



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

TAÍS OLIVEIRA MARTINS

**RELAÇÕES ENTRE A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA
E AS NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS: O CONSTRUTIVISMO NEURONAL
E SUAS ABORDAGENS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

PORTO ALEGRE

2018

TAÍS OLIVEIRA MARTINS

**RELAÇÕES ENTRE A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA
E AS NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS: O CONSTRUTIVISMO NEURONAL
E SUAS ABORDAGENS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito para obtenção do título de Mestra em Educação, modalidade Acadêmica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Leandro Eichler

PORTO ALEGRE

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Martins, Taís Oliveira
RELAÇÕES ENTRE A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA E AS
NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS: O CONSTRUTIVISMO NEURONAL E
SUAS ABORDAGENS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS / Taís
Oliveira Martins. -- 2019.
117 f.
Orientador: Marcelo Leandro Eichler.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Educação. 2. Epistemologia Genética. 3.
Neurociências. I. Eichler, Marcelo Leandro, orient.
II. Título.

DEDICATÓRIA

À minha filha Sofia, pelo amor incondicional que suporta
minhas ausências e por ser a razão de minha luta por um futuro melhor.

Que meu exemplo nunca te permita esquecer:

“Lute como uma garota!”

AGRAECIMENTOS

Ao meu orientador, Marcelo Eichler,
por me conduzir nesta caminhada e mostrar
que eu podia ir além.

Ao meu companheiro, Deivis,
por ser apoio, incentivo, braço direito,
pelo amor que supera uma agenda cheia e a falta de tempo,
por acreditar em mim e nos meus sonhos,
e principalmente por não me deixar desistir.

À minha querida Cleusa,
parceira de todas as horas, nossa mãe de coração,
sem quem nada seria possível e
nenhum sonho seria realizado

*“É indispensável que conquistemos este mundo,
não com as armas do ódio e da violência
e sim com as do amor e da persuasão”.*

Érico Veríssimo,
In: *Olhai os lírios do campo*(1938).

RESUMO

As teorias da psicologia do desenvolvimento estão na origem de muitos debates na área da didática das ciências ou do ensino de ciências, ontem e hoje. Atualmente, o campo das neurociências parece inspirar diversas abordagens práticas e teóricas na área da educação e, particularmente, do ensino de ciências. Neste sentido, esta dissertação buscou problematizar, aprofundar e estudar possíveis relações entre a epistemologia genética, as neurociências cognitivas e o ensino de ciências. Para tanto, diferentes métodos de pesquisa como a revisão bibliográfica, a entrevista clínica e a análise de livros didáticos foram utilizados de forma integrada na construção deste estudo que está organizado em quatro capítulos. Do ponto de vista teórico, pretendeu-se discutir o paralelismo psicofisiológico proposto por Jean Piaget em relação ao fenômeno de “Frenoblenoses”, conforme evidenciado e teorizado por Herman T. Epstein, além da (in)visibilidade das abordagens construtivistas nas neurociências. Em relação à produção de dados de pesquisa, primeiramente se buscou reconhecer as representações de crianças sobre o funcionamento do pensamento, envolvendo ideias de mente e de cérebro. Este estudo replica uma pesquisa de tradição piagetiana que foi conduzida com a seguinte pergunta norteadora: “O que acontece dentro da minha cabeça quando estou pensando?”. Os dados foram coletados por meio de entrevistas e, principalmente, a partir dos desenhos realizados pelas crianças. Participaram da pesquisa 51 crianças, entre quatro e doze anos, de escolas pública e privada sul-rio-grandenses. Os dados coletados foram discutidos em relação ao estudo original e visaram a compreender o pensamento infantil em suas próprias representações sobre o funcionamento da mente e do cérebro. A seguir apresenta-se um segundo estudo empírico, voltado para a análise de livros didáticos das disciplinas de Ciências e Biologia distribuídos aos estudantes das escolas públicas brasileiras através do PNLD. Este estudo analisou as abordagens realizadas para o estudo do sistema nervoso e as formas de representação do funcionamento do mesmo. Propondo um olhar crítico por meio do livro didático na educação básica buscou-se avaliar se os jovens possuem oportunidades para questionar o senso comum sobre o tema. O terceiro e último estudo empírico apresentado analisa livros didáticos de psicologia do desenvolvimento utilizados nas disciplinas de psicologia da educação. Analisando o sumário, índices remissivo e onomástico e o glossário de 10 obras disponíveis na Biblioteca do Instituto de Psicologia da UFRGS foram observadas as citações feitas a autores de destaque e a alguns termos específicos. Por meio deste estudo buscou-se discutir as figuras de Piaget, a pluralidade do campo científico e a ausência de debate sobre isso nestes livros. Esses quatro estudos debatem e criticam, por meio da perspectiva da educação em ciências, a falta de debate acerca da natureza da ciência e, particularmente, das controvérsias no campo das neurociências durante a formação dos estudantes, sejam eles da Educação Básica ou do Ensino Superior.

Palavras-chave: Educação. Natureza da Ciência. Neurociências. Paralelismo Psicofisiológico.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: Contextos familiares identificados nas representações apresentados por idade	45
Figura 1: Representação de aluno de 4 anos	46
Figura 2: Representação de aluno de 6 anos	46
Figura 3: Representação de aluno de 8 anos	46
Figura 4: Representação de aluno de 5 anos	46
Gráfico 2: Ideias-chave mencionadas apresentadas por idade	47
Figura 5: Representação de aluno de 12 anos	48
Figura 6: Representação de aluno de 5 anos	48
Gráfico 3: Conteúdos típicos mencionados durante as entrevistas.....	48
Figura 7: Representação de aluno de 11 anos	49
Figura 8: Representação de aluno de 7 anos	49
Figura 9: Ilustração na obra EM2	71
Figura 10: Ilustração na obra EM8	71
Figura 11: Ilustração na obra EF4	71
Figura 12: Ilustração na obra EF3	71
Figura 13: Ilustração encontrada na obra EF5	72
Figura 14: Imagens retiradas das obras analisadas EM5, EM2, EM8 e EM1	73
Figura 15: Representação do impulso nervoso no livro EM6	75
Figura 16: Quadro explicativo encontrado na obra EF2	79

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1: Contextos familiares apresentados no capítulo “Qu’est-ce qui se passe dansmatêtequandje pense?”	43
Tabela 2: Conteúdos típicos e ideias-chave subjacentes apresentados no capítulo “Qu’est-ce qui se passe dansmatêtequand jê pense?”	44
Tabela 3: Livros de ciências do PNLD/2017 selecionados para este estudo	59
Tabela 4: Livros de biologia disponíveis no PNLD/2018	60
Tabela 5: Páginas analisadas e percentuais do conteúdo nas obras de ciências e biologia	63
Quadro 1: Abordagens das obras analisadas às funções e importância do sistema nervoso	65
Tabela 6: Abordagens de saúde realizadas pelas obras analisadas	67
Tabela 7: Foco das abordagens de saúde realizadas pelas obras analisadas	67
Quadro 2: Citações encontradas nos livros analisados para demonstrar um modelo de referência a centrais telefônicas	68
Quadro 3: Citações encontradas nos livros analisados para demonstrar um modelo de referência a centros de controle	73
Tabela 8: Modelos de referência ao sistema nervoso encontrados nas obras analisadas	77
Tabela 9: Análise da abordagem a termos específicos pelas obras em questão	78
Tabela 10: Livros didáticos de psicologia selecionados para este estudo	92
Tabela 11: Páginas, capítulos, sumário e índices nos livros de psicologia analisados	95
Quadro 4: Citações à Piaget no índice onomástico e suas figuras nos livros didáticos de psicologia analisados.....	96
Tabela 12: Número de páginas com citações aos autores no índice onomástico	97
Quadro 5: Ranking dos autores pesquisados pelo número de páginas com citação	98
Quadro 6: Termos pesquisados no sumário, índice remissivo e glossário das obras analisadas	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CH – Corpo humano

CNS – Conselho Nacional de Saúde

EEG – Eletroencefalograma

ERP – Potencial cerebral em eventos relacionados

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

LD – Livro didático

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MRI – Ressonância magnética

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

QEEG –Quantificação computadorizada das mudanças no espectro de frequência do EEG

