", "10 cores — x", "nc = 25 comb.", "15 comb. — 30 cartas", "25 comb. — x", "nc = 50 cartas".
- Middle Right:** "6 cores — 15 comb.", "150 cores — nc", "x = 375 comb.", "15 comb. — 30 cartas", "375 comb. — x = 750 cartas".
- Bottom Right:** "não usei as estas cartas, mas tentei fazer. isso não foi difícil responder."

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.


Imagem 19 – Resolução sujeito QUI06

<p>A L V</p> <ul style="list-style-type: none"> • AL • LV • LA • VL • AV • VA <p>12 cartas 6-pares</p>	<p>10 cores ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩</p> <p>90-pares 180 cartas</p>																
<p>A L V R</p> <ul style="list-style-type: none"> • AL • LA • VA • RA • AV • LV • VL • RL • AR • LR • VR • RV <p>24 cartas 12 pares</p>	<p>150 cores</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">2</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">150</td> <td style="text-align: right;">22.350</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">x149</td> <td style="text-align: right;">+22.350</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">1350</td> <td style="text-align: right;">44.700 cartas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">600+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">150++</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">22.350 pares</td> <td></td> </tr> </table>	2	1	4		150	22.350	x149	+22.350	1350	44.700 cartas	600+		150++		22.350 pares	
2	1																
4																	
150	22.350																
x149	+22.350																
1350	44.700 cartas																
600+																	
150++																	
22.350 pares																	
<p>A L V R Ve</p> <ul style="list-style-type: none"> • AL • LA • VA • RA • VeA • AV • LV • VL • RL • VeL • AR • LR • VR • RV • VeV • AVe • LVe • VVe • RVe • VeR <p>40 cartas 20 pares</p>	<p>Não achei difícil, porém existe a fórmula de combinação, a qual não recordo.</p>																
<p>A L V R Ve M</p> <ul style="list-style-type: none"> • AL • LA • VA • RA • VeA • MA • AV • LV • VL • RL • VeL • ML • AR • LR • VR • RV • VeV • MV • AVe • LVe • VVe • RVe • VeR • MR • AM • LM • VM • RM • VeM • MVe <p>60 cartas 30 pares</p>																	


Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Imagem 20 – Resolução sujeito FIS07

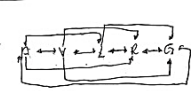
③ Podemos criar 3 duplas com n = 3 cores. Usaria 6 fichas de cores.
 R = vermelho
 V = verde
 L = laranja



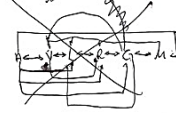
④ 6 duplas com n = 4 cores. 12 fichas de cores.



⑤ 10 duplas. 20 fichas. G = Verde.



⑥



14 duplas
28 fichas.

⑦ Para 10 cores

1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">12 23</td> <td style="text-align: right;">24 45</td> <td style="text-align: right;">56 67</td> <td style="text-align: right;">78 89</td> <td style="text-align: right;">910</td> <td style="text-align: right;">45 duplas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">13 24</td> <td style="text-align: right;">35 46</td> <td style="text-align: right;">57 68</td> <td style="text-align: right;">79 810</td> <td style="text-align: right;">910</td> <td style="text-align: right;">90 fichas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">14 25</td> <td style="text-align: right;">36 47</td> <td style="text-align: right;">58 69</td> <td style="text-align: right;">710</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">15 26</td> <td style="text-align: right;">37 48</td> <td style="text-align: right;">59 610</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">16 27</td> <td style="text-align: right;">38 49</td> <td style="text-align: right;">510</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">17 28</td> <td style="text-align: right;">39 510</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">18 29</td> <td style="text-align: right;">410</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	12 23	24 45	56 67	78 89	910	45 duplas	13 24	35 46	57 68	79 810	910	90 fichas	14 25	36 47	58 69	710			15 26	37 48	59 610				16 27	38 49	510				17 28	39 510					18 29	410					19						20					
12 23	24 45	56 67	78 89	910	45 duplas																																																	
13 24	35 46	57 68	79 810	910	90 fichas																																																	
14 25	36 47	58 69	710																																																			
15 26	37 48	59 610																																																				
16 27	38 49	510																																																				
17 28	39 510																																																					
18 29	410																																																					
19																																																						
20																																																						

⑧ Para 150 cores.
 25
 15
 45
 75
 600
 675
 1350

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Imagem 21 – Resolução sujeito FIS01

③ Podemos utilizar análise combinatória nesta questão. Podemos montar um arranjo. $A_2^3 = 3 \cdot 2 = 6$ combinações possíveis
6 cartas

④ Podemos continuar usando arranjo. $A_2^4 = 4 \cdot 3 = 12$ combinações possíveis
12 cartas

⑤ Utilizando a estratégia anterior: $A_2^5 = 5 \cdot 4 = 20$ combinações possíveis
20 cartas

⑥ $A_2^6 = 6 \cdot 5 = 30$ combinações possíveis
30 cartas

10 curos 150 curos

Utilizando análise combinatória:
 $A_2^{10} = 10 \cdot 9 = 90$ combinações possíveis

$A_2^{150} = 150 \cdot 149 = 22350$ combinações possíveis.

Não são números de cartas.

$$\begin{array}{r} 150 \\ \times 149 \\ \hline 1350 \\ 15000 \\ \hline 22350 \end{array}$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Imagem 22 – Resolução sujeito FIS09

3 duplas
6 fichas
4 em cada dupla 2 fichas

Amarelo - A
laranja - L
vermelho - V

5 duplas
10 fichas
4 em cada dupla 2 fichas

Amarelo - A
Cinza - Z
laranja - L
vermelho - V

10 duplas
20 fichas
4 em cada dupla 2 fichas

Amarelo - A
Cinza - Z
laranja - L
vermelho - Vm
verde - Vd

15 duplas
30 fichas
4 em cada dupla 2 fichas

Amarelo - A
Cinza - Z
laranja - L
verde - Vd
vermelho - Vm
marrom - R

10 curos: 10 curos

340 curos + 550 curos = 890 curos

100 curos

99 100

80 148

70 148

60 147

50 146

40 145

30 144

20 143

10 142

470 140

(16545)

100 curos

100 5000

+ 40 30

5000 5000

10 505

101 5505 no centenas (100-150)

1010 1480

1010 1480

1480 150 curos

50 x 3 = 150

150 curos

16545

Prático, mas se torna complicado quando não se lembra a fórmula.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Estas cinco resoluções supracitadas (sendo duas do curso de Licenciatura em Química e três do curso de Licenciatura em Física), foram escolhidas em decorrência da riqueza de detalhes que apresentam, não que as demais não contenham, porém, ou se aproximam destas apresentadas, ou são em formato textual. Assim, tais imagens vem ao encontro do leitor, visando exemplificar as discussões que serão apresentadas, lembrando que as discussões mais aprofundadas serão realizadas no tópico das entrevistas clínico críticas com os sujeitos.

A seguir, apresenta-se no Quadro 09, todas as respostas desta atividade, sendo demonstrado o número fichas disponibilizadas para o sujeito, e qual o valor de combinações possíveis que o mesmo encontrou, bem como o número de fichas apontado para montar todas essas combinações. Estão em destaque, os sujeitos que tiveram as resoluções apresentadas nas imagens (19 a 22), supracitadas.

Quadro 09 – Respostas da atividade de operações combinatórias da primeira atividade

Sujeito	03 fichas	04 fichas	05 fichas	06 fichas	10 fichas	150 fichas
FIS01	6 pares 6 fichas	12 pares 12 fichas	20 pares 10 fichas	30 pares 30 fichas	90 pares ** fichas	22.350 pares ** fichas
FIS02	6 pares 9 fichas	9 pares 18 fichas	13 pares 26 fichas	18 pares 36 fichas	** pares ** fichas	** pares ** fichas
FIS03	3 pares 6 fichas	5 pares 10 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	35 pares 70 fichas	** pares ** fichas
FIS04	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	** pares ** fichas	** pares ** fichas
FIS05	6 pares 12 fichas	6 pares 16 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	45 pares 90 fichas	149 pares 298 fichas
FIS06	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	** pares ** fichas	** pares ** fichas
FIS07	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	14 pares 28 fichas	45 pares 90 fichas	675 pares 1.350 fichas
FIS08	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	55 pares 90 fichas	** pares 22.350 fichas
FIS09	3 pares 6 fichas	5 pares 10 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	46 pares ** fichas	16.545 pares ** fichas
FIS10	3 pares 9 fichas	3 pares 12 fichas	4 pares 20 fichas	5 pares 30 fichas	4.396.800 pares ** fichas	** pares ** fichas
QUI01	3 pares 6 fichas	4 pares 8 fichas	12 pares 16 fichas	17 pares 26 fichas	30 pares ** fichas	** pares ** fichas
QUI02	3 pares 3 fichas	6 pares 4 fichas	10 pares 5 fichas	16 pares 6 fichas	** pares ** fichas	** pares ** fichas
QUI03	6 pares 18 fichas	12 pares 48 fichas	20 pares 100 fichas	30 pares 180 fichas	90 pares 900 fichas	58.350 pares 6.131.750 fichas
QUI04	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	25 pares 50 fichas	375 pares 750 fichas
QUI05	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	9 pares 90 fichas	149 pares 22.350 fichas
QUI06	6 pares 12 fichas	12 pares 24 fichas	20 pares 40 fichas	30 pares 60 fichas	90 pares 180 fichas	22.350 pares 44.700 fichas
QUI07	3 pares 6 fichas	20 pares 24 fichas	115 pares 120 fichas	714 pares 720 fichas	2 822.390 pares 2.822.400 fichas	** pares ** fichas
QUI08	3 pares 6 fichas	6 pares 12 fichas	10 pares 20 fichas	15 pares 30 fichas	25 pares 50 fichas	375 pares 750 fichas

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

Legenda: ** Não realizaram a atividade proposta.

A primeira característica que pode-se apontar, ao se olhar para este quadro de uma maneira generalista, recai sobre a dificuldade dos sujeitos em se passar da resolução com as fichas (físicas) para as antecipações apenas com números (10 cores e 150 cores), não

apresentando resoluções, ou quando apresentam, com números diversos uns dos outros. Destacando-se assim que o sujeito não apresentou um domínio, neste momento, para os sistemas de permutação, dificultando seu trabalho com o real e o possível.

Portando, tais indícios fornecem fortes indicativos para a investigação acerca das operações hipotéticas-dedutivas, pois são operações requisitadas neste tipo de situação. Principalmente ao observar-se alguns comentários dos sujeitos, quando questionados sobre esta atividade:

“FIS05 - achei intermediário a dificuldade”.

*“FIS04 - terei muito trabalho”.*⁴⁰

*“FIS06 - o cálculo é meio extenso”*⁴¹

“FIS08 - foi bom, mas meio complicadinho no final”.

“FIS10 - sem condições de ser feito, sem o objetivo principal! Não compreendi como fazer, bem difícil sem saber se posso utilizar as combinações de cores primárias, secundárias e terciárias”.

“QUI02 - não sei realizar com 150. Não lembro. Não é difícil realizar, são conceitos básicos, só não lembro”.

“QUI03 - provavelmente foi errado, pois não lembro conceitos de análise combinatória, mas entendo que existe uma forma fácil (não manual) de resolver”.

“QUI04 - se tiver certo, não foi difícil não!”.

“QUI06 - não achei difícil, porém existe a fórmula de combinação, a qual não recordo;

“QUI07 - achei complicado resolver, também por ser sem calculadora”.

“QUI08 - não sei se está correto, mas tentei fazer. Não foi difícil responder”.

O que pode-se inferir destas frases, associadas as respostas observadas, é que os sujeitos atribuem a sua não habilidade na resolução da atividade a diversos fatores, como falta de calculadora e não lembrar-se de fórmulas necessárias, porém, em nenhum momento evocam mecanismos próprios para resolução da atividade proposta, ou seja, não realizam uma sistematização do processo.

Sendo que este fato é de extrema importância, pois, de acordo com Fermiano, a utilização de tal sistema de permutação e sistematização de operações:

[...] coincidem com o início da dissociação entre o real e o possível, e, a constituição de operações de segunda potência. Esse tipo de raciocínio é característico do período formal, o período das operações hipotético-dedutivas, em que o sujeito considera as

⁴⁰ Justificativa do sujeito para a não execução da solicitação para 10 cores e 150 cores.

⁴¹ Justificativa do sujeito para a não execução da solicitação para 10 cores e 150 cores.

proposições de uma hipótese e daí passa a fazer as deduções necessárias. (FERMIANO, 2000, p. 83).

Também observa-se que os sujeitos, mesmo com a disponibilidade do material concreto, utilizam de sistemas de representações simbólicas extras para organizar e gerir seus pensamentos, como o sujeito QUI06 (Imagem 19), que além das fichas, desenvolve códigos simplificados para contagem manual das combinações (A-L; L-A; A-V; V-A; L-V; e V-L). Porém, mesmo com estes múltiplos sistemas em atuação simultaneamente, o sujeito não sistematizou a operação necessária para a realização das previsões solicitadas, ou seja, as operações ainda são em partes concretas, envolvendo objetos e transformações reais (PIAGET, 2002).

Ao se pensar neste conjunto de atividades sob uma perspectiva verghaudiana, destaca-se as representações simbólicas dos sujeitos, muito podem evidenciar sobre os esquemas evocados, pois a interação situação-esquema é a fonte primária das representações simbólicas (MOREIRA, 2002, p. 18), e como tal, “podem ser usadas para pontuar e representar os invariantes operatórios”. (SANTANA, 2012, p. 33).

Ainda de acordo com Santana (2012, p. 32) “este modelo pode ser correto ou não, pode ser vago, confuso, incompleto, mas é, sobretudo, funcional para quem o está construindo e pode ser modificado até atingir sua funcionalidade”, tal como é observado na Imagem 22, sujeito FIS09, ao aprimorar seu modelo ao decorrer da atividade, sendo que nas 4 primeiras situações apresentou um sistema de combinação e eliminação de pares repetidos, e na situação de 10 cores (hipotético-dedutiva) lançou mão da regra “cada vez que você faz uma dupla você retira uma cor da próxima”, e por fim, expressa-se “é prático, mas se torna complicado quando não se lembra a fórmula”.

Caso semelhante acontece com o sujeito FIS07 (Imagem 20), que desenvolve seu sistema simplificado de códigos para contagem manual das combinações (A-L; L-A; A-V; V-A; L-V; e V-L), já anteriormente mencionado, e que utiliza em substituição a fórmula que não é recordada, e que neste momento, para este caso, é funcional.

Estes casos supracitados, bem como em todo o conjunto de imagens apresentados desta atividades, vem ao encontro da compreensão de que, o sujeito usa representações muito particulares, que referem-se aos invariantes operatórios que o mesmo encontra disponível, ou, se for o caso, uma situação nova, fará uso dessas representações a fim de planificar e controlar a situação, até que disponha de completo domínio sobre ela.

Por fim, cabe destacar que esta atividade expressou os diferentes invariantes operatórios do tipo teoremas-em-ação, que o sujeito utiliza para com a atividade que se depara,

como por exemplo análise combinatória, somatórias, contagem manual, regras de três, entre outros.

Contudo, são condições para estas duas atividades em específico, qualquer afirmação acerca da permanência do sujeito em um determinado estágio cognitivo, necessita de maiores evidências e investigações, aqui apenas oferece-se uma inquietação sobre os possíveis problemas que devem ser investigados com maior profundidade.

Por fim, destaca-se que para além das evidências levantadas nesta coleta de dados iniciais, observou-se que alguns sujeitos não compreenderam as atividades em si, e é neste momento que entra em contexto a importância de uma entrevista baseada no método clínico crítico, pois possibilita ao entrevistador realizar os questionamentos de uma maneira acessível ao entrevistado, possibilitando assim, que suas estruturas cognitivas tornassem-se acessíveis.

6.4 A COLETA DE DADOS COM BASE NO MÉTODO CLÍNICO CRÍTICO E NAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS

A seguir, será discutido com maior profundidade os aspectos cognitivos anteriormente apontados, com base em quatro entrevistas clínico críticas, com a realização de três atividades operatórias piagetianas.

Os sujeitos que participaram desta entrevista foram: FIS01; FIS06; QUI02 e QUI03. Para uma melhor descrição e discussão dos resultados, optou-se por organizar os tópicos conforme as atividades operatórias piagetianas, ou seja, em três momentos, correspondendo as três atividades aplicadas.

Sendo que para a transcrição das falas dos sujeitos, utilizou-se as normas de transcrição de Rosa (2013, p. 168) descritas a seguir, no Quadro 12.

Quadro 12 – Normas de transcrição das atividades piagetianas

(continua)

Normas para transcrição de falas.	Sinais	Exemplificação
Incompreensão de palavras ou segmentos	()	do nível de renda... () nível de renda nominal...
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)	(estou) meio preocupado (com o gravador)
Truncamento (havendo homografia, usa-se acento indicativo da tônica e/ou timbre)	/	e comé/ e reinicia
Entoação enfática	maiúscula	porque as pessoas reTÊM moeda
Prolongamento de vogal e consoante (como s, r)	:: podendo aumentar para ::: ou mais	ao emprestarem os... éh::: ...o dinheiro

Quadro 12 – Normas de transcrição das atividades piagetianas

(conclusão)

Normas para transcrição de falas.	Sinais	Exemplificação
Silabação	-	por motivo tran-sa-ção
Interrogação	?	e o Banco... Central... certo?
Qualquer pausa	...	são três motivos... ou três razões... que fazem com que se retenha moeda... existe uma... retenção
Comentários descritivos do transcritor	((minúsculas))	((tossiu))
Comentários que quebram a sequência temática da exposição; desvio temático.	-- --	... a demanda de moeda -- vamos dar essa notação -- demanda de moeda por motivo
Superposição, simultaneidade de vozes.	{ ligando as linhas	A. na { casa da sua irmã B. sexta-feira? A. fizeram { lá... B. cozinham lá?
Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida em determinado ponto. Não no seu início, por exemplo.	(...)	(...) nós vimos que existem...
Citações literais ou leituras de textos, durante a gravação	""	Pedro Lima... ah escreve na ocasião... "O cinema falado em língua estrangeira não precisa de nenhuma baRREIra entre nós"....

Fonte: Rosa, 2013, p. 113.

Adotou-se como padrão para a transcrição das entrevistas, o indicador “A” em negrito para o entrevistador, e o indicador “B” sem negrito, para os entrevistados.

6.4.1 Atividade Operatória Piagetiana de Conservação do Volume

Diferentemente da atividade aplicada no primeiro momento da coleta de dados, nesta aplicação os sujeitos foram conduzidos a quatro alterações em relação ao formato inicial da massa de modelar, sendo eles: a esfera; o cilindro; a pizza; e quatro esferas menores (Imagem 14 - A, B, C, D respectivamente). Proporcionando assim, um maior conjunto de fatos para a exploração das estruturas cognitivas, bem como, possibilidade de avaliação conforme os critérios de desempenho adotados, baseados na dissertação de mestrado da pesquisadora Fermiano (2000).

De acordo com Piaget, as noções de conservação de substância, peso e volume, surgem respectivamente no sujeito, com linhas de evoluções distintas, e que por tal, podem ser constatadas mediante a observação do sujeito em determinadas atividades. Como por exemplo a conservação do peso e do volume, enquanto uma propriedade invariante durante a alteração da forma (GOULART; PIAGET, 1996), porém, destaca-se que tal conclusão ocorre de maneira generalista e arbitrária, pois, a inclusão efetiva de grandezas espaciais (comprimento, pressão, densidade, peso relativo, entre outros) só ocorre no estágio seguinte (operações formais). Se o

indivíduo apresenta ausência destas três noções de conservação (substância, peso e volume), pode ser considerado como um forte indicativo do estágio pré-operatório ou Nível I, conforme a categorização adotada.

As propriedades de conservação são fortes indicativos da presença de estruturas operatórias no sujeito, relacionando-se com o fechamento das estruturas e a transitividade. Sendo que a transitividade se manifesta no estágio operatório concreto, pois, é neste estágio que o sujeito apresenta estruturas capazes de comportar a relação $A \leq C$, admitindo que algum componente de A se conserva até C.

Uma estrutura fechada do sistema no sujeito, pode ser demonstrada quando “[...] o sujeito não recorre a medida alguma para avaliar as variações e só julga a priori, e de maneira puramente dedutiva, sua compensação [...]” (PIAGET, 2002, p. 35). Portanto, a conservação permite ao sujeito compreender que alterações de forma não alteram a quantidade dos objetos ou substâncias. (GOULART; PIAGET, 1996).

Quando tais propriedades estão presentes no sujeito, mas não de maneira integral, sinalizam indícios de entrada no estágio operatório concreto, por exemplo, quando o sujeito admite a conservação da substância, mas não a do peso e volume, localizando-se no Nível IIA, da categorização adotada. Quando o sujeito, por sua vez, admite a conservação do peso, mas não do volume, que muda conforme a forma e a posição do objeto, ou quando admite a conservação do volume justificando-se no peso para a mudança no nível da água, o sujeito encontra-se no primeiro subestágio das operações concretas, ou Nível IIB.

O conjunto de operações (propriedades de conservação), que indicam a presença de estruturas operatórias, demonstram um avanço para o sujeito, em relação aos estágios anteriores, como o pré-operatório. Sendo que a abstração reflexionante é um dos elementos que compõem a concretização deste avanço, pois, possibilita a retirada de qualidades de ações internas, não observáveis, possibilitando ao sujeito diferentes formas de resoluções para atividades com que se depara.

Com este avanço proporcionado no estágio das operações concretas, acerca das noções de conservação, dão-se origem duas espécies de estruturas, as “operações lógico-matemáticas” e as “operações infralógicas”, sobre esta última, retomamos Borba, quando destaca que:

[...] dizem respeito às conservações físicas (quantidade de matéria, peso e volume) e a constituição do espaço (conservação de comprimento, superfície, perímetro, horizontais, verticais, etc.). Portanto, sendo as operações infralógicas constitutivas do objeto enquanto tal, resultam na construção de invariantes físicas (substância, peso e volume) e invariantes espaciais (comprimento, superfície, estabelecimento de verticais, horizontais, etc.) indispensáveis ao funcionamento das estruturas lógicas. (BORBA, 1995, p. 74).

Tais operações infralógicas são dominadas pelo sujeito no segundo subestágio das operações concretas, quando o sujeito inicia o processo de domínio de coordenações e processos em diferentes dimensões, possibilitando a formação de um sistema completo.

Contudo, observa-se a necessidade dos sujeitos, que estão no estágio das operações concretas, incidirem diretamente sobre os objetos, ou seja, agir sobre eles. E para os que encontram-se no final deste estágio, mais precisamente o segundo estágio das operações concretas, ocorre a preparação para a evolução para o estágio seguinte, por meio do aumento das lacunas entre os processos mentais, pois “novos desequilíbrios preparam, de certo modo, a reequilibração do conjunto que caracterizará o estágio seguinte e do qual se vislumbram, por vezes, alguns esboços intuitivos”. (PIAGET, 2002, p. 42).

Porém, a admissão da conservação do volume pelo sujeito, não ocorre em um único momento, sendo que o início do domínio das operações infralógicas, que caracteriza o avanço das estruturas cognitivas do sujeito, são observadas com a admissão de tal conservação em alguns casos, portanto, Nível IIIA das categorias adotadas. Quando o sujeito apresenta um completo domínio sobre essa conservação, admitindo e a justificando logicamente em qualquer situação, encontra-se no Nível IIIB, o que permite, como supracitado, uma preparação para o estágio seguinte, pois este domínio permite que o sujeito elabore “esboços intuitivos” como destacou Piaget (2002, p. 42).

Portanto, destacamos que a investigação acerca das noções de conservação de volume, podem dar indicativos de que o sujeito faz uso de determinadas estruturas mentais para a resolução do problema, e inferir que, para este contexto, há predominância deste determinado conjunto de estruturas, e que apoiado nas demais atividades pode predizer muito sobre o sujeito investigado.

A seguir, serão apresentadas as categorizações dos sujeitos conforme os níveis adotados, incluindo por sua vez, trechos da entrevista que fundamentam tal escolha.

Com base no supracitado, e nas transcrições dos sujeitos, observou-se que nenhum dos quatro entrevistados estavam presentes nos dois primeiros níveis, sendo o Nível I e IIA. Contemplando estágios mais primitivos do desenvolvimento cognitivo.

Observou-se no Nível IIB, a presença de um único sujeito.

A entrevista deste sujeito, FIS01, foi segregada em dois momentos, teórico e prático. No momento teórico, correspondente as questões sobre o que ocorreria em cada situação da atividade, o sujeito em questão adotou como linha de resolução um único modelo, sendo:

A: [...] a gente vai dar o nome dessa esfera aqui de A tá... esfera A... e esfera B... para ficar mais fácil de a gente trabalhar com elas... se pegasse a esfera A e colocá-la dentro da proveta... o que você acha que vai acontecer?

B: ((pensativa)) não sei... ((risos tímidos))... eu to confusa por causa da densidade dela... mas... eu acho que... boia...((tom/expressão de dúvida))

A: vai boiar?

B: acho que sim...

E assim, o sujeito respondeu sobre todas as modificações, em função da densidade, e por conseguinte o não deslocamento da água, como ela mesma afirma “pelo mesmo princípio que eu acho que não vai alterar a densidade pelo formato...”. Para que fosse possível investigar a conservação do volume, neste caso, o entrevistador estruturou um determinado momento, em que pudesse causar um desequilíbrio no sujeito, a fim de, visualizar quais os aspectos que o sujeito evocaria. Sendo tal momento a parte prática, realizada neste caso, com esta finalidade, como destaca-se a seguir:

A: [...] tá... é:: então agora que a gente já chegou nesse ponto... você quer testar?

B: quero... ((risos)) tava ansiosa já... ((coloca a esfera maior na proveta)) é:: ((tom de surpresa)) ((não espera as instruções para colocar a esfera na proveta, colocando de forma abrupta, o que faz com que se projete água para fora da proveta))

A: o que aconteceu?

B: ela afundou

A: ela afundou?

B: ((inserindo a primeira esfera das que foram divididas em quatro menores)) ... afundou também... ((tom de surpresa ao observar que a primeira esfera das quatro menores também afunda, assim como a esfera maior)) ((inserindo o restante das esferas menores))

A: é:: por que ela afundou?

B: porque a densidade é maior...

A: a densidade é maior... e o que aconteceu com o líquido?

B: se deslocou...

A: se deslocou mais... menos... igual...

B: essa aqui... deslocou mais... ((indicando a proveta com as quatro esferas menores, e que havia projetado menos água para o exterior))

A: por que você acha que ela deslocou mais?

B: ((pensativa/observando as provetas))... eu acho que porque ela está ocupando um espaço maior... não sei...

Neste momento, é possível visualizar a não conservação do volume pelo sujeito, sendo que em seguida, o mesmo é questionado e percebe a diferença causada pelo líquido projetado para o exterior da proveta. Porém, tal conclusão não foi suficiente para o sujeito, que volta a justificar conservação do volume em função do peso, ou não admite tal conservação em todos os casos, como é destacado a seguir:

A: então o que você acha? vai deslocar mais... ou menos... ou a mesma quantidade?

B: é... acho que agora... mais ou menos a mesma quantidade... ((constatou de forma empírica ao observar ambas as provetas e ver que havia respingado água para fora))

A: a mesma quantidade... por quê?

B: porque ((risos)) a massa é igual
A: a massa é igual?
 B: é... ((risos)) ()
A: e isso se aplica a todos os casos que a gente viu? por exemplo o da pizza...
 B: ((pensativa)) eu acho que não...
A: por quê?
 B: porque a pizza vai ocupar um espaço menor...
A: por que que você acha que ela ocupa um espaço menor?
 B: ((pensativa)) por causa. do formato... não sei... ((tom de dúvida))

E novamente neste trecho da entrevista, quando não admite a conservação do volume conforme a posição do objeto, a pizza neste caso:

A: a pizza... você acha que ela deslocaria... mais... menos... ou igual?
 B: é a pizza que está me dando...
A: por quê?
 B: (não sei)... ((tom de dúvida))
A: lembre do mesmo princípio ((interrompido no meio da frase))
 B: porque agora eu to pensando no formato... na pizza eu penso no formato... porque... a pizza era... é muito diferente dos três casos que a gente fez... então... mas seguindo a lógica... eu acho que seria a mesma coisa também...
A: uhum... por que você acha que ela é muito diferente dos outros dois casos?
 B: é porque a pizza esta... achatadinha...
A: hum... e você acha que...
 B: aí se eu mudar ela... ela fica parecida...
A: uhum... e você acha que pelo fato de ela estar mais achatada ela diminui a quantidade de massa?
 B: hum... não... ((tom de dúvida/observando os materiais))
A: como...
 B: mas é que ela diminui... a... como se eu pensar nela... assim digamos... ((a pizza na horizontal))
A: uhum
 B: ((demonstrando))... ela... pensando aqui não teria a mesma altura ((pizza na horizontal)) mas tipo se inverter ela... ela ficaria... semelhante ((pizza na vertical))
A: uhum... é:: se for pensar como você resolveu o problema anterior? qual foi a analogia que você usou para o cilindro?
 B: que continha os mesmos dados... tecnicamente... mesma massa...
A: exato... e para a pizza?
 B: ((risos)) a pizza me confundiu um pouco... a pizza também vai continuar a mesma coisa...

Observou-se no Nível IIIA, a presença de três sujeitos, sendo os entrevistados QUI02 e QUI03, e FIS06.

Inicialmente, o sujeito QUI02 apresentou a noção de conservação do volume, para o caso da esfera, como destaca-se a seguir:

A: uhum... agora vamos pensar o seguinte com a esfera A... que é a azul... se eu colocar ela dentro da proveta... o que você acha que vai acontecer?
 B: com a esfera? e não com ()
A: isso... se eu colocar:: a esfera de massinha dentro da proveta
 [...]
A: tá... então... se ela afundar... você acha que a água vai deslocar mais... menos... não vai deslocar nada... o que você acha que acontece com o volume...
 B: ah... o volume ele aumenta um pouco...
A: aumenta um pouco?

B: aham... ele aumenta considerável a massa da... da... da esfera
A: da esfera?
 B: uhum... só um pouquinho ((indicando com os dedos polegar e indicador, que a quantidade de água deslocada seria mínima))
A: tá... é:: e seu eu colocar a esfera B...
 B: é:: acho que a mesma coisa... se elas tiverem a mesma massa
A: uhum... a mesma coisa que você diz é o deslocamento da água?
 B: aham... [...]

Porém, não o admitiu para todos os casos, como observa-se nos seguintes trechos:

A: tá... então agora a gente vai fazer uma pequena modificação... é:: com essa esfera B... eu vou pedir para você transformar ela num cilindro... semelhante ao que estava inicialmente...
 B: ((fazendo a transformação)) é:: um salsichinha ((risos))
A: ((risos)) sim... tá... e agora se eu pegar esse cilindro... e colocar ele dentro da proveta? o que que vai acontecer?
 B: tá... ((tom de voz incisivo)) daí agora ele boia
A: agora ele vai boiar?
 B: é
A: por quê?
 B: por causa do formato dele... é... daí acho que sim... aplicaria um... por causa do empuxo ((gesticulando com o dedo indicador o movimento de queda – ou seja ao colocar o cilindro horizontal))
 [...]
A: e agora se eu colocasse essa pizza na proveta... o que vai acontecer com ela?... você acha que ela afunda... que ela boia... que ela fica na metade...
 [...]
 B: ((pensativo)) eu acho que ela boia daí
A: ela boia?
 B: acho que sim
A: por quê?
 B: ainda acho que é por causa do formato dela
A: uhum
 B: daí na hora de colocar... se fosse menor né... no caso... aqui ela ficaria um pouco... boiando
 [...]
A: tá... então a gente vai fazer uma última alteração nela... é:: vou pedir para você transformar essa pizza em:: quatro esferas pequenas
 B: quatro?
A: aham... dividir ela em quatro
 B: ((fazendo as alterações))
A: uhum... e agora se eu colocar essas quatro esferas menores na proveta?
 B: ah... daí as quatro afundam ((tom de certeza na afirmação))
A: as quatro afundam?
 B: (acho que sim)
A: por quê?
 B: porque daí diminuiu a... a gente agora não está mais lidando com um né... são quatro corpos diferentes... com massas diferentes... daí acho que cada uma afunda... acho que é por causa disso...
A: e você acha que ela vai deslocar mais... ou menos... a mesma quantidade... do que essa esfera aqui ((apontando para a esfera única))
 B: acho que pouco... não varia tanto a quantidade de água...

Observamos nos trechos supracitados, que o sujeito apresentou indícios de conservação do volume para o caso das esferas, porém, não para o cilindro e a pizza, caracterizando uma conservação do volume em determinadas situações, característico deste nível, e o que o diferencia do sujeito do Nível IIB, está no fato de ter apresentado os indícios

de tal conservação já no início das situações postas, bem como em suas justificativas. Por fim, o trecho a seguir, reúne indícios que também corroboram para a caracterização do sujeito em tal nível.

A: uhum... tá... então se você fosse fazer um fechamento para mim... um resumo né... qual que é... o que você visualizou?

B: tá... é que... com a esfera ele teve um deslocamento de água relevante ao volume que ele tinha anteriormente... ((indicando na proveta)) por causa... daí... eu ainda acho que por causa de agora depois de tudo o que a gente conversou... que mesmo eu mudando aqui os formatos... vai continuar a mesma coisa porque é o mesmo material que foi utilizado na esfera

A: uhum... quando você diz continuar a mesma coisa... você quer dizer que vai?

B: é... vai continuar aqui ()

A: deslocar a mesma quantidade de água?

B: acho que talvez a mesma quantidade de água não... mas... ah tá... entendi a tua pergunta agora... eu acho que se eu mudar o... o formato daí talvez não... eu ainda continuo na questão do formato não... mas por exemplo...

A: então você acha que o formato é relativo á...

B: acho que sim

A: ao deslocamento de água?

B: talvez sim... eu fico no talvez... ((risos))

A: ((risos)) entendi... tudo bem...

O sujeito QUI03, que se encontra neste nível, apresentou indícios da conservação do volume para determinadas situações, tal como o sujeito anterior, para o caso das esferas, porém não conservando o volume no caso do cilindro e da pizza.

A noção de conservação do volume para o caso das esferas pode ser observada nos trechos a seguir:

A: TÁ... é:: então agora a gente vai colocar o... tsc ((onomatopeia/indicando engano)) a gente vai chamar essa bolinha verde de bolinha a e a bolinha vermelha de bolinha b... só para ficar mais fácil de a gente identificar... então a e b... então vamos supor que eu pegue a bolinha a que é a bolinha verde... e coloque na proveta... o que você acha que vai acontecer?