SN – Sistema nervoso

SNC – Sistema nervoso central

SR – Sistema reprodutor

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO	14
1.1 A (in)visibilidade das abordagens construtivistas nas neurociências	15
1.2 O desenvolvimento cognitivo para Piaget	18
1.3 O paralelismo psicofisiológico de Jean Piaget	23
1.4 Os estágios cerebrais de Herman T. Epstein	28
1.5 Conclusões.....	34
2 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO .	36
2.1 Representações da mente e do cérebro em crianças	37
2.2 Método de pesquisa	40
2.3 Resultados e discussão.....	45
2.4 Conclusões.....	50
3 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS EM CONTEXTO	52
3.1 Um olhar crítico através do livro didático da educação básica	53
3.2 Método da pesquisa	59
3.3 Resultados e discussão.....	64
3.4 Conclusões.....	80
4 ENSINO SUPERIOR, NEUROCIÊNCIAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO	82
4.1 As figuras de Piaget	84
4.2 Neurociência ou Neurociências: Singularidade x Pluralidade	89
4.3 O (não) debate presente nos livros didáticos de psicologia	91
4.4 Método da pesquisa	93
4.5 Resultados e discussão.....	95
4.6 Conclusões.....	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	109
ANEXOS	116
Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	116

INTRODUÇÃO

Após quase 20 anos de vivências em sala de aula e a relação constante com as não aprendizagens e fracassos escolares sucessivos de alguns indivíduos, foi impossível não buscar motivos, explicações e principalmente soluções para este problema. Após assistir diversas vezes a uma reportagem, produzida pelo Canal Globo News e disponível no YouTube¹ com o título “Os segredos do cérebro humano”, estabeleceu-se a crença de que desvendados os mistérios do funcionamento cerebral todo professor conseguiria desenvolver efetivamente aprendizagens com qualquer aluno. E com essa crença foi iniciado o mestrado em Educação.

Os contornos deste trabalho foram sendo estabelecidos aos poucos, ao longo dos cerca de 30 meses em que se estenderam os estudos e a pesquisa realizados dentro do Programa de Pós-Graduação em Educação. No início eram apenas ideias desconstruídas, reflexos de um padrão já estabelecido por meio do interesse midiático pelas neurociências em nossa sociedade juntamente com uma dose massiva de senso comum e pré-conceitos sobre o tema.

Durante o percurso, além de aprofundar os estudos sobre a teoria piagetiana foram sendo apresentados durante a orientação um grande grupo de autores/pesquisadores que traziam diferentes enfoques sobre o tema de estudo. Alguns eram críticos, outros apoiadores. Alguns se diziam neopiagetianos, como Juan Pascual-Leone; outros trabalharam diretamente com Piaget, como Bärbel Inhelder; alguns fortemente contrários, como Olivier Houdé; e alguns deles usaram de evidências neurobiológicas para reafirmar os estudos piagetianos, como Herman Epstein, Steven Quartz e Terrence Sejnowski. E assim se constituiu essa pesquisa, as crenças iniciais se desfizeram dando lugar a um trabalho que buscou analisar diferentes vieses e apresentar uma crítica à ausência de debate, à legitimação de alguns estereótipos e à aceitação do senso comum aliado ao *merchandising* midiático que explora a curiosidade popular sobre o campo neurocientífico.

A dissertação que aqui se apresenta constituiu-se em uma pesquisa exploratória que estudou as representações a cerca do funcionamento da mente e do cérebro. Segundo critérios estabelecidos por Gray (2012), optou-se por esta

¹ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Nvd1XBNamOU>> Acesso em 28 Dez. 2018.

abordagem devido à necessidade de construir um estudo sobre um tema ainda pouco abordado, que necessita de exploração e questionamentos. Ousadamente, no intuito de observar, registrar, analisar e compreender diferentes formas de representação para o funcionamento do cérebro e da mente fez-se necessária a proposição da utilização de diferentes processos metodológicos a serem unidos para o mesmo fim e a resultante obtenção de um único trabalho, por meio da triangulação (FLICK, 2009; GRAY, 2012).

Apoiando-se nas proposições de Flick (2009) de que a pesquisa qualitativa permite que os conceitos sejam desenvolvidos e refinados durante o processo de pesquisa, este trabalho foi planejado de forma a integrar a revisão bibliográfica, a entrevista clínica e a análise de livros didáticos.

Uma das primeiras questões a se analisar dentro de qualquer pesquisa trata da ética. Contudo, a discussão ética na pesquisa perpassa a discussão da autonomia para o desenvolvimento da mesma. A realidade atual impõe à pesquisa em Educação uma regulação ética proposta com vinculação e correspondência diretamente ligadas a princípios éticos tutelados pela área das ciências biomédicas, como o ressaltado por Santos e Karnopp *et al* (2017). É o Conselho Nacional de Saúde (CNS) que rege a regulação da ética em pesquisas com seres humanos, mesmo que esta pesquisa não esteja ligada à área da saúde e sim a da educação, como o caso que aqui se apresenta.

É necessário destacar que as pesquisas em Educação não costumam apresentar riscos ou procedimentos invasivos à população de sua amostragem, que a banca de qualificação do projeto fez a análise da proposta e emitiu um parecer sobre o mesmo e que todo o processo de construção da pesquisa foi mediado pela interação entre o orientador e seu orientando (SANTOS; KARNOPP *et al*, 2017). Além disso, todos os procedimentos adotados em relação ao contato, interação e entrevista com seres humanos que foi realizado está dentro dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que apresentamos aos sujeitos de nossa amostra (Anexo 1).

Esta pesquisa está vinculada ao projeto do pesquisador orientador e, portanto, submetida ao Conselho de Ética junto aos demais subprojetos que estão englobados nela. É clara a preocupação em seguir os preceitos éticos esperados para a pesquisa científica, mas ainda assim ressalta-se o respeito e apoio que se oferece à autonomia do pesquisador e a nossa tentativa de “evitar a redução da

ética na pesquisa à obediência às normas e ao cumprimento de requisitos vinculados ao preenchimento de formulários” (DE LA FARE; CARVALHO in SANTOS; KARNOPP *et al*, 2017, p. 108).

Neste documento, formaliza-se a divulgação da pesquisa realizada e de seus resultados, tendo não somente a triangulação como proposta inovadora dentro dos trabalhos que são habitualmente realizados no Programa de Pós Graduação em Educação como também a estrutura da apresentação do texto foi pensada para modificar o formato convencional. Inspirando-se nas obras de Piaget, que apresentam um texto introdutório, capítulos com diferentes estudos realizados com métodos específicos e, ao fim, um texto com as considerações finais amarrando estes estudos, pretendeu-se fazer o mesmo aqui por meio da apresentação de quatro estudos que evidenciam as formas de representação sobre pensamento, o cérebro e a mente em diferentes contextos que abrangem desde as crenças infantis, passando por aspectos da escolarização dos adolescentes e jovens, a formação de professores e pelos posicionamentos de importantes pesquisadores.

O primeiro capítulo, intitulado “Neurociências cognitivas e epistemologia genética em contexto”, é uma revisão bibliográfica que trata das abordagens dadas ao construtivismo dentro do campo neurocientífico, propondo um debate por meio do estudo do desenvolvimento cognitivo para Piaget, sua proposição de um paralelismo psicofisiológico e da comparação com os estágios cerebrais propostos por Herman Epstein por meio da “Frenoblenoses” para discutir as neurociências como campo amplo, plural, não finalizado e onde também se encontram tensões e posicionamentos opostos.

O segundo capítulo, com o título “Educação em ciências e epistemologia genética em contexto” é um estudo empírico que utilizou o método clínico piagetiano para replicar um trabalho publicado na ocasião do centenário de Jean Piaget em que se perguntou às crianças o que elas acreditam que acontece em nossa cabeça quando pensamos. Por meio dos desenhos realizados durante as entrevistas com 51 crianças buscou-se compreender as representações do funcionamento do pensamento presentes entre elas.

O terceiro capítulo, intitulado “Educação em ciências e neurociências cognitivas em contexto”, é outro estudo empírico, mas voltado para a análise de livros didáticos das disciplinas de ciências e biologia onde se analisou as abordagens realizadas para o estudo do sistema nervoso e as formas de

representação do funcionamento do mesmo. Propondo um olhar crítico por meio do livro didático na educação básica buscou-se avaliar se os jovens possuem oportunidades para questionar o senso comum sobre o tema.