B: ((pensativa)) tal... ((ia pronunciar talvez)) eu acho que ela vai afundar ((risos/observando os materiais))

A: por que você acha que ela vai afundar?

B: porque eu acho que a densidade dela é maior que a da água

A: uhum... e quanto ao volume de água? o que vai acontecer? ele vai aumentar... vai diminuir... ele vai ficar igual...

B: ele vai continuar igual só que ele vai ser deslocado pela bolinha

A: uhum... ele vai ser deslocado para cima?

B: ((pensativa)) sim ((risos))

A: sim... mais ou menos... do que o volume da bolinha?

B: isso... mais ou menos o volume da bolinha

A: uhum... tá... e se eu fizer isso com a bolinha b?

B: vai acontecer a mesma coisa

A: mesma coisa?

B: uhum

A: por quê?

B: porque::... quando você coloca um objeto sólido... num líquido... normalmente ele desloca o líquido... é... mais ou menos o mesmo volume que... o objeto sólido tem ((gesticulando para simular a inserção da esfera na proveta))

A: uhum... mas... é:: em comparação a bolinha a né? eu perguntei da bolinha b... mas em comparação a a... por que você acha que vai deslocar a mesma quantidade de água?
 B: porque elas têm o... provavelmente elas têm o peso parecido e o volume parecido... ((inclinando-se para observar os materiais))
 [...]
A: ((risos)) tá... então vamos pegar essa pizza agora e transformar ela em quatro bolinhas menores
 B: quatro bolinhas?
A: uhum
 B: tá... elas têm que ter o mesmo tamanho?
A: não necessariamente
 B: tá ((fazendo a alteração))
A: uhum... e agora se eu pegar essas quatro bolinhas e adicionar elas na proveta... o que você acha que vai acontecer?
 B: ((pensativa)) talvez elas afundem ((tom de dúvida))... eu acho que elas vão afundar ((tom afirmativo))
A: por quê?
 B: é:: porque... é a mesma... é a mesma coisa que eu falei... é:: a massa dela tá mais concentrada em um ponto
A: uhum... e você acha que ele vai deslocar mais água ou menos água do que a bolinha a? ((indicando a bolinha verde))
 B: eu acho que a mesma quantidade de água
A: a mesma quantidade de água? Por quê?
 B: porque elas::... tem o mesmo volume ((risos)) ou talvez não ((risos)) ((tom de dúvida em ambas inferências)) é talvez... porque elas têm o mesmo volume
A: uhum
 B: ((pensativa)) é ((risos))
A: e porque que elas têm o mesmo volume e as... e as outras que a gente fez não tem o mesmo volume? se a gente tá usando a mesma quantidade de massinha
 B: é verdade ((risos)) mas... é porque... eu não sei... eu acho que aparentemente olhando parece que tem o mesmo volume... quando eu faço uma... um... quando eu faço um... na forma de pizza parece que ela tem um volume menor... mas talvez ela tenha o mesmo

A não conservação do volume nos demais casos, é justificada pelo sujeito com o centro de massa que se altera conforme o volume, e o fato dos experimentos que o sujeito já havia vivenciado, serem com objetos todos iguais. Como observa-se a seguir:

A: ((risos)) por que que você não tem certeza? qual que é a tua dúvida?
 B: ((observando fixamente o cilindro)) hum... é porque normalmente quando você estuda esse deslocamento de líquidos a gente sempre usa os mesmos objetos ((risos))
 [...]
A: e porque que as outras figuras... os outros formatos não afundariam?
 B: eu pensei por conta da distribuição da massa e por conta da tensão superficial da água também

Sobre a não conservação do volume nos demais formatos, exemplifica-se por meio da modificação para a pizza, como demonstra-se a seguir:

A: tá... então a gente vai fazer mais uma... uma modificação... eu vou pedir para você pegar ainda o cilindro b e fazer ele no formato de uma pizza
 B: de uma pizza?
A: uhum
 B: ((fazendo as alterações))
 [...]
A: e a quantidade de massa... você acha que é a mesma ou não?

B: é a mesma
A: é a mesma?
 B: mesma quantidade de massa ((tom afirmativo))
A: uhum... e a densidade?
 B: a densidade é a mesma também ((tom afirmativo))
A: e o volume?
 B: o volume::... ((pensativa)) ((risos)) o volume::... hã... ((tom e gestos indicando dúvida)) é que é massinha de modelar... então fica meio difícil de pensar sobre isso ((risos))
A: por quê?
 B: ((pensativa)) hum... não sei se o volume é o mesmo... eu sei que tem uma diferença entre o volume de algumas figuras e a figura da esfera ((risos)) mas eu não lembro ((risos))
A: ((risos))... tá... mas o que está causando essa dúvida em relação ao volume... em você?
 B: é realmente não lembrar a relação entre o volume da esfera e de outras figuras geométricas
A: hum... entendi... tá... então... é... você finalizou dizendo que ele não afundaria... a pizza... tá... em função do::... de quais fatores?
 B: em função da forma dela também por conta da tensão superficial da água... ((risos)) é um palpite... não sei ((risos))

Por fim, o sujeito FIS06, também se encontra no Nível IIIA, pois, apesar de dar indícios da conservação do volume, não o faz para todas as situações. Assim, como os sujeitos anteriores, apresenta tal conservação para os casos das esferas, como destaca-se a seguir:

A: [...] tá...o que vai acontecer se eu pegar... - vamos dar o nome dessa bolinha amarela de a... e dessa branca de b - então a e b ((indicando as esferas)) se eu pegar a bolinha a e colocá-la na proveta... o que vai acontecer?
 B: ((pensativo)) creio que ela vai afundar
A: ela vai afundar?
 B: é
A: só isso que vai se alterar no sistema? ou vai acontecer mais alguma coisa?
 B: vai subir um pouquinho o nível... aqui ((apontando para a proveta))
A: uhum... o nível da água?
 B: é
A: por que que ele vai subir?
 B: porque... a quantidade de matéria que eu tenho ali vai ser maior né... então ele que vai subir o nível
A: tá... e se eu colocar a bolinha b - que é a bolinha branca - nessa proveta?
 B: eu creio que acontece a mesma coisa
A: por quê?
 B: porque a única coisa que diferencia uma a outra é a cor ()
A: ele vai deslocar a mesma quantidade de líquido?... nas duas?
 B: provavelmente
 [...]
 B: ((fazendo as alterações solicitadas))
A: se eu colocasse as quatro esferas brancas na proveta... o q vai acontecer?
 B: se elas afundarem... como eu acho que ela vai afundar... ela vai deslocar a água para cima
A: na mesma quantidade que a a ((referindo-se a esfera a))
 B: na mesma quantidade que essa ((apontando para a esfera a))
A: uhum... por quê?
 B: porque... que nem eu falei já... é a mesma quantidade de matéria
A: mesmo sendo as bolinhas menores do que a bolinha a?
 B: como se eu cortasse quatro vezes ela aqui... e jogasse lá dentro
A: e se eu colocasse três? ao invés de quatro
 B: daí daria uma diferença né... como se tivesse um quarto à menos
A: então ele seria... ia diminuindo o volume cada vez que eu diminuísse as quantidades de bolinha?
 B: isso

Sobre a não conservação do volume, destaca-se o formato de pizza, aonde o sujeito atribuiu o não deslocamento da água pela flutuação, em decorrência da posição do objeto ao se inserir na proveta. Como é apresentado a seguir:

A: uhum... e agora vou pedir para você fazer mais uma mudança nessa esfera... e transformar ela num formato de uma pizza... uma esfera não... um cilindro... que seria uma esfera achatada
 B: ((fazendo a transformação solicitada))
A: isso... e nesse formato... o que você poderia me dizer se a gente colocasse na proveta também?
 B: então se a gente colocar ela assim né ((na horizontal)) ela vai flutuar né? Provavelmente... deve ter uma superfície maior de contato... então é mais fácil... () eu creio... que ele não ia deslocar tanta água...
A: () você falou que acha que ela vai flutuar... por causa da superfície de contato né?
 B: creio que seja isso
A: mas o material não é o mesmo que a esfera?
 B: isso... mas eu creio que seja o mesmo caso do navio né... que é de metal né... então se o navio é de metal... teoricamente era para afundar né... mas não afunda
A: e por que o navio não afunda?
 B: porque daí você tem o empuxo na água né... que daí quando o navio encosta... a força que a água faz contra ele é menor do que o volume de água que ele desloca... então ele se mantei flutuando
A: não teria a ver com o formato do navio?
 B: isso... ((pensativo)) sim
A: sim... mas e a massinha... ela está no mesmo formato de um navio?
 B: não... ((tom receoso)) mas ela tem formato de uma folha de papel... uma folha de papel se você joga ela fica flutuando
A: mesmo sendo do mesmo material que a bolinha... e a bolinha afundando?
 B: isso
A: isso que você falou... se eu colocasse ela na horizontal... e se colocasse na vertical?
 B: ((pensativo)) eu creio que ela afunda daí
A: ela afunda?
 B: é
A: e quanto ao deslocamento de água nesse caso?... você acha que é mais ou menos que a bolinha?
 B: ((pensativo)) eu creio que é o mesmo daí
A: é o mesmo?
 B: é
A: por quê?
 B: ((pensativo – verbalizando algumas partes)) é:: a mesma quantidade de massa...
A: de matéria
 B: então vai ter o mesmo volume descolado... eu creio
A: entendi... e o que que faz a massinha afundar?

Destacando-se que o que caracteriza este sujeito no Nível IIIA, e não no IIB, em decorrência da posição do objeto influenciar no deslocamento de água, é que o sujeito, além de considerar somente para este caso tal mudança, ao ser questionado sobre o objeto na vertical, o mesmo conclui a conservação do volume em comparação aos demais formatos.

Ao se observar este conjunto de atividades, tomando por base a TCC, podemos compreendê-la, como já foi apresentado em capítulo específico, enquanto uma forma de visualizar as rupturas e filiações entre conhecimentos complexos em crianças e adolescentes, e aqui, proposto, para jovens adultos.

A TCC deve ser compreendida como um todo, para que se possa acompanhar o desenvolvimento e o uso de um conceito ao decorrer do processo de aprendizagem, e de acordo com Vergnaud, o campo conceitual pode ser compreendido como

[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. (VERGNAUD, 1982, p. 40 apud MOREIRA, 2002, p. 8).

Para que possamos visualizar tais processos relatados por Vergnaud, buscou-se elencar os elementos principais desta teoria nas falas dos sujeitos, bem como, referenciando-se na pesquisa de Carvalho Junior e Aguiar Junior (2008). Sendo tais elementos: as situações-problemas, os invariantes operatórios e as representações. Este formato de leitura, será estendido para os três conjuntos de atividades aplicadas aos sujeitos.

Um conceito pode envolver uma série de outros conceitos e situações, bem como as situações podem envolver uma diversidade de conceitos, sendo que, ocorre uma dificuldade para os estudantes perceberem tal relação (SANTANA, 2012), porém, a percepção e confronto de conceitos com diferentes situações, são de extrema importância para a construção do conhecimento no sujeito, pois sua ausência pode acarretar uma compreensão falha sobre determinado conceito. (JENSKE, 2011). Com base nisto, procurou-se evidenciar quais os principais conceitos que os sujeitos evocaram para este conjunto de situações-problemas que foram confrontados.

Destacando-se inicialmente, que o conjunto de elementos físicos que compunham esta atividade não eram totalmente desconhecidos aos sujeitos, como observa-se a seguir:

Sujeito FIS01:

A: você conhece esses materiais?

B: conheço... eu só não sei o nome... ((risos)) ((não interagiu com os materiais, apenas observou à distância))

A: ((risos)) da onde que você conhece eles? daqui da universidade...?

B: daqui mesmo...

A: ah tá... é:: as massinhas também? Tudo?

B: uhum

Sujeito QUI02:

A: então a gente vai para a primeira atividade... aqui e aqui... e essas duas... é::... você conhece esse material? acredito que sim né...

B: sim... proveta... esse aqui deve ser... MASSINHA ((apontando para o material))

Sujeito QUI03:

A: tá... então a gente vai dar início agora a primeira atividade... tá? ((organizando os materiais)) aqui... e esses dois aqui... é:: você conhece o material?

B: sim ((risos))

A: tá... o que você pode me dizer sobre eles?

B: é:: é uma massinha? ((risos)) ((apontando para o material))

A: é massinha ((risos))

B: é massinha então... massinha ((risos))... são duas provetas né... provetas de volume... quinhentos mL cada uma... e elas estão com o que eu acredito que seja água... ((risos)) e eu acho que está gelada né... ou não? ((se inclinando para observar melhor o material))

Sujeito FIS06:

A: [...] é:: você conhece esses materiais? - essa é nossa primeira atividade que a gente está fazendo - ... o que você conhece... o que você pode me dizer sobre eles?

B: então... eu conheço esses ((indicando as provetas)) eu já lidei ((indicando seu uso)) no laboratório... essa aqui é massinha de modelar escolar... eu brincava com ela quando era criança ((risos))... esse daqui eu não sei o nome só... creio que serve para medir quantidade de material que você põem ()

A seguir, apresenta-se no Quadro 11, alguns dados que se referem a situação-problema investigada, conservação do volume, sendo tais dados os invariantes operatórios, e as representações dos sujeitos. Neste momento, não se elencou os conceitos-em-ação que estão envolvidos em tal situação problema, pois, acarretaria um estudo complementar exaustivo sobre cada uma das atividades aplicadas.

Quadro 10 – Situação problema de Conservação do Volume

Situação Problema	Sujeito	Invariantes Operatórios do tipo Teoremas-em-ação.	Representações
Conservação do Volume	FIS01	Densidade Massa, volume, espaço Teorema de Arquimedes: Lei do Empuxo	Representação Verbal
	QUI02	Densidade Volume, massa, área de contato, formato, espaço Teorema de Arquimedes: Lei do Empuxo	Representação Verbal
	QUI03	Densidade Volume, massa, área de contato, formato, espaço, precisão, formas geométricas, centro de massa, tensão superficial Teorema de Arquimedes: Lei do Empuxo	Representação Verbal
	FIS06	Densidade Teorema de Arquimedes: Lei do Empuxo Quantidade de matéria, superfície de contato, formato.	Representação Verbal

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nota: Informações organizadas pelos autores.

O que pode-se inferir inicialmente de tais observações, é o fato de os sujeitos evocarem de maneira similar os mesmos invariantes operatórios, tais como a densidade e o Teorema de Arquimedes, tal fato pode ser justificado pela formação universitária que os sujeitos estão inseridos, com disciplinas próximas, bem como o trabalho (PIBID Interdisciplinar) vicinal.

Observa-se que os apontamentos de Vergnaud, sobre a variedade de conceitos envolvidos em uma situação, é facilmente verificável neste caso, em que a conservação do volume perpassou por diversos conceitos elencados pelos sujeitos, porém, destaca-se que apesar de evocarem invariantes operatórios comuns, nem todos os sujeitos elencam os mesmos, isso se deve ao fato de os sujeitos utilizarem os esquemas que mais lhe são familiares, ou que apresentam domínio, como por exemplo o sujeito FIS01, que não apresentou em seus relatos o conceito de área de contato. A justificativa acerca da escolha de um conjunto de esquemas para um determinado sujeito, necessitaria de investigações mais robustas, que neste momento não foram desenvolvidas.

Porém, recorrendo-se a Imagem 09 – Mapa Conceitual para o Esquema na Teoria dos Campos Conceituais – conseguimos visualizar tal situação, em que ocorre a escolha de um esquema para uma situação, em detrimento de um esquema não efetivo, como é apresentado a seguir, no relato do sujeito QUI02:

A: não? tá... é:: você gostaria de testar? ver se...
 B: eu to com medo ((risos))... de ser refutado... posso...posso colocar?
A: pode... aham
 B: ((inserindo a esfera maior na proveta e inclinando a mesma para não projetar água para fora)) olá... esse aqui tá... pelo menos esse aqui eu acertei eu acho...
A: tá...
 B: eu tinha falado que ia afundar né?... ele deu uma mudança bem considerável no volume... ((aproximando-se da proveta para observar a marcação))
A: é:: então ele deslocou mais ou menos água?
 B: é... ele foi... foi mais né... ele tava em duzentos:: mL... foi para... não pera... tava em duzentos mL?
A: tava em duzentos
 B: tava em duzentos né...
A: uhum
 B: deu uma (boa) ()
A: e o que aconteceu com a bolinha? ela...
 B: ela afundou
A: ela afundou... por que você acha que ela afundou?
 B: eu acho que é por causa da densidade dela e da massa dela... daí...
A: hum... a densidade e a massa... tá... e você tinha me falado que o cilindro não ia afundar né...
 B: é
A: e agora você mantém... o que você acha? que ele afunda... que ele não afunda...
 B: pois é... agora to com medo... se ele daí tinha a mesma massa né... eu falei no começo que ele tinha a mesma massa né...
A: uhum...
 B: a densidade... () a massa é contra a densidade e contraria ao volume... se a densidade é maior o volume... ((pensativo)) eu acho... eu ainda vou manter com o... como se ele... como se ele boia... mas eu acho que ele vai afundar... só que eu não (entendo porque ele boia)
A: tá... e por que você acha que ele boia?

B: porque eu acho que é a mesma coisa... não é tipo... ((risos)) é a mesma dessa... se forem a mesma massa né... no caso... eu só mudei o formato dela... então basicamente continua com o mesmo peso...

A: sim...

B: daí então... eu acho que mesmo mudando o formato dali... não... vai influenciar em nada nesse caso... por causa que é... o mesmo líquido que a gente tá usando... acho que se a água fosse mais... fosse mais densa no caso... daí talvez ele boiasse...

A: uhum... então você tá me dizendo que o que influencia no... no ele boiar ou não é o formato?

B: eu acho que no caso daí... seria o líquido... se ele boiar... acho que é por causa da densidade mesmo

Nos trechos sublinhados, pode-se inferir sobre a escolha dos esquemas efetivos para o sujeito, lembrando que nem sempre os esquemas efetivos elencados pelo sujeito, são de fato esquemas efetivos do ponto de vista conceitual.

Outra característica importante observada, está na variedade de situações-problemas que o sujeito deve se deparar para que o conceito de fato seja compreendido, sendo que este conjunto de situações formulado com diferentes variações da massa de modelar, buscou tal objetivo, e com isso, destaca-se a fala do sujeito QUI03:

A: ((risos)) por que que você não tem certeza? qual que é a tua dúvida?

B: ((observando fixamente o cilindro)) hum... é porque normalmente quando você estuda esse deslocamento de líquidos a gente sempre usa os mesmos objetos ((risos))

Sendo que a falta de tais confrontamentos, no formato como Vergnaud os coloca, de construção de conhecimentos, podem causar dificuldades nos alunos, do ponto de vista de compreensão de determinados conceitos, sendo que por vezes observamos que os conceitos elencados pelos sujeitos dariam conta da resolução do problema.

Por fim, as representações utilizadas nesta atividade, pelos sujeitos, foram baseadas na representação oral, o que indica que o sujeito busca controlar uma ação que ainda não apresenta domínio, como é observada na primeira fala sublinhada do sujeito QUI02, acima citada. E no sujeito FIS06, a seguir:

A: e quanto ao deslocamento de água nesse caso?... você acha que é mais ou menos que a bolinha?

B: ((pensativo)) eu creio que é o mesmo daí

A: é o mesmo?

B: é

A: por quê?

B: ((pensativo – verbalizando algumas partes)) é:: a mesma quantidade de massa...

A: de matéria

Sendo que tais representações podem evidenciar os esquemas evocados pelos sujeitos, pois, a interação situação-esquema é a fonte primária das representações, e como destaca Santana (2012, p. 33) “podem ser usadas para pontuar e representar os invariantes operatórios”.

6.4.2 Atividade Operatória Piagetiana de Operações Combinatórias

As investigações preliminares desta atividade, descritas no item 6.4, apontaram que os sujeitos não conseguiram realizar as operações preditivas, para 10 e 150 cores, justificando suas dificuldades em fatores externos, tais como a falta de calculadora e de fórmulas necessárias.

Além do que fora inicialmente apresentado no item supracitado, sobre a importância de tais operações como fundamentais para a construção de estruturas mentais mais complexas, busca-se agora, um maior aprofundamento sobre o sistema de permutação, investigado com esta atividade operatória piagetiana.

O período formal, desenvolve-se no sujeito, possivelmente, por volta dos 12 anos de idade, sendo que neste momento o conhecimento começa a superar o real, inserindo-se nos possíveis, ligando-os diretamente ao necessário sem a necessidade da mediação do concreto. Tal fato é possível em decorrência do desenvolvimento de estruturas mais complexas, como as operações hipotético-dedutivas e as operações de segunda potência.

Estas características, coincidem com o domínio das operações de combinação, e é por meio destas operações que se consegue inferir a entrada do sujeito neste nível operatório formal, ou não.

Com o fato de os sujeitos, no período operatório formal, dominarem tais sistemas mais complexos, compreende-se o por que “as crianças tem tamanha dificuldade em permutar, mesmo empiricamente, as posições de três elementos, enquanto as combinações duas a duas entre elementos diferentes são mais fáceis para eles” (PIAGET, 1951, p. 250), pois ainda não apresentam os sistemas operatórios formais necessários, que possibilitam tais operações como a permutação.

Portanto, observa-se como descrito anteriormente, que o segundo subestágio das operações concretas se estrutura enquanto um terreno fértil, pois, ocorre inúmeros desequilíbrios frutíferos, que proporcionam ao sujeito um alcance muito maior de interpretação, mesmo que não corretamente em primeiro momento. Dando início ao sistema que se constituirá como operações de segunda potência.

Sendo que a ausência total destas características de base para o futuro sistema de operações formais, caracteriza o sujeito em um nível primitivo desta atividade, denominado de Nível I, aonde realiza combinações incompletas ou por teste, apresentando características de operações concretas para a resolução.

Porém, quando o sujeito se encontra em processo de desenvolvimento das operações necessárias para entrar no universo formal, pode apresentar alguns níveis de domínio de tais operações, enquanto estiver neste processo de desequilíbrios fecundos. Sendo que tais níveis, se referem aos: Nível IIA – combinações completas, embora empíricas; Nível IIB 1 – sistema com justaposição de pares; Nível IIB 2 – sistema de justaposição entrecruzadas; Nível IIB 3 – pares simétricos com série completada empiricamente; Nível IIB 4 – interseções inacabadas, seu sistema não comporta todas as peças; Nível IIB 5 – dificuldade para conceber a ideia de combinação.

Todos os níveis supracitados, sinalizam, portando, a entrada no sistema operatório formal, fato que só ocorre efetivamente na transição do Nível IIB para o Nível IIIA, sendo que tal transição é caracterizada por:

[...] interseções inacabadas que levam ao limiar do estágio III. [...] o caráter deste estágio é procurar um sistema de associações ao invés de contentar-se com pares isolados, mas falha em descobrir um sistema completo, a razão desse fracasso é que a criança oscila entre a justaposição (AB, CD...ou AB, BC, CD...) e a simetria ($A \gamma \dots F \gamma$) por falta de sintetizá-las em um método de interseções dirigidas, tal que cada termo se associe sucessivamente a todos os seguintes (AB, AC, AD, e BC, BD..., etc). (PIAGET, 1951, p. 240).

Ou seja, os processos que o sujeito não consegue finalizar, não são mais comportados pelos estágios anteriores por apresentarem um grau maior de complexidade, porém, ainda não se apresentam totalmente desenvolvidos, e por tal, caracterizam-se como uma transição, elevando o sujeito ao limiar do Nível IIIA.

Quando o sujeito por sua vez, realiza operações sobre hipóteses, dá início a operações dedutivas, ou operações de segunda potência, como por exemplo proporções, distributividade, coordenação de dois sistemas de referência, entre outros. Proporcionando um avanço ao sujeito, com novos caminhos e possibilidades. E é sobre estas características que se observa o Nível IIIA, pois, as operações de permutação permitem compreender os processos desenvolvidos pelos sujeitos.

Sendo que os sujeitos apresentam diversas formas de resoluções para a atividade, em decorrência deste sistema novo de possibilidades que está se desenvolvendo, porém, estas resoluções, de alguma forma são compreendidas pelo sistema de permutação, haja visto que o sujeito já começa a apresentar estruturas para tal.

Para além, o Nível IIIB apresenta um sistema completo, aonde a lei que rege o sistema é descoberta pelo sujeito. Tal fato ocorre pelo desenvolvimento de sistemas complexos de reversibilidade, necessários para a permutação. Sendo que esta reversibilidade é fruto da união em um único grupo das inversões e reciprocidades, presentes no estágio operatório, porém sem

ser capazes de estabelecer ligações. No período operatório formal, observa-se que tal vinculação ocorre mediante a possibilidade da combinatória proposicional, tornando-se assim, ligações à terceira potência, haja visto que as operações que sofrem tal vinculação, já eram de segunda potência.

Este conjunto de avanços, que são visualizados com o sistema de domínio do Nível IIIB, permite-nos apontar operações lógico-matemáticas autônomas, possibilitando que se aproxime cada vez mais dos procedimentos próprios ao pensamento científico.

Com base no supracitado, buscou-se nas entrevistas clínico críticas aplicadas aos sujeitos, elencar elementos que fornecessem subsídios para sua categorização neste contexto das operações combinatórias.

Observamos inicialmente a presença de dois sujeitos no processo de transição entre os níveis IIB e IIIA, justamente por perceber nos entrevistados processos inacabados, que ao mesmo tempo não estão localizados totalmente no estágio das operações concretas (nível I ao IIB 5), porém, ainda não contemplando todas as características do nível IIIA, por falhar ao descobrir um sistema completo para as previsões, como destaca Piaget (1951), esta falha está na oscilação entre a justaposição e a simetria, devido a uma falta de sintetização destes dois, em um só método.

Observa-se que o sujeito FIS01, admite a existência do sistema de generalização, porém, não consegue sintetizá-lo em um só método, como destaca-se a seguir, no trecho do protocolo da entrevista:

A: [...] agora a gente vai fazer para cinco cores ((azul alaranjado amarelo marrom e vermelho))
 B: ((fazendo anotações e as combinações))... seriam dez pares e vinte cartas
A: dez pares e vinte cartas... você chegou pela mesma analogia?
 B: é:... ai eu só pensei que com vermelho... eu conseguiria formar quatro pares... ai com o marrom como eu já considerei o vermelho... conseguiria formar mais três pares... com o amarelo como eu já usei... mais dois pares... e:: laranja mais um... sem repetir ((começou a esboçar um mecanismo generalista para resolução da atividade))
A: sem repetir... entendi... e agora com seis cores ((azul alaranjado amarelo marrom vermelho e verde))
 B: ((fazendo anotações e as combinações manualmente – sem uso de fórmula, porém com o uso do mecanismo prévio desenvolvido para resolução)) seriam quinze pares e... trinta cartas ((tom de dúvida neste último))
A: quinze pares e trinta cartas... sem repetir as cores... certo?
 B: sem repetir...
A: uhum... e agora para sete cores? ((sem mais fichas coloridas))
 B: ((fazendo anotações e as combinações manualmente – sem uso de fórmula, porém com o uso do mecanismo prévio desenvolvido para resolução)) vinte e um pares
A: vinte e um pares... e:: quantas fichas?
 B: quarenta e duas ((hesitou na resposta))
A: quarenta e duas... uhum... e para cem cores?...
 B: eu vou somar aqui ((risos))
A: fica à vontade
 B: ((fazendo as combinações)) me perdi nas contas ((risos))... posso chutar?

A: Calma... ((ajustando a câmera))... é:: por que que você se perdeu?

B: porque eu considerei que... essa sequência... de soma... ((referindo-se ao seu mecanismo prévio desenvolvido para resolução)) daria sempre o mesmo número... que eu (achei) que tinha quarenta e sete... aí eu esqueci de somar com esse sete daqui... daí já... daí depois que eu percebi no... no segundo número...

A: uhum... você estava usando o princípio que você tava usando até... anteriormente né? ((mecanismo de resolução))

B: uhum... é mas eu poderia... utilizar análise combinatória... mas eu não... não me lembro de cabeça assim...

A: você não lembra da fórmula?

B: não

A: uhum... e você não acha que é possível deduzir essa fórmula com o que você tinha feito até agora?

B: acho que era... mas eu... ((silêncio/pensativa))... é agora eu não vou saber responder...

Sendo que o sujeito se justifica, em relação a sua não dedução, com base em estar muito apegado as formas tradicionalmente instituídas para resolução das atividades, ou seja, não dominando os processos de deduções, como seria possível para esta situação.

A: tá... não tem problema... e porque você acha que você não... não conseguiu?

B: é... eu acho que eu to... ((tom de voz receoso)) muito preza a coisas que eu já conheço... mas que eu não me lembro agora... aí tento lembrar delas e não consigo pensar em outra maneira de resolver

Neste caso, concordamos com Fermiano (2000, p. 86-87), quando aponta que:

Na prova de combinatória o que se observa é que o sujeito é capaz de elaborar a sistematização da combinação entre as diversas cores, mas a antecipação é impossível em muitos dos casos. O sujeito não consegue encontrar um sistema utilizando o modo multiplicativo, que é entendido como uma operação de segunda potência, pois pressupõe operação sobre operação.

Sendo que a saída encontrada pelo sujeito, ao deparar-se com tal situação, é extremamente fortuita, ao acaso (*posso chutar?*), pois não apresenta neste momento os progressos necessários das operações formais, que lhe permitiriam antecipar e descobrir uma ordem nas permutações que se deparou. (PIAGET, 1951).

Nas anotações deste sujeito (Imagem 23), observamos tal combinação, porém a incapacidade da sistematização do sistema:

Observa-se que o sujeito QUI02 também se encontra neste processo de transição, como pode ser observado a seguir, no trecho do protocolo de entrevista, qual indica um processo de generalização.

A: trinta fichas... e agora você consegue fazer essa previsão para sete cores?
 B: sete cores
A: uhum
 B: ah então no caso vai ficar... antes eu tinha falado que era... que era dez né... não... é dez né ((tom de incerteza))
A: nesse último agora da cor vermelha?
 B: é... sem a vermelha
A: sem a vermelha?
 B: dez né?
A: uhum
 B: foi pra quinze... antes tinha sido (quatro)... uma previsão de que então se eu for colocar mais uma ficha de cor qualquer eu vou ter que precisar de mais... ((pensativo)) seis... então vai aumentar um número... ((pensativo)) ele sempre aumenta de... começou com três... foi para seis... de seis foi para dez... de dez foi pra quinze... e quinze para... acho que talvez fique vinte e um... ou eu to muito louco... acho que fica vinte e um... não... ((pensativo)) ih... me perdi nas contas ((começou a esboçar um mecanismo generalista para resolução da atividade))
A: quer fazer no papel?
 B: acho que é melhor... não... eu acho que vou me perder ainda mais se eu fizer no papel... para para pensar... eu vou ter mais uma ficha fora essa que eu tenho... eu tenho... aqui eu tenho trinta fichas... então... pensar ((pensativo)) ((trecho a seguir são traços das falas do sujeito durante o desenvolvimento do seu pensamento, exatamente como pronunciado)) ele sempre aumenta daí... começa com três... quinze pares... vai ter... aqui tem quinze pares também... quinze pares... então se colocasse mais um... dezesseis... dezesseis dezessete dezoito dezenove vinte vinte e um...
 B: é... vinte e um
A: para sete?
 B: ficaria vinte e um pares... para... quarenta e quatro... não... to doido... é quarenta e quatro... vinte e um pares... é que tem... é quarenta e quatro... não quarenta e duas... hã
A: quarenta e duas fichas para?
 B: para vinte e um pares
A: para vinte e um pares e sete cores
 B: sete cores

Este trecho, expressa muito claramente o processo em curso de generalização do sistema, porém, sem o seu completo domínio, tal como destaca Fermiano (2000), um domínio progressivo da lei, embora sua incapacidade de expressar verbalmente o raciocínio desenvolvido neste momento.

Esta atividade, também possibilita, por determinados caminhos causar desequilíbrios nos sujeitos, e que servem também, como indicativos dos processos mentais em investigação, e que possibilitam, visualizar o sistema de operações hipotéticas, um caso de desequilíbrio é apresentado a seguir, aonde o sujeito inicialmente não admitiu a possibilidade de formular uma possível resolução, sendo, porém, conduzido a tal.

A: e você não acha que a gente conseguiria... estabelecer uma regra... aqui a partir das primeiras fichas que a gente foi fazendo até chegar na sexta... com todas essas combinações... né... sem precisar usar a análise combinatória em si

B: se tem um outro método?

A: isso

B: ah talvez tenha... sem tem que usar... você diz a fórmula de análise combinatória?

A: isso

B: talvez tenha... mas acho que se for de uma maneira ((pensativo))

A: de imediato você não consegue visualizar?

B: ((pensativo)) cara pior que não... to me sentindo muito burro... só de... daí só se eu ficasse contanto mesmo

A: uhum... fosse pelo método manual

B: é... ou talvez... ((pensativo)) cara pior que não consigo pensar mesmo... tá gente tem seis cores... seis cores... ((pensativo)) só se fizesse alguma coisa relacionada com os... número de cores... que a gente só tem... mas aí a gente teria que pensar se fosse para cem que se a gente tivesse as cem cores... então pior que eu não sei... () cem vezes dez... então no caso a gente... poderia pensar isso? que o número de... a última combinação possível seria o... último múltiplo de vez dez talvez ((tom de dúvida)) é que... ((começou a esboçar um terceiro mecanismo para resolução da atividade))

A: como assim?

B: é que tem... é que tem trinta né... trinta é::

A: fichas

B: trinta fichas isso... a gente tem seis cores... a gente tem que misturar... então... é:: para seis cores... o máximo que dá para fazer... são trinta fichas... com seis cores... então não sei daí... se fosse para cem cores então acho que ficaria sei lá... MIL fichas ((risos)) não... cem mil fichas... ah eu pensei nisso sabe... a gente tem seis... daí como o último número final deu trinta... então acho que seria... a me... seria o valor da metade da... do que seria o vezes dez... seis vezes dez é ((continuação da descrição do mecanismo para a resolução da atividade))

A: entendi... a metade é seis que seria três

B: é

A: vezes dez

B: vezes dez

A: que daria trinta

B: é... então o número de combinações é a metade vezes... dez ((risos)) eu pensei nisso... mas não sei ((consolidou o mecanismo de resolução atividade e usou para as demais resoluções de previsão))

Com este raciocínio, mesmo que não efetivo do ponto de vista conceitual, o sujeito conseguiu esboçar seus mecanismos iniciais de generalização desde sistema, fato que não havia sido observado na primeira coleta de dados, conforme relatou nesta ocasião “não sei realizar com 150. Não lembro. Não é difícil realizar, são conteúdos básicos, só não lembro”, destacando que o sujeito saiu da sua relativização aos conceitos, e iniciou sua generalização sobre o sistema.