O quarto e último capítulo, “Ensino superior, neurociências e epistemologia genética em contexto”, também é um estudo empírico que analisa livros didáticos, mas seu objeto de estudo foram livros didáticos de psicologia do desenvolvimento utilizados nas disciplinas de psicologia da educação. Por meio deste estudo buscou-se discutir as figuras de Piaget, a pluralidade do campo científico e a ausência de debate sobre isso nestes livros.

A intenção aqui apresentada é a de fomentar um debate que necessita ser alimentado e ampliado para que, a partir disso, novas concepções sobre a natureza da ciência, acerca da pluralidade no campo neurocientífico e sobre a ausência de receitas e métodos para obtenção resultados específicos possam ser levados em consideração ao se discutir as neurociências. Para Bunge (1988), problemas como o da natureza da mente são apenas científicos, mas também filosóficos e ideológicos e, portanto, coleções de dados não são suficientes. Espera-se apresentar aqui muito além de dados coletados, mas o início de uma reflexão necessária ao mundo acadêmico, que venha a posteriormente a influenciar a formação de professores e a Educação em Ciências.

1 NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO²

Esse estudo pretende discutir o atual debate que envolve o campo das neurociências cognitivas, sua possível relação com a epistemologia genética de Jean Piaget (1896 – 1980) e os motivos pelos quais as abordagens construtivistas nas neurociências têm sido pouco promovidas. Serão apresentadas no decorrer do texto evidências da polarização deste debate, principalmente no que diz respeito às abordagens que apontam a validade da teoria piagetiana, visando demonstrar que as neurociências não constituem uma área singular, unânime e acabada como institui o senso comum. Ao contrário disso, o debate sobre o construtivismo nas neurociências permanece aberto.

Embora as neurociências só tenham adquirido seu atual *status* recentemente – os grandes avanços no final do século XX deram à sua última década o título de “Década do Cérebro” – durante o caminho percorrido o impacto de crenças voltadas para a ausência de influências do meio e para a finalização do sujeito centrada em sua herança genética/cromossômica deixou marcas profundas no conhecimento difundido sobre este tema. Ainda é possível encontrar uma descrença na união entre as neurociências cognitivas e a epistemologia genética, como que se de forma automática uma anulasse a outra.

Becker (2003) apresenta que o grande desafio da aprendizagem humana está na superação das concepções fundamentadas em epistemologias do senso comum, sejam elas inatistas ou empiristas. Machado (2015) comenta sobre a dicotomia entre o senso comum e o conhecimento científico e o fato de que esse senso comum tende a não aceitar o ser humano como “marcadamente orgânico”, enquanto as neurociências e seus conhecimentos científicos trazem um entendimento sobre o organismo humano enfatizando o contexto biológico. Nesse contexto, pode-se atentar ao que Corso (2009) apresenta sobre plasticidade cerebral, mostrando-a como muito recente e destacando que até então as neurociências apresentavam o sistema nervoso como uma estrutura programada não modificável.

Faz-se necessária a desvinculação com o senso comum que tem dificuldades em aceitar esse caráter “marcadamente orgânico” (MACHADO, 2015) dos humanos

² Esta pesquisa foi aceita e será publicada no nº 26 (janeiro/junho 2019) de *Sophia: colección de Filosofía de la Educación* [ISSN impresso: 1390-3861; ISSN eletrônico: 1390-8626].

e também com as escolas acadêmicas que tentam mostrar a humanidade como tão somente biológica. A compreensão do sujeito epistemológico e do estudo realizado para essa compreensão necessita do caráter dual (enfoques psicológico e fisiológico integrados) como apresentado por Piaget e defendido na área neurocientífica por Herman T. Epstein (1920-2007), Steven R. Quartz, Terrence Sejnowski, William J. Hudspeth, Karl H. Pribram e António Damásio. Contudo, é importante atentar para o fato de que Piaget “considerou a maturação do sistema nervoso uma condição necessária, embora não suficiente, do desenvolvimento cognitivo”, como destaca Corso (2009, p. 229).

1.1 A (in)visibilidade das abordagens construtivistas nas neurociências

Muitas visões e enfoques são dados quando o assunto são as neurociências. Muitas vezes, nem sequer é utilizado o termo no plural, denotando uma ciência singular, única, padronizada, unânime. Correa, Agila, Pulamarín e Palacios (2012) apresentam como expressão comum chamar de “neuromitos” as interpretações equivocadas sobre as descobertas do campo neurocientífico, o que demonstra certa frequência dessas ocorrências. Mesmo em áreas aplicadas, como a neuroeducação, em que se discute um campo transdisciplinar (educação, psicologia, neurociências, etc.), apresenta-se uma visão finalista e padronizada (ARANHA; SHOLL-FRANCO, 2012). O campo da neuroeducação é mostrado como passível de apresentar “métodos e técnicas que otimizem, ou mesmo possibilitem em alguns casos, uma melhor relação professor-aluno e ensino-aprendizagem.” (ARANHA; SHOLL-FRANCO, 2012, p. 11). Apenas cogitar a possibilidade de que todo um campo científico, transdisciplinar e heterogêneo possa ter receitas de sucesso prontas a serem aplicadas já denota um posicionamento pela singularização e padronização deste campo.

Outro exemplo a abordar é a pesquisa de Hansen e Monk (2002), em que desenvolveram um trabalho que se constituiu em uma revisão de pesquisas sobre desenvolvimento cerebral e estruturas de aprendizado. Eles construíram propostas para a análise da aprendizagem em Educação em Ciências, que se tornou uma das poucas referências deste tema dentro do ensino científico e da didática das ciências. Utilizando técnicas de imagem de Eletroencefalograma (EEG), Potencial Cerebral em Eventos Relacionados (EEG/ERP) e Ressonância Magnética (MRI) para acompanhar os mecanismos de funcionamento cerebral enquanto o sujeito realizava

as tarefas propostas, o trabalho desses autores forneceu evidências de que a maturação cerebral pode estruturar a plasticidade disponível para a construção da mente e permitiu a proposição das implicações deste conhecimento para a educação em ciências.

Contudo, ao realizarem a discussão de seu estudo, eles aproximam pesquisadores com vieses diferentes, como Alexander Romanovich Luria (1902-1977), Herman T. Epstein (1920-2007) e Jean-Pierre Changeux e Stanislas Dehaene, desejando discutir o amadurecimento do córtex pré-frontal, eles conseguiram demonstrar a neuroplasticidade sendo mais longa no cérebro em amadurecimento do que o mostrado até aquele momento e, também, que o cérebro humano inicialmente tem um excesso de conexões sinápticas e realiza podas sustentando algumas conexões enquanto outras são removidas. Contudo, a não abordagem das diferentes visões utilizadas pelos pesquisadores citados no estudo acabou mais uma vez reforçando a ideia de que as neurociências têm uma compreensão homogênea e não conflitiva de seu campo de estudo.

O conflito interno dessa área está basicamente polarizado entre um campo inatista e outro construtivista. Eichler e Fagundes (2005), ao discutirem o célebre debate entre Piaget e Chomsky, trazem esta análise para o foco e demonstram os pontos de vista e abordagens dados por ambos os polos do debate. Utilizando um viés piagetiano na leitura da neurobiologia, os autores criticam a visão inatista de Chomsky e de Changeux, aceita e defendida por muitos, e demonstram que existiriam evidências a sugerir que a discussão sobre o construtivismo nas neurociências ainda está em aberto.

Nesse sentido, pode-se citar o manifesto construtivista de Quartz e Sejnowski (1997), que propôs apresentar a base neural para o desenvolvimento cognitivo, chamado por eles de construtivismo neuronal, como um exemplo do polo construtivista deste debate. Por meio deste manifesto, eles divulgaram evidências neurobiológicas de que as características representacionais do córtex cerebral são construídas na interação dinâmica entre os mecanismos de crescimento neural e as atividades neurais derivadas do ambiente, cujo crescimento está sendo mostrado como um aumento progressivo das propriedades representacionais do córtex. Não se deve ver a evolução cognitiva humana simplesmente como o aumento de estruturas especializadas. O construtivismo neuronal mostra, pelo contrário, que é o

incremento da flexibilidade das representações que permite aos fatores ambientais moldar a estrutura e o funcionamento do cérebro humano.