Vale também destacar que para o sujeito formular todo este processo inicial de generalização, teve um preceito empírico, fazendo e refazendo suas combinações, como pode ser demonstrado na Imagem 24 a seguir, suas combinações para seis cores.

Imagem 24 – Combinações sujeito QUI02 para seis cores



Fonte: Os Autores

O sujeito QUI03, diferentemente dos anteriormente apresentados, encontra-se no nível IIIA, já realizando de forma automatizada operações sobre hipóteses, o que possibilitou um avanço nos caminhos utilizados para a resolução desta atividade, sendo que não foi inserido no nível IIIB, pois seu sistema, por mais completo que possa ser, não é descoberto completamente, o sujeito não prevê a repetição de conjuntos de mesma cor, apesar de acusar tal fato. Portanto, seu sistema é avançado perante os demais, porém apresenta limitações, limitações estas explicadas pelo sistema de permutação.

A seguir, apresenta-se trechos do protocolo da entrevista que remetem ao supracitado.

A: tá... ok... então inicialmente eu vou pedir para você fazer... combinação com essas três cores... então eu quero saber qual é o número de pares possíveis de se formar sem repetir a mesma cor... tá? e quantas fichas você utilizaria para fazer todos esses pares... tá?... se você precisar usar mais fichas pode ficar à vontade e pegar... então inicialmente é isso... quantos pares você poderia formar... e quantas fichas você utilizaria

[...]

B: e eu tenho quase certeza que é dessa maneira que faz... mas é:: como eu tenho duas... como são pares... é:: esse par tem a possibilidade de colocar três cores em cada um... só que a segunda cor ela não vai ser igual a primeira... por que você falou que não podia ser a mesma cor... né... () por exemplo amarelo e amarelo... então se a... se a primeira carta ela tem que ser... ela tem a possibilidade de ser três cores a segunda ela não pode ser uma das cores... então é só multiplicar...

A: uhum... e:: o número de fichas?

B: são doze

A: como que você chegou no doze?

B: eu cheguei no doze porque como vão ser seis combinações... eu preciso de duas cartas para fazer cada combinação

[...]

A: desde o::... das três combinações... até as cento e cinquenta... então eu gostaria que você me explicasse... como que você chegou nesses resultados

B: é::... então... é::... como eu... se eu fosse fazer manualmente é::... os pares... eu provavelmente... demoraria mais... claro que eu ia comprovar o cálculo que eu to fazendo... até porque eu não lembro se tá certo... dessa maneira que eu fiz... mas... eu to usando a lógica... que nem você falou... como você falou que tem que ser um par... e essa cor não pode ser igual a essa... então é... na::...um primeiro

membro do par ele tem a possibilidade de se ser uma das três cores... então tenho três possibilidades... e o segundo par eu tenho duas possibilidades... porque uma não pode ser a mesma cor que tá no... no membro do primeiro par... então eu só multipliquei... esses dois valores... e::... daí para desco... ((ia pronunciar descobrir)) como eu descobri o número de combinações... e o número... cada combinação tem que ter dois membros... então eu só coloquei o dobro ali

A: uhum

B: eu segui essa lógica

A: e daí para:: o número de fichas?

B: eu só coloquei o dobro

A: só colocou o dobro

B: uhum

O sujeito FIS06, assim como o anterior, apresentou em seus sistemas de resolução um avanço considerável, o que permitiu que o mesmo explorasse um novo caminho para a resolução da atividade, não encontrada anteriormente nos demais sujeitos, a proporcionalidade, como é apresentado a seguir:

A: tá... entendi... e para cem cores?

B: para cem cores? ((pensativo))

A: se precisar escrever ((indicando papel e lápis na mesa))

B: vou escrever ((fazendo as combinações no rascunho – verbalizando alguns trechos)) esse aqui eu tenho que fazer na mão... não posso fazer na calculadora? ((mostrando os cálculos na folha))

A: uhum

B: não sei se isso aqui faz sentido ((fazendo os cálculos – verbalizando alguns trechos)) eu vou ter... creio que usar quatro mil e duzentas cartas... e::... a metade disso vai ser o número de pares((apresentou os valores inversos, primeiro o número de cartas total, e após o número de combinações))

A: que vai dar?

B: vai dar dois mil e cem pares

A: como que você chegou nesse resultado

B: então... eu fui reparando que quando eu vou aumentando... vai aumentando proporção né... então... eu vi que para sete cores eu tenho quarenta e duas cartas... para cem cores então eu teria quantas cartas?... daí eu fiz uma questão de proporcionalidade... só que eu não sei se é válido... eu creio que seja assim... daí eu chego a quatro mil e duzentas cartas e eu creio que esteja certo porque se fosse... um valor quebrado não daria certo né?... daí deu um valor inteiro... é par... então tem que dar um número par no final ((usou uma nova estratégia de resolução, baseada no que observou nas resoluções passadas))

A: segue o mesmo raciocínio que você veio construindo desde o início?

B: isso... tem os pares... e eu posso ir até o final... se aqui não tivesse dado um número par... eu saberia que estava errado

A: entendi... e para cento e cinquenta cores?... quantas fichas eu usaria... e quantos pares?

B: eu vou usar a mesma lógica né... então para cem eu tenho quatro mil e duzentas cartas... e agora para?

A: cento e cinquenta

B: para cento e cinquenta cores ((fazendo os cálculos conforme a sua estratégia adotada – em silêncio)) deu um número menor ((tom receoso)) ((refazendo os cálculos)) eu ia usar seis mil e trezentas cartas... e:: a metade disso daria o número de pares... então daria três mil cento e cinquenta pares

A: uhum... e você chegou nessa resolução pela maneira da anterior?

B: pela maneira da anterior... só que daí para facilitar fazer a conta... eu usei que se cem cartas eu tenho quatro mil e duzentas... é cem cores quatro mil e duzentas cartas... daí eu aumentei para cento e cinquenta... aí para cento e cinquenta eu tenho tal valor

Ao se observar o conjunto desta atividade, como uma situação-problema, pode-se estabelecer algumas relações, conforme destacado em análise anterior, os sujeitos elencaram um conjunto de invariantes operatórios comum a todos, sendo os sistemas aditivos e

multiplicativos, porém, cada sujeito apresentou uma particularidade, sendo o esquema que mais lhe faz sentido, como por exemplo o sujeito QUI02 que evoca os conceitos de espaço amostral e progressão para atuar sobre a atividade posta, mesmo não tornando estes esquemas efetivos, demonstra que estavam em seu rol de possibilidades, neste mesmo raciocínio observamos o sujeito FIS06, que não só dispõem do sistema de proporção, como o torna um esquema efetivo em seu sistema de resolução.

A seguir, apresenta-se um trecho do protocolo do sujeito QUI02, que ao mesmo tempo que expressa suas representações verbais, também expressa o que Vergnaud (1990), destaca como um mecanismo usado para controlar uma ação.

B: () se fosse o último)... como por três... não porque antes teria... ah desculpa ((o trecho descrito são traços das falas do sujeito durante o desenvolvimento do seu pensamento, e que o mesmo verbalizou fragmentado, assim como descrito))

A: não... pode continuar

B: não pode falar... não deu certo

A: não?

B: ()

A: o que você estava pensando?

B: não... eu tava pensando que poderia talvez ser comparado... começou com três e agora tem sete foi para vinte e um... anteriormente tinha... aqui no caso tem... são seis né... só que não teve dezoito... então não daria certo... que tem quinze né... mas eram cinco cores anteriores... no caso mais uma seriam sete... então sempre aumenta uma.. das... ah me confundi tudo ((risos)) não é isso... não tem nada a ver ((começou a esboçar um segundo mecanismo generalista para resolução da atividade))

A: ((risos)) o que você tava tentando

B: eu tava pensando que poderia aumentar conforme o múltiplo que vem... de um acima sabe? comparado com o que tem atrás... é uma confusão minha aqui... que deu na cabeça... não sei explicar... mas é... começando com três né... então sempre vai de três... só que não a partir do número que você tem... é a partir da... da (ingressão) de uma nova com as cores anteriores... então é sempre uma anterior... então de... para ser um múltiplo a frente... daí você pensa... no como seria aquele número multiplicado por três.. só que daí bugou na hora do... do dez ali... porque tinha dado dez àquela hora... daí eu fiquei meio confuso... ((continuação da descrição do segundo mecanismo de resolução da atividade))

A: você quer refazer para ver se?

B: não não... não... não precisa... a outra lógica minha foi mais fácil

6.4.3 Atividade Operatória Piagetiana de Combinação de Corpos Coloridos

Esta atividade não foi aplicada no primeiro momento de coleta de dados, em decorrência de suas especificidades. Ela se aproxima da atividade anteriormente descrita, ao investigar nos sujeitos, aspectos que envolvem a entrada no universo do pensamento formal.

Sendo que, o aparecimento do pensamento formal pode ser identificado pelas formações da lógica das proposições, e esta por sua vez, é condicionada a constituição de uma combinatória. Por isso, estas atividades que investigam as combinatórias, são muito úteis aos processos de identificação do pensamento formal. Portanto, esta atividade, proporciona:

[...] diante de um problema de indução onde os sujeitos do estágio concreto II se limitam a classificações, seriações, igualizações e correspondências, os adolescentes do nível IIB combinam entre si todos os fatores conhecidos, de acordo com todas as ligações possíveis. (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 81).

Os experimentos realizados por Inhelder e Piaget, apontam que o sujeito somente apresenta uma combinatória sistemática, no estágio IIIA, sendo que no estágio IIIB, o sujeito apresenta uma etapa de equilíbrio com relação ao avanço alcançado no estágio anterior. No subestágio IIA ocorre apenas a multiplicação de todos os fatores por G, e no nível seguinte, IIB, apresenta-se no início de combinações por ensaio e erro. No primeiro estágio, das associações empíricas e pré-causais, encontram-se sujeitos no nível pré-operatório que se limitam a associar casualmente os resultados observados. Sendo que nos sujeitos investigados, não se encontrou nenhum no estágio inicial e subestágio IIA.

Aspectos de maior profundidade sobre as características da entrada no estágio operatório formal, bem como sua importância e especificidades, foram descritos no item anterior ao se discutir sobre a atividade operatória piagetiana de operações combinatórias, e visando evitar a exaustão do leitor, apresenta-se neste tópico, as classificações dos sujeitos, conforme a categoria adotada da pesquisa de Inhelder e Piaget (1976).

Como supracitado, não se encontrou nenhum sujeito no estágio inicial de associações empíricas e explicações pré causais, bem como no subestágio IIA.

Dos quatro sujeitos entrevistados, três deles encontram-se no subestágio IIB, que confere a “introdução das combinações n a n . No entanto, estamos apenas diante de simples tentativas empíricas, sem que o sujeito chegue a descobrir o sistema”. (INHELDER; PIAGET, 1976, 86).

Pois:

Vemos que estes sujeitos começam, como no nível IIA, por multiplicar cada elemento por g ou por considerar todos ao mesmo tempo, mas depois espontaneamente passam para as combinações 2 a 2 ou 3 por 3 (cada vez X g) e essa é a verdadeira novidade deste sub-estágio, pois, no nível IIA, eram sempre provocadas. Mas o limite superior deste sub-estágio liga-se ao fato de tais combinações não serem sistemáticas. (INHELDER; PIAGET, 1976).

Assim como descrito por Inhelder e Piaget (1976), o sujeito FIS01 apresenta-se inicialmente no nível IIA, por meio da combinação $(1 \times g) + (2 \times g) + (3 \times g)$, dada a não efetividade, passa a combinações 3 por 3, sendo $(1 \times 2 \times g)$ e $(3 \times 2 \times g)$, observando que nada ocorre, passa a combinações sobre as combinações $(1 \times 2 \times 3 \times g)$. Na transcrição a seguir, fica claro que o sujeito não fez as combinações de maneira sistemática, corroborado por sua explicação ser de fato, divergente do realmente realizou, e que foi observado durante as gravações.

A: então... você tem que repetir a mesma cor

B: tá...

A: se quiser... ((risos/colocando os frascos para testar as combinações a alcance da entrevistada))

B: ((testando os líquidos/longo período))

B: ((colocou uma amostra dos líquidos um, dois, e três em recipientes separados, respectivamente A, B e C, e após inseriu uma amostra do g em cada um deles. Não fez nenhuma anotação. Constatou que não houve alteração com a combinação direta e pareceu se surpreender com essa constatação. Após inseriu uma amostra do líquido dois no frasco A, e após inseriu uma amostra do líquido dois também no frasco C, após inseriu uma amostra do líquido três no frasco A novamente, observou o mesmo, e após inseriu uma amostra do líquido três no frasco))

B: eu acho que eu consegui... ((risos))

A: é... ele ficou da mesma cor... como que você chegou na resposta?

B: é:: primeiro eu coloquei... o um eu coloquei aqui... o dois aqui... e o três aqui...

A: uhum

B: aí eu coloquei um pouquinho do g em cada um... aí eu misturei o um... com o dois e com o três... e o dois com o um... que daí eu consegui chegar na cor... ((não foi exatamente dessa maneira que ocorreu, como demonstrado na descrição do entrevistador acima, porém a entrevistada não realizou nenhuma anotação sobre o procedimento que estava adotando))

A: tá... e por que você fez essa associação? ... de colocar o um nesse e nesse e daí o dois você foi para cá? ... foi isso né?

B: não... é que esse era um dois e três...

A: ah tá...

B: (eu já tinha organizado)... e daí eu coloquei o um aqui o dois aqui e o três aqui... daí eu tentei misturar com o g pra ver se ia formar direto... ai como não formou eu coloquei o um no dois e no três... e ai eu ia colocar o dois no um e no três... ((tom de dúvida, excitou na explicação e na demonstração)) mas daí acabou formando...

A: tá... e você acha que teria outra maneira de resolver? porque você... você usou algum método ou você foi no chute ((risos))

B: fui no chute ((risos))

A: no chute... e você acha que teria alguma outra maneira de a gente resolver?

B: ((silêncio))... não sei...

O sujeito QUI02, assim como o anterior, inicia com combinações de dois líquidos apenas, porém, sem adicionar o g, e sim, os líquidos entre si, sendo $(1 \times 2) + (1 \times 3) + (2 \times 3) + (3 \times 4) + (3 \times g) + (2 \times g) + (1 \times g) + (4 \times 1)$. Sendo que o sujeito não realiza de forma sistematizada estas combinações, e acaba por equivocar-se no seu processo de combinatória. Porém, espontaneamente, como é de se esperar neste subestágio, passa para combinações duplas, chegando assim, a coloração desejada, porém de forma não sistemática.

Tais fatos são apresentados a seguir, no trecho do protocolo de pesquisa deste sujeito.

A: é:: o que você fez até agora?... só para eu me situar

B: tá... eu misturei o um com o dois... o um com o três... né... também... é:: dois com o três... daí o três com o quatro... daí o g com o três... o g com o dois... o g com um... daí agora eu ia... fazer o quatro e o um... que eu não fiz... que eu não lembro onde eu coloquei que eu poderia... ah não... eu não fiz o quatro e o um... ((fazendo a combinação de quatro e um)) que agora eu parei para pensar... eu poderia ter feito de outro jeito

A: qual?

B: eu poderia ter colocado em cinco copinhos... pelo menos primários né... do um ao g... e daí depois ir colocando de cada um com mais cinco... que era bem mais fácil... do que tentar fazer um de cada... é que eu achei que era pra fazer em dupla... não um... que você poderia misturar todos sabe... eu pensei que era pra fazer de... eu to muito louco ou esse daqui... ((referindo-se a um dos copos)) tá quase... ((observando cada um dos recipientes e comparando-os entre si)) não tá?

B: ah LÁ... deu boa ((tom de entusiasmo))

A: e como que você chegou?
 B: eu misturei o:: esse com um... o g com... esse daqui
A: o g com um?
 B: é
A: mas você já não tinha misturado por... no início o g e o um e não tinha... chegado nessa coloração?
 B: não... não fiz esse... esse aqui foi o último que eu fiz... eu fiz assim no começo... daí depois eu percebi que... que eu não tinha feito eles... eu só fiz com esses daqui... daí eu fiz esse por último ...
A: uhum
 B: poderia ter feito um com dois... daí um com três... um com quatro... e um com um... que eu não fiz... eu pensei poderia ter feito isso... e acabei não fazendo... eu misturei os dois... agora aqui... daí eu tava vendo que tava... um pouquinho diferente... daí agora ele chegou
A: tá... então você poderia repetir de volta?
 B: o que?
A: esse um e g
 B: AH um e g
A: é:: o que você falou que você chegou na coloração foi a mistura do um e do g... né?
 B: pra ver se chega mesmo?
A: uhum
 B: (tem ué) ()... falta de atenção... ((não formou a coloração desejada))
A: então o que pode ter acontecido?
 B: minha falta de atenção... é:: me embananei ((confundi)) na hora de deixar os copinhos... ou...
A: o que pode ter de diferente?
 B: eu coloquei o um a mais nesse daqui... que não era o caso...
A: um a mais?
 B: é... que eu misturei... então esse aqui eu coloquei o g com o outro... com o um talvez... é eu me perdi aqui nos copinhos... mas se não me engano... esse daqui foi o último copo que eu fiz mistura... era com o g e o um... ((pensativo)) vou tentar de novo esse daqui... HUM agora deu boa... eu misturei o g com o três... com o um... então no caso... o um talvez ele... não seja algo ()... tentar só mais uma coisa só pra eu... vou acabar com seus copinhos ((tom de brincadeira))
A: ((risos)) não tem problema... é pra isso mesmo... tá... o que você está tentando agora?
 B: eu quero só tentar só esses dois daqui pra eu ver...
A: uhum
 B: ((testando)) uhum... a agora deu boa... então eu misturei o g o três e o um... deu a coloração
A: tá... então é mistura dos três... como que você chegou nessa... resposta?
 B: eu fui pelo método de tentativa e erro...((risos))
A: tentativa e erro ((risos))
 B: é ((risos))

O sujeito FIS06, embora presente neste subestágio IIB, diferentemente dos demais, apresentou inicialmente uma combinação com três líquidos, porém, o que o caracteriza neste subestágio é o fato da sua ausência de sistematização no processo, sendo que as combinações foram realizadas de maneira aleatória.

Como apresenta-se a seguir:

A: aqui tem copinhos... que você pode usar à vontade... se precisar anotar na folha também ((indicando as folhas))
 B: ((colocando os recipientes e adicionando dois líquidos de uma vez e o g)) deixa eu ver... eu creio que a cor seja a mesma
A: o que você misturou?
 B: o um com três e o g
A: uhum
 B: creio que a cor é essa ((tom de voz receoso)) então... para cor eu tenho um pouco de dificuldade... que eu sou meio daltônico...
A: tá... a cor é a mesma

B: a cor é a mesma

A: uhum... e:: qual que foi o princípio que você usou para?

B: então... eu fui da ideia que se esse que é o g né... então eu vou ter mistura esse com algum desses quatro... e chegaria naquela cor... porque alguma daquelas substâncias que está aqui... algumas delas aqui ((indicando o recipiente com o líquido amarelo)) é igual a essa... pelo que você me falou né ()

Apenas o sujeito QUI03, caracterizou-se dentro do subestágio IIIA, que apresenta como novidade, a formação de combinação sistemática de n a n , que se dá por meio do desenvolvimento das operações formais, também destaca a compreensão do fato de que a cor é derivada da combinação dos elementos.

A: tá... uhum... eu só vou pedir para você observar o que eu vou fazer agora

B: uhum

A: ((vertendo o líquido g nos dois recipientes sem identificação, com auxílio das pipetas Pasteur)) aqui... aqui... é:: você notou alguma alteração?

B: sim... teve alteração de cor

A: tá... é:: ele tá numa coloração::... amarela né... amareladinho... então o que eu vou pedir para você fazer aqui... que você usando esse conjunto do um até o g... que você chegue nessa mesma coloração amarela para mim

B: hum ((pensativa)) mas eu posso misturar... como que eu posso misturar?

A: a seu critério

B: ((gesticulou afirmativamente))

A: é:: daí você pode usar os copinhos aqui...

B: uhum ((organizando o material para fazer a atividade))

B: ((separou quatro recipientes, e adicionou o no primeiro o líquido quatro e em seguida o g, após misturou e observou se houve mudanças, repetindo este procedimento para os demais líquidos, sem obter a coloração desejada))

A: é:: você poderia me explicar só o que você fez nesse primeiro momento?

B: então... ((risos)) primeira... é:: eu tentei... eu tentei... mudar a coloração utilizando cada um dos números misturando com o g

A: isoladamente?

B: isoladamente

A: uhum

B: agora ((suspiro)) como pode ser que ele não mude... não sei se poderia acontecer isso... mas pode ser que ele não mude de cor se eu colocar o g primeiro... então talvez eu tenha que misturar mais de um líquido

A: uhum

B: ter que misturar um com outro ((separa novos recipientes, adicionando agora dois líquidos – o um e o dois – para depois o g))

A: uhum... qual que você misturou nesse?

B: o número um e o número dois

A: o um e o dois... tá

A: e como que você definiu o critério? ou não tem...

B: eu pensei que::... se não deu certo de misturar apenas o... os béqueres numerados com o g... talvez eu tenha que misturar... é:: misturar entre eles... que no caso seria... análise combinatória né ((tom de alegria ao indicar uma maneira de resolução))

A: uhum

B: eu tento todas as opções possíveis... ((suspiro)) vai demorar mais... mas eu tenho que fazer por tentativa né ((risos))

A: uhum

B: ((separa novos recipientes, adicionando dois líquidos – o um e o três – para depois o g))

B: consegui ((risos))

A: o que que você usou?

B: eu usei o número um e o número três... e com o g

A: um o três e o g

B: uhum

Portanto “vemos a diferença completa de atitude entre esses sujeitos e os do nível IIB” pois “a atitude nova do nível IIIA se assinala simultaneamente nos métodos combinatórios adotados e nos próprios raciocínios”. (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 88). Assim, constatamos que o referido sujeito, apresentou um comportamento de certa forma, mais planejado, tendo em mente os caminhos e percursos para a resolução da atividade com que se deparou, estruturando aspectos que o colocaram neste subestágio.

Por fim, o que podemos observar com base na TCC de Vergnaud, bem como nas atividades anteriores, é o fato do sujeito formular suas representações de forma verbal, e em alguns casos se recusando a fazer no formato de representações simbólicas.

O sujeito QUI02 representa bem esta característica, ao fazer uso das representações verbais, buscando controlar esta situação, sendo destacado os trechos de fala que não eram destinados ao entrevistador, e sim, para si próprio.

<p>B: ((risos)) tá... beleza... então aqui... ((anotando as combinações já realizadas)) B: ((inserindo dois líquidos em outro recipiente observando que não obteve mudança e anotando, repetindo este procedimento três vezes)) B: () <u>repeti a mesma coisa?</u> ((tom de dúvida/se perdeu nas combinações)) () <u>esse aqui já foi... esse aqui já foi... () eu tinha feito dois e quatro... agora eu me perdi... eu tinha pego três e quatro né? nesse último... () ((continua testando)) que é a mesma coisa de novo... que eu já tinha feito... eu to muito perdido... foi mal... é que hoje eu acordei cedo</u> ((explicando ao entrevistador))</p>
--

Outro aspecto que neste caso, coincidiu com as observações do ponto de vista piagetiano, está no fato de somente o sujeito QUI03 apresentar uma estrutura visível sobre os esquemas que utilizou e que se fizeram efetivos, tal fato pode ser associado a sua caracterização no subestágio IIIA, que permite, por meio da utilização das estruturas operatórias formais, a visualização de tais possibilidades, e a sua escolha.

6.4.4 Os Sujeitos... As Atividades Operatórias Piagetianas/Situações-problemas... E as Ações Educativas

Buscou-se neste item, visualizar o que cada um dos quatro sujeitos apresentou perante as atividades realizadas, e como isso pode se relacionar com sua formação, bem como apontar, mesmo que brevemente, possíveis ações educativas que se relacionam com os resultados evidenciados.

O quadro a seguir, reúne as informações necessárias para tal discussão:

Quadro 11 – Resumo do desempenho dos sujeitos nas atividades operatórias piagetianas

		Sujeitos			
		FIS01	QUI02	QUI03	FIS06
Atividades Operatórias Piagetianas	01	Nível IIB	Nível IIIA	Nível IIIA	Nível IIIA
	02	Transição entre os níveis IIB e IIIA	Transição entre os níveis IIB e IIIA	Nível IIIA	Nível IIIA
	03	Subestágio IIB	Subestágio IIB	Subestágio IIIA	Subestágio IIB

Fonte: Os Autores

A convergência de todo o estudo sobre este grupo, evidencia que os sujeitos FIS01 e QUI02, apresentam perante este conjunto de atividades, uma estrutura cognitiva que indica aspectos do segundo subestágio das operações concretas.

Este apontamento, se deu em decorrência de se observar um equilíbrio nas respostas de cada um das atividades, aonde apontam sistemas de saída do universo concreto, mas também características que ainda os colocam neste sistema, lembrando, que este é um ambiente altamente frutífero e que prepara o sujeito para entrar no universo das operações formais.

O sujeito QUI03, apresentou para as atividades aplicadas, um conjunto de respostas que o levam certamente ao domínio de entrada das operações formais, pois reconheceu em processos de resolução das atividades as operações infralógicas, bem como a realização de operações sobre operações, sendo o único a apresentar uma combinatória sistemática na terceira atividade aplicada, e esta última, associada a segunda atividade, corroborou para tal posicionamento.

O sujeito FIS06, embora, muito próximo do sujeito QUI03, apresentou em uma das atividades um não domínio de determinadas operações pertencentes ao universo das operações formais, podendo-se inferir que também apresenta subsídios suficientes para uma caracterização enquanto processo de entrada no sistema operatório formal, porém, sem todo o domínio de operações sobre hipóteses, tal como o sujeito QUI03.

Portando, de um ponto vista geral, os sujeitos estão em um processo de transição de aspectos do pensamento operatório concreto, para o pensamento operatório formal, e tais características são de extrema importância, pois, de acordo com a teoria epistemológica piagetiana, tais sujeitos deveriam apresentar as estruturas operatórias formais já consolidadas, e isto de fato, não se observou em nenhum dos sujeitos investigados.

De um ponto de vista vergnaudiano, aonde as ações que mais foram marcadas pelos sujeitos, foram suas representações verbais, e como já descrito anteriormente, indicam um

processo de tentativa de domínio ou planificação sobre determinadas situações ainda não controladas. O que vem a corroborar com os indícios observadas com a teoria piagetiana.

Para além, podemos destacar que os sujeitos de fato fazem uso de diversos invariantes operatórios, porém, estes nem sempre são de seu completo domínio, e isto vem ao encontro do que Vergnaud destaca como a importância do sujeito ser confrontado com diferentes atividades-problemas, para que consiga de fato, dar um sentido ao conceito que se está apropriando, tal característica fica evidente, e de certa forma merece destaque, ao se retornar ao sujeito QUI03, que expressou o seu não domínio do conceito de conservação do volume, por suas experiências se reduzirem a objetos de mesmo formato.

Quanto mais os sujeitos se defrontam com situações-problemas, maior é o rol de esquemas que o mesmo constrói, e tem a sua disposição para atuar em terminados contextos. Possibilitando assim, tornar um esquema efetivo não só para si, como também do ponto de vista conceitual, de modo a torná-los cada vez mais robustos.

Portanto, observamos que embora os sujeitos entrevistados no método clínico crítico apresentem tais aspectos cognitivos para o contexto investigado, e de certa forma, ao observar os resultados da primeira investigação inspirada no método clínico crítico, associados aos preceitos da TCC, pode-se inferir que, mesmo os sujeitos não estando inteiramente no domínio das operações concretas, o fato de também não estarem integralmente no domínio das operações formais, exige um olhar diligente sobre este processo de transição.

Pois, para jovens adultos (19,9 anos), universitários, futuros docentes e da área de ciências naturais, tais aspectos cognitivos se farão necessários em algum determinado momento, isso, se já não o foram.

Os resultados acima evidenciados, nos levam as seguintes reflexões, por vezes o ambiente escolar é o que mais fornece estímulos ao sujeito, para que ocorra seu desenvolvimento cognitivo, e quando este ambiente não atinge este propósito, corre o risco de o sujeito permanecer toda a sua escolaridade respondendo a estímulos passivamente, sem desenvolver nem utilizar de forma efetiva seus mecanismos de reflexão. (SARAVALI, 2005).

Porém, o ambiente universitário diverge, e muito, deste ambiente escolar de passividade, pois requer do discente um pensamento formal, que envolve a reflexão sobre seus próprios processos mentais, a construção de hipóteses e teorias, processos abstrativos complexos, bem como o ambiente social formado no contexto universitário, exigindo desde sujeito mais do que as operações concretas são capazes de comportar. (SARAVALI, 2005).

Ainda de acordo com Piaget (2002), o pensamento formal, com toda sua complexidade e potencialidade, aproxima-se dos preceitos do pensamento científico, no que se refere a

compreensão de dados, leitura de mundo, compreensão da ciência, entre outros, tornando-se ainda mais vital no contexto universitário.

Tais constatações sobre o ambiente universitário, em conjunto com os aspectos evidenciados nesta pesquisa, nos conduzem a refletir sobre a necessidade de ações educativas, tanto no ensino básico quanto no superior. Sendo que tais afirmações não são recentes, porém, continuam extremamente necessárias, como aqui evidenciado.

A RS desenvolvida fornece subsídios para esta afirmação, como advoga-se a seguir.

Em 1979, Liberman e Hudson já evidenciavam em suas pesquisas que o raciocínio operatório formal era uma condição necessária, embora não única, para o bom desempenho do aluno de física. Apontando a necessidade do desenvolvimento, implementação de interações e experiências projetadas, para desenvolver o raciocínio lógico nestes estudantes.

Em 1985, Cinquepalmi *et al.* destacam a necessidade dos professores universitários se atentarem as escolhas das atividades em sala de aula, bem como do conteúdo do curso, buscando considerar o real desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Recentemente, a pesquisadora Donel (2015), em pesquisa realizada no Brasil, aponta para a necessidade de se considerar os aspectos cognitivos no processo de ensino-aprendizagem, bem como, mudanças emergenciais no sistema de ensino, que proporcionem o real desenvolvimento cognitivo nos estudantes.

Ao encontro da pesquisa supracitada, Nasser; Souza e Torraca (2017), destacam ações que quando desenvolvidas no ensino médio, podem ser favoráveis à superação de obstáculos e a construção de determinados conceitos como o de função.

Sendo algumas destas ações educativas: O incentivo às habilidades com o trato algébrico; O reconhecimento de padrões em sequências de figuras, que constitui uma boa prontidão para o conceito de função; A exploração de funções definidas por mais de uma sentença; O tratamento das progressões como funções, cujo domínio é o conjunto dos números naturais; A exploração de figuras geométricas, tanto bidimensionais como tridimensionais, com a identificação de propriedades entre seus elementos; O uso de transformações no plano para chegar ao gráfico pretendido por meio de translações e reflexões nos gráficos básicos; e O uso da tecnologia para a observação de modificações no traçado de gráficos.

Portanto, evidencia-se de maneira alarmante, a necessidade de tais medidas, que levem em consideração os aspectos cognitivos do estudante, mas para além disso, que também proporcionem o desenvolvimento de tais estruturas, elevando o sujeito ao seu *status* de estudante universitário, dentro de todas as possibilidades que este contexto educacional e científico requer.

E principalmente por considerar desta forma, a atuação com o sujeito que é neste momento, um sujeito psicológico, como os que aqui foram descritos, e não como o sujeito epistêmico, qual por vezes é idealizado pelo sistema de ensino, ao tratar todos os alunos de um determinado grupo como detentores das estruturas cognitivas necessárias para o estudo e compreensão de determinado conteúdo.

Por fim, todo este estudo é necessário, pois como destaca Becker “todo esse esforço de desvelamento do sujeito epistêmico serve para indicar o caminho da formação do próprio sujeito humano, em todas as suas dimensões”. (BECKER, 1999, p. 87).

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em toda a pesquisa desenvolvida, retoma-se neste momento o objetivo geral deste trabalho, que tratava de “inferir quais características do desenvolvimento cognitivo segundo a teoria de Jean Piaget se fazem mais evidentes em discentes das licenciaturas em física e química da UEPG, regularmente matriculados no 1º ou 2º ano, dos referidos cursos” constatando-se que este objetivo foi atingido ao se inferir que os sujeitos estão em um processo de transição de aspectos do pensamento operatório concreto para o pensamento operatório formal. E com base nisso, observa-se que a asserção levantada inicialmente não é válida para este contexto investigado, pois, os sujeitos não se encontram como teorizado, no estágio operatório dos pensamentos formais.

Vindo ao encontro do supracitado, Vergnaud nos fornece subsídios para a compreensão didática de processos de ensino-aprendizagem, ou seja, tratando do sujeito em ação, em sala de aula, bem como a necessidade de se proporcionar a estes sujeitos, mecanismos para a construção dos conhecimentos complexos, e a pluralidade de situações-problemas com as quais devem ser contrastados.

Portanto, a asserção refutada, a necessidade das situações-problemas e o contexto evidenciado, apontam para a necessidade do tratamento do sujeito psicológico pelo sistema educacional, e não mais do sujeito epistemológico e idealizado. Pois, Piaget vem para dar suporte para compreensão dos mecanismos e estruturas que envolvem o sujeito epistêmico, porém, é necessário para se trabalhar com ele, aspectos que considerem o sujeito psicológico, principalmente em sala de aula, e é neste contexto que Vergnaud atua.

Os apontamentos aqui descritos não têm o objetivo de esgotar o referido assunto, pelo contrário, esta pesquisa, assim como a de outros pesquisadores, apontam para um horizonte ainda inexplorado, quando se trata das estruturas cognitivas em sujeitos adultos.

Sendo que se visualiza a necessidade, para além, de se explorar a relação dos alunos dos cursos de ciências, principalmente tratando-se de licenciaturas, com o seu desempenho acadêmico, pois como evidenciado em outras pesquisas, esta relação não só existe como é de extrema importância.