Tem-se discutido que o campo neurocientífico é vasto, não homogêneo, polarizado no debate inatismo x construtivismo, e assim vê-se que o senso comum a respeito do tema não tem dado conta dessas discussões. Apesar das correntes que afirmam a invalidade da teoria construtivista, é possível notar entre elas um comportamento bastante específico: a suposta invalidade da mesma vem por meio de um estudo superficial de seus modelos, da adoção de uma parcialidade que leva à omissão de dados, à não consideração dos trabalhos de Piaget como um todo, o apego a obras isoladas em determinados períodos, leituras secundárias e terciárias da obra piagetiana, problemas de leitura e tradução dos textos originais, como apontam, por exemplo, Eichler e Fagundes (2005). A discussão de Lourenço (2016) sobre a “visão recebida” da obra de Piaget deixa estes pontos bem esclarecidos.

Um exemplo de estudo superficial da obra piagetiana é ressaltado por Dongo-Montoya (2013), ao falar sobre as críticas feitas por Lev Vygotsky (1896-1934) ao trabalho de Piaget. Ao analisar questões levantadas para criticar o egocentrismo linguístico, Dongo-Montoya (2013, p. 278) afirma:

A seguir, Piaget afirma que seus críticos se detiveram na observação do primeiro capítulo da sua obra *A Linguagem e o Pensamento da Criança* (1999). Nesse capítulo, Piaget coloca como manifesto um inventário da fala espontânea da criança, tratando de distinguir os monólogos individuais e os monólogos coletivos das comunicações adaptativas (cooperativas). No segundo e no terceiro capítulo, estuda as conversações e os argumentos das crianças, os quais visam superar os seus próprios pontos de vista. No entanto, esses estudos não foram levados em consideração pela crítica.

Outro bom exemplo, agora demonstrando a adoção de parcialidade e omissão de dados, vem da posição adotada por Maximo Piattelli-Palmarini, editor do livro com o debate entre Piaget e Chomsky. Para Eichler e Fagundes (2005, p. 258), o autor demonstra:

tendência de desautorizar, silenciar e/ou eliminar a perspectiva que é divergente em relação a que adota, usando com habilidade o arsenal retórico, é bastante utilizada por Piattelli-Palmarini e pode ser evidenciada nas introduções e nas conclusões que faz a cada capítulo do livro.

Segundo Eichler e Fagundes (2005, p. 256), “a defesa do programa científico de Chomsky é feita, alguns anos mais tarde, pelo organizador do livro originado”.

Contudo, o pesquisador comprometido fará exatamente o contrário, e em sua busca pelo todo irá desconstruir os estereótipos e descobrirá que muitos dados atuais e novas pesquisas corroboram o trabalho piagetiano, como as atuais pesquisas neurobiológicas que mostram ser pelo menos precipitado sustar o crédito das contribuições construtivistas. O debate, portanto, está ainda em aberto e por enquanto tem criado mais polarização do que pesquisa produtiva.

Dessa forma, este estudo soma-se no sentido de manter este debate aceso. Mas não apenas isso, também se buscou discutir os motivos pelos quais as abordagens construtivistas nas neurociências têm sido pouco difundidas, além de incentivar a desvinculação com o senso comum e o discurso que promove o campo neurocientífico idealizado, homogêneo, infalível, finalista e, enfim, singular. Se nada for mudado, a sociedade continuará a acreditar que existe uma neurociência e que ela é detentora de uma sabedoria singular, unânime e finalizada.

1.2 O desenvolvimento cognitivo para Piaget

Certamente, os estágios de desenvolvimento cognitivo propostos por Piaget têm sido alvo de grande parte das críticas envolvidas no debate que aqui se discute. Pontos de vista opostos e muitas proposições tentam analisar o contexto, o método e o enfoque piagetianos (HOUDÉ, 2009; NIAZ, 1998; LOURENÇO, 2016). Houdé (2009) aponta os estágios de desenvolvimento piagetianos como ocorrendo de forma linear e cumulativa. Carey, Zaitchik e Bascandziev (2015, p. 36), afirmaram que o trabalho de Piaget “tem duas teorias essenciais: construtivismo e a teoria dos estágios”. Seguindo outro viés, Lourenço (2016, p. 123) aponta que os estágios de desenvolvimento têm sido “centro de considerável pesquisa empírica e controvérsia teórica”, e discute sobre uma “visão recebida” da teoria de Piaget que, aliada a uma fraca compreensão acerca do desenvolvimento, são as responsáveis pelos mal entendidos a respeito do tema. Subía e Gordón (2014) afirmam que nas origens da psicologia não havia a presença de estruturas cognitivas e que foi Piaget quem estabeleceu uma progressão em estágios. Niaz (1998) destacou vários pesquisadores que rejeitaram a teoria de Piaget por considerarem o desenvolvimento em estágios muito heterogêneo, ele em seguida aponta que os críticos interpretaram mal o significado dos estágios de desenvolvimento intelectual humano.

Amplamente divulgada, a teoria piagetiana tem sido abordada em livros didáticos e literatura voltada aos campos da psicologia desenvolvimentista e da pedagogia (Educação em geral). Muitos destes livros didáticos (BOYD; BEE, 2011; BEE; BOYD, 2011; PAPALIA; FELDMAN, 2013; GAZZANIGA; HEATHERTON, 2005), apresentam ideias extremamente sucintas, contendo apenas pontos-chaves e muitas vezes reforçando a ideia de que a teoria piagetiana gira em torno dos estágios de desenvolvimento cognitivo. Boyd e Bee (2011), por exemplo, utilizam uma lauda para apresentar a teoria de Piaget e os estágios de desenvolvimento cognitivo são apresentados unicamente em um quadro que ocupa quase a metade de uma página.

Ao abordar o tema dos estágios de desenvolvimento cognitivos de Piaget, Lourenço (2016) destaca uma série de pontos fundamentais: (i) a visão de Piaget como um epistemólogo e não psicólogo, e seu interesse focado no surgimento de novas formas de conhecimento e não no desenvolvimento individual; (ii) destaque para o fato de Piaget nunca ter abandonado os estágios de desenvolvimento, e de que isso “não implica em que os estágios estejam no centro da sua teoria” (LOURENÇO, 2016, p. 124); (iii) a reafirmação da crença de Piaget de que o desenvolvimento nunca acaba, e de que as “estruturas formais podem ser infinitamente elaboradas, estendidas, diferenciadas, compostas e transformadas” (LOURENÇO, 2016, p. 128); (iv) os fatores devido aos quais se devem as mudanças desenvolvimentistas apontados por Piaget são a maturação biológica, a experiência física e interação social (onde foi incluída a linguagem); (v) as críticas à teoria piagetiana são apontadas como resultantes de leituras feitas à partir de traduções pobres, da não leitura de textos originais (por não terem sido traduzidos do original em francês, e portanto da falta de compreensão de Piaget como um epistemólogo); e por fim, (vi) o apontamento da importância dos estágios de desenvolvimento para os estudos realizados pela psicologia do desenvolvimento e sua afirmação reiterada de que “se os estágios não existissem, nós teríamos que inventá-los” (LOURENÇO, 2016, p. 132).

Em relação à periodização do desenvolvimento cognitivo, Piaget (1956) dividiu o desenvolvimento intelectual em três grandes períodos: o período da inteligência sensório-motora, o período de preparação e organização das operações concretas, e o período das operações formais. A abordagem das características apontadas como as principais descritoras destes períodos, apresenta-se a seguir

com um caráter exploratório e não aprofundado, com o intuito de fundamentar a discussão que propomos adiante.

Sobre o período da inteligência sensório-motora, resumidamente, pode-se apontar que Piaget (1956; 1983) apresentou o recém-nascido como não sendo detentor de uma consciência do seu eu, nem dos limites do seu interior e exterior. Este período é marcado pela indiferenciação do sujeito em relação ao mundo e aos outros, e pela centração desse sujeito em si mesmo. Cerca de um mês após o nascimento, o bebê passa a demonstrar os primeiros hábitos, chamados de condicionamentos estáveis e reações circulares primárias, que são relativas ao próprio corpo, como por exemplo, chupar o dedo ou as mãos. Por volta dos quatro meses e meio inicia-se a coordenação da visão e da preensão e o início das reações circulares secundárias, que são dirigidas aos corpos manipulados (como olhar, segurar, etc.). Contudo, o bebê ainda não busca por um objeto desaparecido já que sua referência continua a ser o próprio corpo, pois a centração, sendo inconsciente, permanece.

A construção do eu só é possível na medida em que o sujeito passa a interessar-se pelo outro e a permanência dos objetos mostra-se primeiramente quando o lactente procura pela figura desse outro (a mãe, o cuidador, etc.). Por volta dos oito meses inicia-se a coordenação de esquemas secundários, onde o bebê passa a utilizar meios conhecidos para alcançar novos objetivos e é quando se inicia a procura pelo objeto desaparecido. Com cerca de onze meses inicia a diferenciação dos esquemas de ação por reação circular terciária e a descoberta de meios novos, como puxar uma cobertura para si ou procurar o objeto desaparecido em diferentes localizações quando estes deslocamentos sucessivos são feitos de forma perceptível. Por fim, em torno dos dezoito meses, tem início a interiorização dos esquemas e soluções de alguns problemas com interdição da ação e compreensão brusca. Segundo Piaget (1983, p. 8), a revolução que se estabelece no período sensório-motor consiste em:

descentralizar as ações em relação ao corpo próprio, em considerar este como objeto entre os demais num espaço que a todos contém e em associar as ações dos objetos sob o efeito das coordenações de um sujeito que começa a se conhecer como fonte ou mesmo senhor de seus movimentos.

Após este período, segue-se um próximo que é de preparação e organização das operações concretas. Piaget (1956) chamou este subperíodo de “representações pré-operatórias”. Esse período teria início por volta dos dois anos e se estenderia até cerca de 7-8 anos. Em torno dos dois anos, manifesta-se o surgimento da função simbólica e início da interiorização dos esquemas de ação em representações, que aparecem de diferentes formas na linguagem, jogo simbólico ou imaginação, imitação. Por volta dos quatro anos iniciam as organizações representativas baseadas nas configurações estáticas, ou numa assimilação à própria ação, caracterizadas por interrogações sobre objetos para manipular e não conservação dos conjuntos e das quantidades. Sobre as mudanças observadas, Piaget (1983, p. 12) afirma:

o sujeito torna-se rapidamente capaz de inferências elementares, de classificações em configurações espaciais, de correspondências, etc. (...) a partir do aparecimento precoce dos “por quê?” assiste-se a um início de explicações causais.

Segundo Piaget, a grande mudança em relação ao período sensório-motor deve-se à capacidade de conceitualização, já que até então não há tomada de consciência e apenas a utilização material e prática dos esquemas de inteligência. Contudo, ele também reforça que essa passagem da ação ao pensamento, ou do esquema sensório-motor ao conceito é fruto “de uma diferenciação lenta e laboriosa, que se relaciona às transformações da assimilação” (PIAGET, 1983, p. 13). Entre os 5 e 7-8 anos espera-se uma fase intermediária entre a não conservação e a conservação, em que a criança inicia as ligações entre estados e transformações, marcada pelo início de uma descentração entre conceitos ou ações conceitualizadas, diferentemente do período sensório-motor quando esse processo se dava em relação aos movimentos, inicialmente ligada ao próprio corpo (de forma inconsciente). A descentração, vista neste período, permite o estabelecimento das funções constituintes (ainda não constituídas), pois ainda não são quantitativas, mas qualitativas ou ordinais. Além disso, essa função constituinte não é reversível e, portanto, não comporta as conservações que são características das operações. Sendo assim, não há ainda conservação de conjuntos ou de quantidades de matéria.

Em seguida, iniciando por volta dos 7-8 anos e estendendo-se até cerca de 11-12 anos, passa-se ao “subperíodo das operações concretas” (PIAGET, 1956) em que se observam diferenciações progressivas, coordenações graduais, que levam às primeiras manifestações de reversibilidade e conservação. Durante o desenvolvimento deste período, assim como nos anteriores, os sujeitos desenvolvem-se gradualmente, de forma lenta e não abrupta, e passam a demonstrar níveis mais complexos de inteligência. A forma como o sujeito passa a resolver as situações-problema a que é submetido caracterizam-se pela elaboração de soluções que partem de informações ou dados parciais, caracterizando as classificações operatórias, reversibilidade operatória, causalidade operatória, etc. Explicando estas questões, Piaget (1983, p. 23) aponta que:

as operações “concretas” recaem diretamente sobre os objetos: isto equivale, pois, ainda a agir sobre eles, como nos níveis pré-operatórios, mas conferindo a essas ações (ou àquelas que lhes são atribuídas quando são consideradas como operações causais) uma estrutura operatória, isto é, componível de maneira transitiva e reversível.

Por volta dos nove anos, um segundo nível das “operações concretas” começa a estabelecer-se, em que é atingido o equilíbrio geral destas operações principalmente no que diz respeito à causalidade. Além disso, novos desequilíbrios levarão à reequilibração que se constituirá caracterizando o próximo nível. Contudo, uma série de novos questionamentos é levantada pelo sujeito e pode levar a uma falsa impressão de regressão quando o sujeito não dominar tais conceitos.

No “período das operações formais”, que inicia por volta dos 11-12 anos, o sujeito passa a operar a partir de hipóteses e não mais apenas sobre os objetos. Segundo Piaget (1983, p. 27), “o conhecimento ultrapassa o próprio real para inserir-se no possível e para relacionar diretamente o possível ao necessário”. Para tanto, o sujeito precisa realizar uma operação dedutiva que vai das hipóteses às suas conclusões, ou seja, uma operação que se efetua sobre operações ou de relação que se estabelece sobre relações. Operando neste nível de inteligência, o sujeito passa a demonstrar um tipo mais complexo de reversibilidade onde se observam de maneira concomitante a inversão, a reciprocidade, a previsibilidade, ação e reação.

Mesmo com o vasto trabalho e grande propagação, a teoria piagetiana continua encontrando interpretações diversas (EICHLER, 2015). Já citou-se anteriormente a reafirmação de Lourenço (2016) para a crença de Piaget na

continuidade do desenvolvimento cognitivo já que as estruturas formais podem ser infinitamente elaboradas. Ainda assim, veem-se trabalhos recentes, como o de Subía e Gordón (2014, p. 75), apontando que com as operações formais “se espera contar com uma estruturação cognitiva definitiva; a qual se conserva, durante o resto da vida adulta”.

Outro exemplo, agora sobre a “visão recebida” de Piaget discutida por Lourenço (2016) é vista no artigo de Naranjo e Peña (2016) em que pretendem discutir o pensamento lógico-abstrato, mas o fazem sem utilizar nenhuma citação direta à Piaget. Este trabalho aborda diferentes teorias cognitivas e discorre brevemente sobre a “teoria psicogenética de Piaget”, mas sem, de fato, citar a única obra de Piaget encontrada em suas referências.

Compreender verdadeiramente a visão piagetiana implica no estudo direto de sua obra. Existe grande complexidade envolvida na pesquisa, estruturação e caracterização da evolução do desenvolvimento cognitivo humano. Uma das formas de compreender a estruturação formulada por Piaget para explicar os períodos de desenvolvimento é compreender que eles se constituem como processos sucessivos de equilíbrio. Piaget (1956, p. 42) afirma que:

A partir do momento em que o equilíbrio é atingido sobre um ponto, a estrutura é integrada em um novo sistema de formação, até um novo equilíbrio sempre mais estável e com campo sempre mais amplo. Convém recordar que o equilíbrio se define pela reversibilidade. Dizer que há caminho para o equilíbrio significa que o desenvolvimento intelectual se caracteriza por uma reversibilidade crescente. A reversibilidade é a característica mais aparente do ato de inteligência, que é capaz de desvios e de retornos.

Piaget apresenta os processos de equilíbrio enquanto desvenda o desenvolvimento cognitivo, e para isso faz a abordagem dos processos e estruturas necessários para a consolidação destes processos de um ponto de vista multifocal, mas com destaque para sua abordagem aos fatores psicológicos e fisiológicos envolvidos. Esta integração dos sistemas psicológico e fisiológico ficou conhecida como o paralelismo psicofisiológico de Jean Piaget.