Sendo que, o supracitado vem ao encontro da necessidade de se elencar as dificuldades dos sujeitos do ponto de vista dos campos conceituais, e como estes estão relacionados com os aspectos cognitivos piagetianos.

Ocorre também, discussões sobre a necessidade de se realizar estudos longitudinais, como acompanhamento serial, buscando indícios do desenvolvimento de tais aspectos ao decorrer dos anos, se há correlação com o currículo, metodologias, campos conceituais, entre outros.

Por fim, pode-se concluir que os estudos com sujeitos adultos, em um contexto universitário, ainda se fazem de extrema importância, pois, como evidenciado, os sujeitos não apresentaram domínio de todos os mecanismos disponíveis para um sistema operatório formal, e tal fato pode acarretar sérias complicações para seu desempenho acadêmico, como é evidenciado em pesquisas já realizadas, ou como os próprios referenciais teóricos apontam.

REFERÊNCIAS

- ALBERS, D. Predicting Nonsuccess in Beginning College Mathematics Courses. 1991. ERIC Number: ED333921. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED333921>. Acesso em: 15 set. 2020.
- ALMEIDA, L. S.; CRUZ, J. F. Transição e Adaptação Acadêmica: Reflexões em torno dos alunos do 1º ano da Universidade do Minho. *In: SILVA, J. L. et al. (org.). Ensino Superior em Mudança: Tensões e possibilidades.* 2010. p. 429-440. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/11543>. Acesso em: 31 out. 2020.
- ANDRADE, M. E. Uso da ferramenta *Modellus* no ensino de física: uma abordagem a luz da Teoria dos Campos Conceituais. **Informática na educação: Teoria e Prática.** v. 18, n. 1, p. 27-36, jan./jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.22456/1982-1654.51782>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/51782>. Acesso em: 19 out. 2020.
- ARAÚJO NETO, W.; GIORDAN, M. Metodologia para estudo de um campo conceitual na química: Representação estrutural no ensino superior. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru – SP. Atas [...]* Bauru – SP: ABRAPEC, 2005. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/index.htm. Acesso em: 19 out. 2020.
- ASEERI, M. M. Y. Abstract Thinking of Practicum Students at Najran University in Light of Piaget's Theory and Its Relation to Their Academic Level. **Journal of Curriculum and Teaching.** v. 9, n. 1, p. 63-72, 2020. Disponível em: <http://www.sciedupress.com/journal/index.php/jct/article/view/16948/10726>. Acesso em 15 set. 2020.
- AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** v. 17, n. 2, p. 579-619, ago. 2017. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172579>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4551>. Acesso em: 11 set. 2020.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo.* Tradução de Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARNES, G. BARNES, G. B. Students' scores on Piagettype questionnaires before and after taking one semester of college physics. **American Journal of Physics,** 46(8), p. 807-809, aug. 1978. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.11192>. Acesso em: 15 set. 2020.
- BARNES, G. Scores on a Piagettype questionnaire versus semester grades for lowerdivision college physics students. **American Journal of Physics.** v. 45, n. 9, p. 841-847, sep. 1977. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.11059>. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/pdf/10.1119/1.11192>. Acesso em: 15 set. 2020.
- BARNES, G.; BARNES, G. B. Students' scores on Piagettype questionnaires before and after taking two semesters of college physics. **American Journal of Physics.** 48, p. 774, 1980.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1119/1.12019>. Disponível em:
<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.12019>. Acesso em: 15 set. 2020.

BECKER, F. Abstração Pseudo-empírica: significado epistemológico e impacto metodológico. **Educação & Realidade**, v. 42, n. 1, p. 371-393, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623656521>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-62362017000100371&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 02 nov. 2020.

BECKER, F. O sujeito do conhecimento: Contribuições da epistemologia genética. **Educação e Realidade**. 24(1), p. 73-89, jan./jun. 1999. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/55807>. Acesso em: 09 out. 2020.

BENDER, D. S. MILAKOFSKY, L. College chemistry and Piaget: The relationship of aptitude and achievement measures. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 19, n. 3, p. 205-216, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660190303>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660190303>. Acesso em: 15 set. 2020.

BLACKBURN, J. A. The Influence of Personality, Curriculum, and Memory Correlates on Formal Reasoning in Young Adults and Elderly Persons. **Journal of Gerontology**. v. 39, n. 2, p. 207-209, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1093/geronj/39.2.207>. Disponível em: <https://academic.oup.com/geronj/article-abstract/39/2/207/564685?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 15 set. 2020.

BLAKE, A. J. D. Level of Intellectual Development of Teacher Education Students. **The Australian Journal of Education**. v. 22, n. 1, p. 89-90, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1177/000494417802200108>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000494417802200108>. Acesso em: 15 set. 2020.

BORBA, P. V. **Indicadores pedagógicos construtivismo no ensino de ciências – nas séries iniciais do primeiro grau: uma perspectiva piagetiana**. 1995, 174 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111422/104333.pdf?sequence=1>. Acesso em: 09 out. 2020.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Revista Eletrônica Gestão e Sociedade**. v. 5, n. 11, p. 121-136, mai./ago. 2011. DOI: <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>. Disponível em: <https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220>. Acesso em: 09 set. 2020.

BRASILa, 2020. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 15 set. 2020.

BRASILb, 2020. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Portal Brasileiro de Publicações Científicas em Acesso Aberto. Disponível em: <http://oasisbr.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 15 set. 2020.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: Um *software* gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**. v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.9788/TP2013.2-16>. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200016. Acesso em: 11 set. 2020.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. Tutorial para uso do *software* IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). 2016. Disponível em: http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues_17.03.2016.pdf/view. Acesso em: 21 set. 2020.

CARVALHO JUNIOR, G. D.; AGUIAR JUNIOR, O. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 207-227, ago. 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2008v25n2p207>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p207>. Acesso em: 19 out. 2020.

CARVALHO JUNIOR, G. D.; PARRAT-DAYAN, S. Recortes históricos sobre a noção de schème em Piaget: o processo de desenvolvimento de um conceito. **Estudos RBEP**. v. 96, n. 244, p. 522-540, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S2176-6681/361213543>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812015000300522&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 out. 2020.

CASTELEINS, V. L. Dificuldades e benefícios que o docente encontra ao realizar aulas práticas de química. In: Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, X. 2011, p. 16398-16407. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2011/6331_3949.pdf. Acesso em: 02 nov. 2020.

CINQUEPALMI, R. *et al.* The Relationship Between Piaget-Type Questionnaire Scores and Academic Achievements of Engineering Freshmen. **IEEE Transactions on Education**. v. E-28, n. 2, p. 111-114, may 1985. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.1985.4321751>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4321751>. Acesso em: 15 set. 2020.

CINQUEPALMI, R. FOGLI-MUCIACCIA, M. T.; PICCIARELLI, V. Cognitive development in relation to secondary school final examination results in the Italian school system. **European Journal of Science Education**. 7:2, p. 215-219, 1985. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/0140528850070212>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0140528850070212>. Acesso em: 15 set. 2020.

COMMONS, M. L.; MILLER, P. M.; KUHN, D. The Relation Between Formal Operational Reasoning and Academic Course Selection and Performance Among College Freshmen and Sophomore. **Journal of Applied Developmental Psychology**. 3, p. 1-10, 1982. DOI: [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0193-3973\(82\)90028-4](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0193-3973(82)90028-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0193397382900284?via%3Dihub>. Acesso em: 15 set. 2020.

CONTENTO, I. Thinking about nutrition: Assessing and enhancing the reasoning skills of College Non-Major nutrition students. **Home Economics Research Journal**. v. 10, n. 2, p. 160-174, dec. 1981. DOI: <https://doi.org/10.1177/1077727X8101000206>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1177/1077727X8101000206>. Acesso em: 15 set. 2020.

COSTA, P. A.; MAIA, J. S. S. Uma leitura da educação ambiental crítica no Periódico Environmental Education Research por meio da Revisão sistemática. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 9., 2017, Juiz de Fora – MG. **Anais [...]** Juiz de Fora. 2017. p. 1-10. Disponível em: http://epea.tmp.br/epea2017_anais/pdfs/plenary/0170.pdf. Acesso em: 11 set. 2020.

CROUCH, J. G. Differences in Grade Point Averages of Male and Female College Students Having Different Majors and Piagetian Operational Levels. 1984. ERIC Number: ED249448. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=ED249448&id=ED249448>. Acesso em: 15 set. 2020.

CUNHA, M. V. Piaget: Psicologia genética e educação. Acervo Digital da Unesp. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/141>. Acesso em: 09 out. 2020.

DELVAL, J. **Introdução à prática do método clínico**: descobrindo o pensamento das crianças. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DETTLOFF, J. M. **Predicting Achievement in Community College Science Students**. 1982. Ed. D Dissertation – University of Michigan. 1982. ERIC Number: ED219263. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=ED219263&id=ED219263>. Acesso em: 15 set. 2020.

DOCKWEILER, C. J. Using Systems of Reference with Spatial Concepts: Their Development from 5th Grade to College Age. 1978. ERIC Number: 159082. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED159082>. Acesso em: 15 set. 2020.

DONEL, M. L. H. **Dificuldades de aprendizagem em cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal – uma análise no ensino superior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/124483>. Acesso em: 15 set. 2020.

ERIC, 2020. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?Journals>. Acesso em: 15 set. 2020.

FARRELL, M. A.; FARMER, W. A. An In-Depth Analysis of the Projection of Shadows Task. In: Annual Symposium of the Jean Piaget Society, 30., 1983 Philadelphia – Pennsylvania. **Paper...** ERIC Document Reproduction Service N° ED230409. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=An+In-Depth+Analysis+of+the+Projection+of+Shadows+Task.&id=ED230409>. Acesso em: 15 set. 2020.

FERMIANO, M. A. B. **Nível cognitivo de alunos do curso de magistério**. 2000, 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_8af5ae2c4c160a6f187c5cb84ba943d1. Acesso em: 27 out. 2020.

FURLANETTO, M. F. *et al.* Educação sexual em escolas brasileiras: revisão sistemática da literatura. **Cadernos de Pesquisa**. v. 48, n. 168, p. 550-571, abr./jun. 2018. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742018000200550. Acesso em: 11 set. 2020.

GABEL, D. L. Piagetian Research as Applied to Teaching Science to Secondary and College Students. **Journal of the School of Education**. Indiana University, Bloomington, 55(1), p. 24-33, 1979. ERIC Number: EJ205574. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ205574>. Acesso em: 15 set. 2020.

GARCIA, S. M. S. A construção do conhecimento segundo Piaget. **Ensino em Re-vista**. v. 6, n. 1, p. 17-28, jul./jun. 1998. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/7833>. Acesso em: 09 out. 2020.

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

GOULART, I. B. **Psicologia na Educação: fundamentos teóricos, aplicações à prática pedagógica**. Petrópolis, Vozes, 1987.

GOULART, I. B. **Piaget: Experiências básicas para utilização pelo professor**. 11 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

GRINGS, E. T. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Avanços e retrocessos dos alunos no campo conceitual da Termodinâmica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 7, n. 1, p. 23-46, 2008. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N1.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

GROSSI, Gabriel Pillar. Gérard Vergnaud: “ Todos perdem quando a pesquisa não é colocada em prática”. In: **Nova Escola**, 01 set. 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/960/gerard-vergnaud-todos-perdem-quando-a-pesquisa-nao-e-colocada-em-pratica>. Acesso em: 19 out. 2020.

HAMMER, R. E.; HOFFER, N.; KING, W. L. Relationships among gender, cognitive style, academic major, and performance on the Piaget water-level task. **Perceptual and motor skills**. 80, p. 771-778, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2466/pms.1995.80.3.771>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1995.80.3.771>. Acesso em: 15 set. 2020.

INHELDER, B.; PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais**. Tradução de Dante Moreira Leite. São Paulo: Pioneira, 1976

JAMISON, W.; SIGNORELLA, M. L. Sex-Typing and Spatial Ability: The Association Between Masculinity and Success on Piaget's Water-Level Task. **Sex Roles**. v. 6, n. 3, p. 345-353, 1980. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00287356>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00287356>. Acesso em: 15 set. 2020.

JENSKE, G. **A teoria de Gérard Vergnaud como aporte para a superação da defasagem de aprendizagem de conteúdos básicos da matemática: um estudo de caso**. 2011, 86 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2011.

JURASCHEK, W. A. **Piagetian cognitive development among prospective teachers**. 1974. Relatório Técnico nº 4. University Station, College of Education, The University of Texas at Austin, Texas, 1974. ERIC Number: ED106122. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED106122>. Acesso em: 15 set. 2020.

JUSTO, A. M.; CAMARGO, B. V. Estudos qualitativos e o uso de softwares para análise lexicais. In: SEMINÁRIO ANALÍTICO DE TEMAS INTERDISCIPLINARES, SEMINÁRIO DE PESQUISA INOVADORA NA/PARA FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 10., 2., 2014, Duque de Caxias – RJ. **Caderno de Artigos...** Duque de Caxias: Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”. 2014. p. 37-54. Disponível em: <https://lageres.wordpress.com/edicoes-anteriores/>. Acesso em 15 set. 2020.

KALICHMAN, S. C. Sex Roles and Sex Differences in Adult Spatial Performance. **The Journal of Genetic Psychology**. 150:1, p. 93-100, 1989. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00221325.1989.9914579>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221325.1989.9914579>. Acesso em: 15 set. 2020.

KENYON, J. Paper-and-pencil tests of piaget’s water-level test: sex differences and test modality. **Perceptual and Motor Skills**. 59(3), p. 739-742, 1984. DOI: <https://doi.org/10.2466%2Fpms.1984.59.3.739>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1984.59.3.739>. Acesso em: 15 set. 2020.

KREKLING, S.; NORDVIK, H. Observational training improves adult womens’ performance on Piaget’s water-level task. **Scandinavian Journal of Psychology**. 33(2), p. 117-124, 1992. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/j.1467-9450.1992.tb00891.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9450.1992.tb00891.x>. Acesso em: 15 set. 2020.

LEMOS, L. J. **A aquisição de noções de conservação no período pré-operatório de acordo a teoria do desenvolvimento da inteligência de Piaget**: em crianças de 06 e 07 anos de escola pública do distrito federal. 2005, 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2005. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/6653>. Acesso em: 09 out. 2020.

LIBEN, L. S.; GOLBECK, S. L. Performance on Piagetian Horizontality and Verticality Tasks: Sex-Related Differences in Knowledge of Relevant Physical Phenomena. **Developmental Psychology**. v. 20, n. 4, p. 595-606, 1984. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0012-1649.20.4.595>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0012-1649.20.4.595>. Acesso em: 15 set. 2020.

LIBERMAN, D.; HUDSON, H. T. Correlation between logical abilities and success in physics. **American Journal of Physics**. v. 47, n. 9, p. 784-786, sept. 1979. DOI: <http://dx.doi.org/10.1119/1.11929>. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.11929>. Acesso em 15 set. 2020.

MANO, A. M. P.; SARAVALI, E. G. As relações entre compreensão das fases lunares e construção de perspectivas: um estudo piagetiano. **Brazilian Applied Science Review**. Curitiba, v. 3, n. 1, p. 349-369, jan./fev. 2019. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/772>. Acesso em: 09 out. 2020.

MARÇAL, V. E. R. **O esquema de ação e a constituição do sujeito epistêmico:** contribuições da epistemologia genética à teoria do conhecimento. 2009, 115 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91757>. Acesso em: 09 out. 2020.

MARCONDES, R. SILVA, S. L. R. A relação ensino básico/ensino superior: Um estudo de caso sobre o PIBID interdisciplinar de Química e Física. *In: CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 2., 2019, Catalão: Anais...Catalão. 2019. p. 550-563.* Disponível em: <http://cecifop.sistemasph.com.br/index.php/cecifop/CECIFOP2019/paper/view/467/554>. Acesso em: 26 out. 2020.

MCKINNON, J. W.; RENNER, J. W. Are Colleges Concerned with Intellectual Development?. **American Journal of Physics**. v. 39, p. 1047-1052, 1971. DOI: <http://dx.doi.org/10.1119/1.1986367>. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1986367>. Acesso em: 15 set. 2020.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **International Journal of Surgery**. v. 8, p. 336-341, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>. Acesso em: 11 set. 2020.

MOILANEN, D. L. Depressive experiences of nonreferred adolescents and Young adults a cognitive-developmental perspective. **Journal of Adolescent Research**. v. 8, n. 3, p. 311-325, jul. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1177/074355489383006>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/074355489383006>. Acesso em: 15 set. 2020.

MOL, G. S. O ensino da química no ano internacional da química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v. 1, n. 1, p. 20-35, ago./dez. 2011. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1591/770>. Acesso em: 11 set. 2020.

MOL, G. S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 5, n. 9, p. 495-513, dez. 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/140/0>. Acesso em: 09 set. 2020.

MORAES, R. C. C. Educação a distância e efeitos em cadeia. **Cadernos de Pesquisa**. v. 40, n. 140, p. 547-559, mai./ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cp/v40n140/a1240140.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/569/0>. Acesso em: 19 out. 2020.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: Aspectos metodológicos**. 2003. Texto de Apoio N° 1 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha, em convênio com a UFRGS. Em português Texto de Apoio N° 19 desse Programa. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.

MWAMWENDA, T. S. Formal Operations and Academic Achievement. **The Journal of Psychology**. v. 127, n. 1, p. 99-103, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00223980.1993.9915547>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00223980.1993.9915547>. Acesso em: 15 set. 2020.