1.3 O paralelismo psicofisiológico de Jean Piaget

Durante o grande período de produção científica de Jean Piaget não existiam a tecnologia de diagnóstico e imagem (RMI, EEG, ERP e outros) ou os atuais dados

sobre o funcionamento e o comportamento do cérebro a que hoje temos acesso. Segundo Arsalidou e Pascual-Leone (2016), Piaget desenvolveu sua teoria sem os benefícios da neurociência atual. Ainda assim, o conhecimento biológico e os estudos sobre adaptação e evolução conduzidos por ele já apontavam para a integração dos sistemas psicológico e fisiológico. Corso (2009) utiliza as proposições de Antonio M. Battro para afirmar que Piaget estudou o cérebro sem a neurologia e que agora é o momento de interpretar os resultados que ele obteve com base na neurologia atual. O próprio Battro (1996) fez importantes afirmações para demonstrar a preocupação fundamental de Piaget, como um “psicólogo da inteligência”, com os processos gerais da equibração orgânica acima dos processos particulares do sistema nervoso. Segundo Battro(1996, p. 2):

Piaget tinha uma consciência muito clara dos limites de suas competências científicas neste campo - no célebre debate com Chomsky afirmou: “não sei nada de neurologia” (Piatelli-Palmarini, 1979, p. 290) – contudo intuía, com razão, que as neurociências de sua época pouco podiam contribuir para o estudo do desenvolvimento da inteligência, tal como ele o concebia.

Piaget salientou em todo o tempo a influência dos fatores biológicos no desenvolvimento da inteligência e para a aquisição de conhecimento. Estes fatores estariam ligados ao que chamou de sistema epigenético, demonstrando interações entre genoma e meio físico durante o desenvolvimento desses processos que se manifestariam pela maturação do sistema nervoso. O paralelismo psicofisiológico traçado por ele acompanhou o desenvolvimento de sua teoria e pode ser visto em diversos trabalhos, mesmo que em alguns momentos seja destacado o papel pouco conhecido do comportamento neuronal na época. Battro (1996, p. 2) reafirma a defesa de Piaget do paralelismo psicofisiológico quando cita o *Tratado de Psicologia Experimental*, afirmando:

Podemos recordar que Piaget sempre defendeu o chamado “paralelismo psicofisiológico”. Foi muito explícito ao respeito: “se o paralelismo entre os fatos da consciência e os processos fisiológicos respondem a um isomorfismo entre os sistemas implicativos e os sistemas materiais de ordem causal, é evidente então que esse paralelismo conduz igualmente não só a uma complementaridade mas, a fim de contas, a uma esperança fundada de isomorfismo entre os esquemas organicistas e os esquemas lógico-matemáticos utilizados pelos modelos abstratos”.

Para Piaget (1973) esses “fatores psicobiológicos” não são os únicos atuantes. Analisando diferenças observadas no desenvolvimento de sujeitos pertencentes a diferentes grupos sociais, diferentes culturas, e até mesmo em sujeitos de realidades semelhantes, ele apresenta diversos exemplos onde se observam atrasos ou antecipações no desenvolvimento (decalagens), e deixa claro que outros fatores além da maturação biológica estão envolvidos nesses processos. Neste contexto, Piaget (1973, p.57) afirma:

quer se trate de ações executadas individualmente ou de ações praticadas em comum com permutas, colaborações, oposições, etc, encontrar-se-iam as mesmas leis de coordenação e de regulação que levariam às mesmas estruturas finais de operações ou de cooperações, enquanto cooperações; assim se poderia considerar a lógica, enquanto forma final das equilíbrições, como sendo simultaneamente individual e social, individual enquanto geral ou comum a todos os indivíduos e também social, enquanto geral ou comum a todas as sociedades.

Ao abordar as relações que se estabelecem entre as funções cognitivas e os fatores sociais, Piaget (1973, p. 56) assume ser indispensável “começar opondo as “coordenações gerais” das ações coletivas às transmissões culturais particulares que se cristalizaram de maneira diferente em cada sociedade.” Explicando o paralelismo psicofisiológico, Eichler e Fagundes (2005) assumem o comportamento como resultado de processos neurônicos que podem ser provocados por estímulos externos e aderem às ideias de Bunge e Ardila (1987, p. 259), em que se postula que:

o desenvolvimento humano seria compreendido como um processo biossocial de reorganização neural entrelaçado com socialização. Assim, somente uma biopsicologia desenvolvimentista unida com uma psicologia social incluiria a promessa de explicações científicas que visem ao desenvolvimento.

Muitas questões permeiam o debate sobre os papéis psicológico e fisiológico das estruturas de pensamento, da aquisição de conhecimento, do funcionamento do cérebro e da mente. Inicialmente, distinguir os papéis do cérebro e da mente já traz controvérsias.

Mario Bunge (1988), no prefácio de sua obra *El problema mente-cerebro: um enfoque psicobiológico*, destaca que no início do século XX alguns eminentes psicólogos e neurofisiologistas disseminavam a ideia de que falar sobre a mente não

era científico, mas sim uma superstição que deveria ser abandonada. Também se deveriam abandonar conceitos teológicos sobre a alma, assim como ideias de capacidade, disposição, estado e processo mental. A ciência apenas aceitaria tratar de coisas concretas. Para Bunge (1988, p. 16), havia a necessidade de transformar a concepção de que a mente é um conjunto de atividades cerebrais:

A neurofisiologia é necessária, mas não suficiente, pois tende a descartar categorias psicológicas, como a de propósito e a de pensamento. E a psicologia, que embora seja igualmente necessária, tampouco é suficiente – a menos que seja fisiológica – uma vez que tende a esquecer do sistema nervoso.

De que maneiras a epistemologia genética e as neurociências cognitivas definem o papel do cérebro e da mente? As neurociências estão voltadas para o estudo do cérebro, das redes neurais, das células e de seus componentes genéticos. Visto assim, há quem diria que Piaget teria apenas se preocupado com a psicologia, com o estudo da alma, do espírito. Mas, obviamente, não foi apenas isso. Sua tentativa de construir uma explicação biológica para o conhecimento traçou um caminho paralelo para o estudo do espírito. Ao analisar estes pontos, Corso (2009, p. 228) afirma que a:

estruturação do sistema nervoso apareceria como intermediária entre a fisiológica e a mental, já que a reação nervosa garantiria a transição entre a assimilação fisiológica e o funcionamento do organismo e a assimilação cognitiva ou interação de objetos ou situações nos esquemas de ação.

O ponto chave do debate sobre o problema mente-cérebro, discutido desde Platão até os dias atuais, se resume em: quem é que percebe, sente, recorda, imagina, deseja e pensa? É a mente/alma/espírito ou é o cérebro? Pelo menos duas linhas de pensamento estarão expressas aqui. Uma que defende a mente como detentora de todos os estados e processos mentais e a outra que dá ao cérebro o destaque, pois a mente não é independente dele e, portanto, a própria mente é um conjunto de funções ou atividades cerebrais. Correa, Agila, Pulamarín e Palacios (2012, p. 129) citam Javier Monserrat para afirmar que a mente funciona como um conjunto interligado de “recursos físicos, biológico-neurológicos e psíquicos que sustentam no organismo humano vivo os processos de detecção de informação e elaboração das respostas adaptativas ao meio”. Além disso, eles também apontam uma “integralidade manifesta entre o corpo e o cérebro” (p. 130).

Pelas várias demonstrações dadas por Piaget de que a mente funciona de modo interligado ao cérebro, podemos crer que ele compõe o grupo dos dualistas psicofísicos (BUNGE, 1988). Bunge ainda analisa que existem duas variedades mais populares de dualismo psiconeural: o paralelismo e o interacionismo, ambas empiricamente equivalentes. Para ele, os interacionistas, como René Descartes (1596-1650), Karl Raimund Popper (1902-1994), Wilder Penfield (1891-1976) e aqui se acrescenta Jean Piaget (1896-1980), concebem o cérebro (a parte física) e a mente (a parte mental) como interagindo mutuamente. O cérebro seria para eles a base da mente, embora seja controlado por ela.

Segundo Piaget (1973, p. 54):

os fatores psicobiológicos estão longe de ser os únicos atuantes. Se, com efeito, não interviesse senão uma ação contínua da maturação interna do organismo e do sistema nervoso, os estágios não seriam apenas sequenciais, mas também ligados a datas cronológicas, relativamente constantes, como o são a coordenação da visão e da apreensão, por volta dos 4-5 meses, o aparecimento da puberdade, etc. Conforme os indivíduos e os meios familiares, escolares ou sociais em geral, encontram-se, entre crianças de uma mesma cidade, progressos ou atrasos muitas vezes consideráveis, que não contradizem a ordem de sucessão, que permanece constante, mas que mostram que aos mecanismos epigenéticos se acrescentam outros fatores.

Tendo trazido a essa discussão relevantes questões, principalmente abordando diversos pontos interrelacionados com as neurociências, é importante analisarmos as contribuições de pesquisas deste campo para o tema em debate. Battro (1996, p. 2) afirma que “é difícil, com efeito, encontrar uma só citação de Piaget nos textos de neurociências cognitivas mais difundidos e influentes da atualidade”. Apesar disso o autor sugere que (1996, p. 3):

o modelo das operações mentais construído por Piaget ao longo de toda sua vida é um dos mais aptos para estudar os caminhos neurais cognitivos (neurocognitive paths). Hoje chegou o momento de fazê-lo com rigor e precisão. As neurociências destes últimos anos progrediram de tal maneira que nos permitem avançar decididamente no campo cognitivo, algo que era impraticável na época de Piaget.

Buscando estabelecer aproximações possíveis entre a epistemologia genética de Piaget e as neurociências cognitivas, neste capítulo se escolheu resgatar os trabalhos do biofísico americano Herman T. Epstein, que serão resumidos na próxima seção.

1.4 Os estágios cerebrais de Herman T. Epstein

Um número significativo de trabalhos utilizando tecnologias não invasivas para a construção de imagens e o estudo da fisiologia cerebral, principalmente enquanto atividades são realizadas pelo sujeito em estudo, têm trazido maior entendimento sobre o funcionamento do cérebro e, mais do que isso, reafirmam a teoria piagetiana e demonstram a construção da mente.

A evolução de tecnologias e do conhecimento sobre as estruturas que compõem o cérebro e o seu funcionamento permitiram que antigas crenças como as de que a maturação cerebral ocorria precocemente, de que a perda de neurônios era irreversível e de que a anatomia cerebral não poderia ser alterada com a experiência, começaram a ser questionadas enquanto a noção de plasticidade começou a ser construída. A partir daí, o crescente número de estudos realizado foi construindo novos contornos para o conhecimento científico sobre o funcionamento do cérebro e da mente.

Epstein realizou extenso trabalho sobre o desenvolvimento cerebral (1974; 1990; 1999), em alguns deles acompanhando o aumento de peso desse órgão e aumento da circunferência do crânio em crianças e adolescentes. Ele é um dos pesquisadores ligados ao campo neurocientífico que propõem compromissos de seu trabalho com o de Piaget. Em seu trabalho intitulado *The roles of brain in humancognitive development* (1999), Epstein abre o artigo enfatizando a relação entre desenvolvimento cerebral e a descrição piagetiana dos estágios de desenvolvimento. Segundo ele (1999, p. 1):

Desenvolvimento cerebral em humanos ocorre em estágios estabelecidos em correlação com o princípio de estágios de Piaget para o desenvolvimento do pensamento. Isto fornece uma descrição do desenvolvimento cognitivo como resultando parcialmente, a partir de, e dependente de eventos biológicos ocorridos no cérebro. Evidências mostram que algumas estruturas cerebrais eventuais dependem de uma combinação de eventos biológicos e instrucionais ou dados experimentais.

Battro (1996) afirma que Piaget sempre defendeu a ideia de um processo geral de equilibrações e desequilíbrios cognitivos que prolongam as regulações e desregulações orgânicas. Já Corso (2014) destaca o fato de que para Piaget o comportamento esteja exposto a todos os desequilíbrios por ser dependente de um meio que é ilimitado e instável. Assim, ocorre a criação de um sistema permanente

de compensações para as perturbações externas e de regulagens ao mesmo tempo retroativas e antecipadoras. Piaget (1973, pp. 54-55) diz:

O desenvolvimento individual é, na verdade, função de atividades múltiplas em seus aspectos de exercício, de experiência ou de ação sobre o meio, etc. Intervém, sem cessar, entre as ações das coordenações particulares ou cada vez mais gerais. Essa coordenação geral das ações supõe então sistemas múltiplos de auto-regulação ou equilíbrio, que dependerão das circunstâncias, tanto quanto das potencialidades epigenéticas. As próprias operações da inteligência podem ser consideradas formas superiores dessas regulações, o que mostra, ao mesmo tempo, a importância do fator equilíbrio e sua relativa independência, no que diz respeito às pré-informações biológicas.

A intenção de Epstein (1974) foi demonstrar que o cérebro humano possui períodos de grande crescimento em peso, e que estes períodos não estão diretamente relacionados ao geral crescimento do corpo. Utilizando dados de pesquisas anteriores realizadas por Coppoletta e Wolbach, Reed e Stuart, Blinkov e Glezer (in EPSTEIN, 1974), ele encontrou nessa análise sobre o aumento do peso cerebral que os períodos de especial crescimento de órgãos (coração, pulmões, fígado e rins) e do corpo como um todo, geralmente não coincidem com os períodos característicos de crescimento cerebral. Para definir esses períodos de crescimento rápido, do cérebro e da mente, ele cunhou o termo *Frenoblenoses*, do grego *phreno* – cérebro ou mente, *blysis* – surgimento, crescimento de matéria e *nósis* – conhecimento.

Epstein organizou seu mapeamento cerebral em períodos que intercalam crescimento rápido e lento. Durante o crescimento rápido há o aumento das células cerebrais (até certo ponto) e o espalhamento das redes neurais e suas associações através de conexões e o estabelecimento de sinapses. Nos períodos de crescimento lento, estas redes são aperfeiçoadas, fortalecidas, aparadas. A qualidade com que as redes se desenvolvem irá manifestar-se no próximo estágio e servirão como base para o desenvolvimento das habilidades seguintes. Estes fatos reforçam a tese piagetiana da construção do conhecimento, em que a ação do indivíduo sobre os objetos e o meio e as respostas que ele recebe ao fazer estas interações são a base das assimilações necessárias para o avanço de suas aprendizagens.

Para cada período de crescimento rápido identificado por Epstein (1999, p. 1), corresponde outro, mais lento onde ele observou que “durante períodos de crescimento cerebral rápido o peso cerebral aumenta em média de 5 a 10%

enquanto que durante períodos interinos de baixo crescimento cerebral, o aumento é de talvez 1%”. Ao analisarem-se os períodos descritos e as idades em torno das quais se espera o estabelecimento dos mesmos, vê-se uma relação íntima que reafirma os estudos de Piaget, como se vê quando Epstein (1999, p. 3) diz:

Enquanto a criança cresce, esses controles de movimentos melhoram com a prática e a experiência então as redes controlando estes movimentos devem estar sendo podadas e afiadas e, portanto, elas trabalham mais eficientemente. Se a criança não ganha experiência o suficiente e de ampla variedade para ativar um espectro inteiro de movimentos, algumas destas redes de movimento podem ser menos do que ótimas.

Ao apresentar suas evidências, Epstein deixa clara a necessidade da experiência (ou seja, da vivência, experimentação, tentativa/erro, enfim, das assimilações) e da relação com os objetos e o meio para que as estruturas prévias sejam estabelecidas com qualidade. Suas percepções acerca do desenvolvimento cognitivo humano reforçam a teoria do desenvolvimento cognitivo em estágios criada por Piaget. Ainda segundo o autor (EPSTEIN, 1999, p. 1):

a evolução procedeu pelo aumento do número de contatos entre áreas (e suas funções características); isto indica significativa arborização adicional. Então os estágios (3-10 meses e 2-4, 6-8, 10-12, e 14-16 anos) são agora fatos experimentais e não apenas teorias. Este aumento repentino do crescimento cerebral tem sido encontrado ocorrendo desde o início mais precoce dos estágios de desenvolvimento do pensamento de Piaget (Epstein, 1980, 1986; Hudspeth and Pribram, 1990); portanto, eles são provavelmente as bases biológicas dos estágios de Piaget.