NASSER, L.; SOUZA, G. A.; TORRACA, M. A. Desempenho em cálculo: investigando a transição do ensino médio para o superior. **Boletim GEPEN**. n. 70, p. 1-13. jan./jun. 2017. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/spem-rj/viii-spem-rj/paper/viewFile/2021/1217>. Acesso em: 02 nov. 2020.

NOGUEIRA, C. M. I. A Formação de Professores que Ensinam Matemática e os Conteúdos Escolares: Uma Reflexão Sustentada na Epistemologia Genética. **Schème – Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. v. 5, Edição Especial, p. 284-312, 2013. DOI: <https://doi.org/10.36311/1984-1655.2013.v5n0.p284-312>. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/3230>. Acesso em: 30 out. 2020.

NOGUEIRA, C. M. I.; REZENDE, V. A Teoria dos Campos Conceituais no Ensino de Números Irracionais: Implicações da Teoria Piagetiana no Ensino de Matemática. **Schème – Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. v. 6, n. 1, p. 41-63, 2014. DOI: <https://doi.org/10.36311/1984-1655.2014.v6n1.p41-63>. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/3950>. Acesso em: 30 out. 2020.

NOGUEIRA, M. O. G.; LEAL, D. **Teorias da Aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico**. 2. ed. Curitiba: InterSaberes, 2015. 270 p.

OSTI, A. Concepções sobre desenvolvimento e aprendizagem segundo a psicogênese piagetiana. **Revista de Educação**, v. XII, n. 13, p. 109-118. 2009. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/educ/article/view/1910>. Acesso em: 09 out. 2020.

PASCUAL, J. G.; NASCIMENTO, N. A. Estruturas cognitivas formais: reflexões sobre o acesso à universidade. **Revista Metáfora Educacional**. n. 8, p. 15-29, jun. 2010. Disponível em: http://www.valdeci.bio.br/pdf/Pascual_Nascimento_%20ESTRUTURAS_COGNITIVAS_%20FORMAIS.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

PIAGET, J. **A origem da ideia do acaso na criança**. Tradução Ana Maria Coelho. Rio de Janeiro. Editora Record, 1951. 328p.

PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Tradução de Guilherme João de Freitas Teixeira. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**: Ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. Rio de Janeiro: Vozes, 1973.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Tradução de Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PIAGET, J. **Abstração Reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Tradução: Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PLYMALE, S. H.; JARRELL, B. J. A Comparison of Community College and College Education Sophomores Using Piaget's Cognitive Development Model. **Community College Review**. 9(3), p. 19-21, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F009155218100900305>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/009155218100900305>. Acesso em: 15 set. 2020.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python.exe**. Beaverto, EUA: Python Software Foundation, 2021. 26,9 MB. Linguagem de Programação. Disponível em: <https://python.org.br>.

RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. Psicologia e epistemologia genética de Jean Piaget. In: **Psicologia e epistemologia genética de Jean Piaget**. 1988. p. ix-87.

RAUPP, D. T. **Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica**. 2015, 243 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da vida e saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/122337>. Acesso em: 19 out. 2020.

RATINAUD, P. **IRaMuTeQ.exe**. Toulouse, França: LERASS, 2021. 13,7 MB. Interface R para Análises Multidimensionais de Textos e Questionários. Disponível em: <http://www.iramuteq.org>.

REYES, D. J. Cognitive Development of Teacher Candidates: An Analysis. **Journal of Teacher Education**. 38 (2), p. 18-21, march/abril, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1177/002248718703800205>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002248718703800205>. Acesso em: 15 set. 2020.

RICHARDSON, R. J. *et al.* **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, T. M. C. BECKER, M. L. R. A contribuição de Piaget e a experiência prática: um estudo de caso sobre a formação do professor de educação infantil. **Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas – SCHÊME**. v. 10, n. 2, p. 159-187, ago./dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.36311/1984-1655.2018.v10n2.08.p159>. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/8627>. Acesso em: 09 out. 2020.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**, Campo Grande, 2013.

ROSS, R. J. Some Empirical Parameters of Formal Thinking. **Journal of Youth and Adolescence**. v. 2, n. 2, p. 1687-177, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02214093>.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2F02214093>. Acesso em: 15 set. 2020.

SANTANA, E. R. S. **Adição e subtração: o suporte didático influencia a aprendizagem do estudante?**. Ilhéus, BA: Editus, 2012. p. 235.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. **Revista Ciência e Educação**. v. 19, n. 1, p. 15-33, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132013000100003>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132013000100003&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 09 set. 2020.

SARAVALI, E. G. A psicopedagogia na educação superior: contribuições da teoria piagetiana. **Revista Psicopedagogia**, v. 22, n. 69, p. 243-253. 2005. Disponível em: <http://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/420/a-psicopedagogia-na-educacao-superior--contribuicoes-dateoria-piagetiana>. Acesso em: 12 março 2019.

SCHEFFER, F. M.; TAUCEDA, K. C. A aprendizagem dos ciclos biogeoquímicos a partir da perspectiva da teoria dos campos conceituais. *In*: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, 29., 2017, Campus do Vale. **Atas [...]** Campus do Vale: UFRGS, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/293607917.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

SCOPUS. **What is Scopus Preview?**. SCOPUS. Disponível em: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15534/supporthub/scopus/#tips. Acesso em: 15 set. 2020.

SHIBLEY JR, I. A. *et al.* College Chemistry and Piaget: An Analysis of Gender Difference, Cognitive Abilities, and Achievement Measures Seventeen Years Apart. **Journal of Chemical Education**. v. 80, n. 5, p. 569-573, may 2003. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed080p569>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed080p569>. Acesso em: 15 set. 2020.

SILVA, J. A. O sujeito psicológico e o tempo da aprendizagem. **Cadernos de Educação**. [32], p. 229-250, jan./abr. 2009. DOI: <https://doi.org/10.15210/caduc.v0i32.1733>. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/1733>. Acesso em: 09 out. 2020.

SILVA, J. A.; FREZZA, J. S. Aspectos metodológicos e constitutivos do pensamento do adulto. **Educar em Revista**. n. 39, p. 191-205, jan./abr. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40602011000100013>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602011000100013&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 27 out. 2020.

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. T. Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de bioquímica: uma revisão sistemática. **Journal of Biochemistry Education**. v. 14, n. 1, p. 7-21, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.16923/reb.v14i3.630>. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/630>. Acesso em: 11 set. 2020.

TELES, C. F. **Jean Piaget**: uma análise de sua biografia e das suas contribuições para a educação de crianças. 2014, 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia)

– Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=79787>. Acesso em: 09 out. 2020.

THE R FOUNDATION. **R.exe**. Vienna, Austria: The R Foundation, 2021. 85 MB. Pacote Estatístico. Disponível em: <https://www.r-project.org>.

THOMAS, H.; JAMISON, W. On the acquisition of understanding that still water is horizontal. **Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development**. v. 21, n. 1, p. 31-44, jan. 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23084584>. Acesso em: 15 set. 2020.

UNIVERSIDADE Estadual de Ponta Grossa. Pró-reitora de Graduação. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID. **Edital 04/2018**. Ponta Grossa: Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, 30 ago. 2018. Disponível em: https://www2.uepg.br/prograd/wp-content/uploads/sites/19/2019/06/0109EDITAL-PROGRAD_PIBID_MULTIDISCIPLINAR-QU%c3%8dMICA-e-F%c3%8dSICA-n.-04_2018.pdf. Acesso em: 26 out. 2020.

VERGNAUD, G. *et al.* Une expérience didactique sur le concept de volume en classe de cinquième (12 à 13 ans). **Recherches En Didactique Des Mathématiques**. v. 4, n. 1, p. 71-120, 1983. Disponível em: <https://revue-rdm.com/1983/une-experience-didactique-sur-le-concept-de-volume-en-classe-de-cinquieme-12-a-13-ans/>. Acesso em: 29 out. 2020.

VERGNAUD, G. La teoria de los campos conceptuales. **Recherches em Didáctica des Mathématiques**. v. 10, n. 2,3, p. 133-170, 1990. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/122730/mod_resource/content/1/art_vergnaud_espanhol.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

VERGNAUD, G. Multiplicative Conceptual Field: What and Why?. *In*: CONFREY, J; HAREL, G. (edt.). **The Development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics**. SUNY series, reform in mathematics education. 1994, p. 41-59.

VERGNAUD, G. O que é aprender? Por que teoria dos campos conceituais? *In*: GROSSI, E. P. (Org.). **O que é aprender? O iceberg da conceitualização. Teoria dos Campos Conceituais TCC**. Porto Alegre: GEEMPA. 2017, p. 15-53.

WAVERING, M. J.; KELSEY, L. J.; PERRY, B. Order of Attainment of the Mental Structures for Five of Piaget's Logical, Infralogical, and Formal Tasks. **The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development**. v. 148, n. 3, p. 279-288, 1987. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00221325.1987.9914558>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221325.1987.9914558>. Acesso em: 15 set. 2020.

WEB OF SCIENCE. **Confident research begins here**. Clarivate Web of Science. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencgroup/solutions/web-of-science/>. Acesso em: 15 set. 2020.

WHITE, K. M.; FERSTENBERG, A. Professional specialization and formal operations: The balance task. **The Journal of Genetic Psychology**. 133, p. 97-104, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1080/00221325.1978.10533361>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221325.1978.10533361>. Acesso em: 15 set. 2020.

WILLIAMS, H. *et al.* Formal operational reasoning by chemistry students. **Journal of Chemical Education**. v. 56, n. 9, p. 599-600, sep. 1979. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed056p599>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed056p599>. Acesso em: 15 set. 2020.

WU, S.; LI, Y.; KONG, M. Sex and Ability Differences in Neural Strategy for Piaget's Water Level Test: An EEG Study. **Perceptual and Motor Skills**. v. 124, n. 2, p. 351-365, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0031512516687902>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0031512516687902>. Acesso em: 15 set. 2020.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Estadual de Ponta Grossa

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Av.: Gen. Carlos Cavalcanti, 4748 CEP: 84030-900 Bloco M, Sala 100

Campus Uvaranas Ponta Grossa Fone: (42) 3220.3108 e-mail: seccoep@uegp.br

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você _____, está sendo convidado a participar da pesquisa **“Os estágios do desenvolvimento cognitivo – do concreto ao formal: um estudo de caso sobre os discentes de cursos de Licenciatura em Química e Física sob o olhar de Jean Piaget”**, tendo como pesquisador responsável **Silvio Luiz Rutz da Silva** e como pesquisador participante **Renato Marcondes**, da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Sendo o objetivo geral desta pesquisa, buscar inferir quais características do pensamento operatório se fazem mais evidentes em discentes das licenciaturas em física e química da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Ponta Grossa/PR.

A sua participação no estudo consistirá em realizar as Atividades Operatórias Piagetianas, e responder ao questionário, tudo de forma sigilosa em anonimato, ou seja, seu nome não será exposto de nenhuma forma. Os dados coletados diante desse processo servirão de análise para escrita de dissertação e artigos. Toda a entrevista será gravada em áudio e vídeo, aplicando-se as regras de sigilo supracitadas.

Após as análises você será informado dos resultados desta pesquisa, sua participação é voluntária, portanto, não receberá recompensa ou gratificação nem pagará para participar. Será garantido o livre acesso a todas as informações e retirada de dúvidas sobre o estudo, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois da participação na pesquisa. Você poderá deixar de participar do estudo a qualquer momento, sem apresentar justificativas e, também, sem prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido, tendo também todas as dúvidas esclarecidas sobre a sua participação neste trabalho. Em caso de dúvidas, você poderá entrar em contato com qualquer um dos membros da pesquisa ou com a Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG:

Silvio Luiz Rutz da Silva

Rua Rodriguez Alves nº 554/102 Ponta Grossa /PR Telefone: (42) 99912-2701

Renato Marcondes

Rua Valério Ronchi nº 160 Ponta Grossa /PR Telefone: (42) 98828-6849


Comitê de Ética em Pesquisa

UEPG campus Uvaranas, Bloco M, sala 100 Telefone: (42) 3220-3108.

Assinatura do convidado para a pesquisa



Silvio Luiz Rutz da Silva



Renato Marcondes

Ponta Grossa, ___ de _____ de 2019.

APÊNDICE B – PROTOCOLOS DAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS

Entrevistador:	Nome do sujeito:	
Transcrição:	Idade:	Data de nasci.:
Data da Entrevista:	Curso:	
Nº da gravação:	Série:	
Hora de início:	Universidade:	
Hora de término:	Profissão da mãe:	
OBS:	Profissão do pai:	
	Irmãos:	

Entrevista Inicial

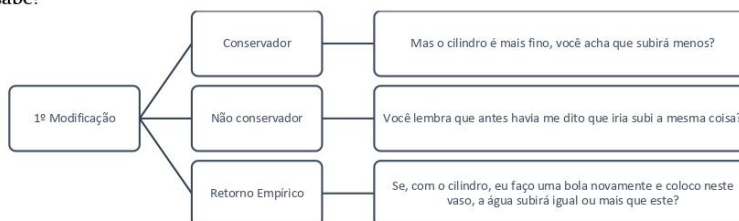
- Você sente algum tipo de dificuldade acadêmica, barreira, ou algo semelhante, no seu curso?
- Por quê? (depende da direção tomada: Sente falta de algo?)
- Sente que algo mudou em nível acadêmico, do ano passado para cá? (questão de dificuldades, compreensão, coisas relacionadas ao curso).

Atividade Operatória Piagetiana: Conservação do Volume

- O que você pode me dizer sobre esse material?
- Gostaria que você fizesse duas esferas com a massa de modelar.
- As esferas possuem a mesma quantidade de massa?
- E as provetas, possuem a mesma quantidade de líquido?
- Se eu colocar esta esfera nesta proveta (A), o que irá acontecer? (o líquido subirá, descerá, permanecerá igual) - (só colocar a bola no líquido se realmente for necessário).
- Se eu colocar esta esfera nesta proveta (B), o que irá acontecer?

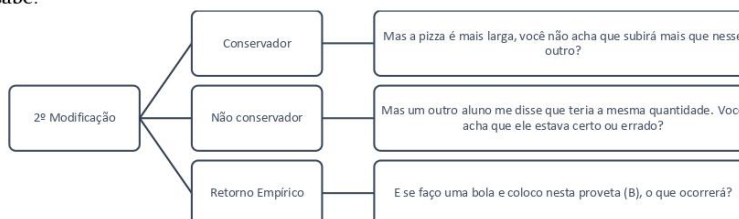
Primeira Modificação (esfera em cilindro)

- Se eu colocar este cilindro na proveta (B), o que irá ocorrer?
- Por quê? (a água subirá, descerá, ficara igual ao outro copo)
- Como sabe?



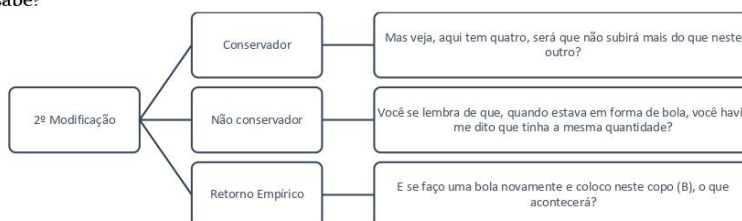
Segunda Modificação (cilindro em pizza)

- Se eu colocar esta pizza na proveta (B), o que irá ocorrer?
- Por quê? (a água subirá, descerá, ficara igual ao outro copo)
- Como sabe?



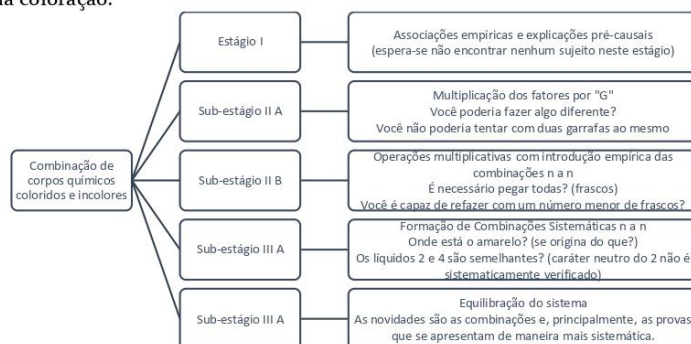
Terceira Modificação (04 esferas pequenas)

- Se eu colocar estas esferas na proveta (B), o que irá ocorrer?
- Por quê? (a água subirá, descerá, ficara igual ao outro copo)
- Como sabe?



Atividade Operatória Piagetiana: Combinação de corpos químicos coloridos e incolores

- O que você me dizer sobre este material?
- Fazer a parte prática experimental, para chegar a cor amarela, e depois o sujeito deverá chegar a mesma coloração.



Atividade Operatória Piagetiana: Operações Combinatórias

- O que você me dizer sobre este material?
- 3 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor?
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 4 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor?
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 5 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor?
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 6 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor?
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 7 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor? (sem material concreto)
- Se o sujeito não consegue, aplicar a contra argumentação: Mas como você estava resolvendo na combinação anterior?**
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 100 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor? (sem material concreto)

- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?
- 150 cores** – Qual o número de pares que podem ser formados, sem a repetição de pares da mesma cor? (sem material concreto)
- Quantas fichas de cada cor serão necessárias para a formação de todos os pares?
- Como você chegou nesse resultado?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PRELIMINAR