A fim de demonstrar sua hipótese para a ocorrência de Frenoblenoses, Epstein (1974) publicou dois estudos em que dividiu esta pesquisa. Primeiramente, utilizando propriedades biofísicas (medidas de circunferência da cabeça e estimativas de peso cerebral) em diversas idades para determinar estes períodos de crescimento. Em seguida, o exame de dados comportamentais que mostrassem mudanças abruptas que pudessem ser relacionadas às mudanças biofísicas cerebrais e que indicassem possíveis idades em que procurar os períodos de crescimento rápido. Desta maneira, suas descobertas possibilitaram estes esquemas de classificação que muito se aproximam daqueles disponibilizados por Piaget.

A pesquisa de Epstein apresentou evidências da existência de períodos de rápido crescimento em peso cerebral e circunferência do crânio e ainda

correlacionou o crescimento físico do cérebro com o crescimento funcional da mente. Segundo ele (EPSTEIN, 1974, p. 214):

O espectro de idades para frenoblenoses em humanos pode estar correlacionado com o crescimento das habilidades mentais (...) conversando com professores, temos razões para acreditar que os períodos estão relacionados com o crescimento nas habilidades de aprendizagem. O crescimento entre 14-15 anos está correlacionado com o estágio piagetiano das operações formais, que é geralmente suposto iniciar após os 12 anos. O crescimento dos 11 anos está correlacionado com o rápido crescimento da conceitualização sobre os objetos concretos no ambiente, que é utilizado nas escolas para construir, por exemplo, ideias sobre frações e objetos geométricos. O crescimento dos 7 anos coincide com o início da aprendizagem formal normalmente associada com a aquisição das habilidades de leitura e escrita para a média das crianças.

Em um estudo que ampliou e corroborou a pesquisa sobre as frenoblenoses, Hudspeth e Pribram (1990) utilizaram quantificação computadorizada das mudanças no espectro de frequência do EEG (QEEG) para estabelecer relações estatísticas entre os estados de regiões cerebrais e maturação. Segundo eles, essa análise forneceu evidências de cinco estágios estatisticamente importantes da maturação no QEEG, fornecendo dados empíricos suficientes para demonstrar os períodos de crescimento rápido e lento sugeridos por Piaget e Epstein. Segundo eles, “é razoável concluir que a maturação cerebral ocorre em estágios” (HUDSPETH; PRIBRAM, 1990, p. 883).

Assim como Piaget, Epstein (1999, p. 2) apresentou que os bebês nascem com “algumas redes neurais geneticamente estabelecidas”, sendo estas redes necessárias para atividades reflexas como respirar, sugar, detecção sensorial, metabolismo, etc. A partir do nascimento, por meio das interações realizadas pela criança (absorção de atos para Epstein, assimilações para Piaget) estas redes serão fortalecidas, enfraquecidas, modificadas, terão adições, etc. O primeiro grande período de crescimento cerebral foi identificado por Epstein (1999, p. 2) ocorrendo entre os três e dez meses. Principalmente, esse crescimento trabalha para amadurecer o cerebelo, “facilitando seu papel na ativação e controle das ações motoras”. Em seguida, inicia-se um período de baixo crescimento cerebral que vai dos dez meses aos dois anos onde a criança “pratica inteiramente complementos de ações e controles, assim melhorando, consolidando e aperfeiçoando-os na medida em que as redes são otimamente arranjadas para este propósito” (EPSTEIN, 1999, p. 3).

Para Epstein (1999), o segundo grande estágio de crescimento cerebral se estabelece entre os 2 e 4 anos, sendo este voltado para a maturação dos sentidos. Ele menciona o desenvolvimento interligado do toque, da visão e da audição e comenta que “a criança pode ver, ouvir, saborear, tocar e cheirar virtualmente ao nível de um adulto ao fim deste estágio” (EPSTEIN, 1999, p. 3). Em seguida, segue-se um período de baixo crescimento cerebral que se estende dos quatro aos seis anos, sendo caracterizado pelo “ganho de experiência e perícia na utilização das redes existentes e das recém modificadas para realizar atividades sensoriais e motoras” (EPSTEIN, 1999, p. 4), o que acaba por consolidar estas funções. Segundo Epstein (1999, p. 4):

diferenças individuais aparecem devido a diferenças nas experiências de vida à partir desse ponto. Do ponto de vista de algo como os estágios piagetianos, novas funções vão sendo adquiridas e afiadas em um cronograma um tanto sem sincronia e então vemos o aparecimento daquilo que chamamos de decalagens: o espalhamento de estágios de desenvolvimento acima das idades (decalagens verticais) e acima dos domínios paralelos em cada uma das mesmas funções pode ser empregada (decalagens horizontais).

Neste momento, é importante destacar mais uma vez que as idades em si não são fatores primordiais. O fato é que a sequência de estágios se mantém fixa e todos os indivíduos percorrem todos eles, mas foram identificados em diferentes povos e culturas atrasos ou adiantamentos (decalagens) em relação às idades em que se manifestavam, de acordo com o local onde as testagens eram realizadas. Além dos fatores biológicos, os fatores sociais, de transmissão educativa e cultural foram destacados por Piaget (1973, p. 60):

Para que se possa invocar com certeza os fatores biológicos da maturação, seria preciso estar em condições de verificar a existência, não apenas de uma ordem sequencial dos estádios, mas ainda de certas datas médias, cronologicamente fixas, de aparecimento; mas os resultados de Mohseni mostram, ao contrário, um atraso sistemático das crianças camponesas, em relação às crianças das cidades, o que indica, naturalmente, que intervêm outros fatores, além dos da maturação.

Falando sobre o crescimento da rede neural e como isto possibilita a associação de funções sensorio-motoras e mentais que antes estavam separadas, permitindo operações mais complexas por volta dos seis anos, Epstein (1999, p. 5) destaca que esta aquisição não depende mais de um aumento de células nervosas,

mas que por meio de estímulos, novas redes de comunicação neuronal se estabelecem e se manifestam entre redes previamente existentes, o que para ele tinha grande sentido biológico já que “as únicas redes criadas após este tempo serão aquelas atividades com operações sensório-motoras”, que segue afirmando (EPSTEIN, 1999, p. 5):

É extremamente importante apontar que estas novas funções não são geneticamente programadas porque, se elas fossem, virtualmente todas as crianças iriam manifestar estas funções do pensamento concreto grosseiramente com as mesmas idades, como fazem durante os primeiros estágios de crescimento quando virtualmente todas as crianças manifestam funções sensoriais e motoras típicas. Isto significa que o funcionamento desta rede aumentada é dependente de modificações pela combinação de entradas feitas pela experiência e instrução. Suas funções têm de ser aprendidas!

Seguindo o relato de Epstein (1999, p. 5, ele afirma que acima deste estágio de desenvolvimento o pensamento parece ser “quase que inteiramente associativo”, e destaca que entre os oito e dez anos segue novo período de crescimento cerebral lento onde ocorre a consolidação de novas funções. Explicando essa questão, ele (EPSTEIN, 1999, p. 4) afirma:

É muito importante notar que a síntese de novas células cerebrais chega a um impasse virtual por volta da idade de 4-5 anos (Winick, 1968). Por causa das limitações de sensibilidade nas medições, não é possível declarar que nenhuma síntese ocorre depois disso. Mas, tão longe quanto possa ser determinado, há um cessamento da atividade da enzima envolvida na replicação do DNA (DNA polimerase) e uma assíntota no DNA total pelo cérebro então não há aumento significativo do número de células cerebrais. A importância deste achado é esta, porque o cérebro aumenta cerca de 30% em peso após esta idade, o peso adicional tem que ser em aumento de peso por célula cerebral. Muito do aumento de peso é em aumento da arborização dos neurônios, isto significa que eles enviam axônios e dendritos mais alongados e mais ramificados para criar conexões funcionais entre grupos de neurônios localizados mais distantes (Conel, 1939-63; Rabinowicz, 1979). Este aumento na complexidade da rede torna possível e inevitável o funcionamento mental mais complexo.

Por volta dos dez anos foi identificado um novo período de rápido crescimento cerebral, com a identificação de aumento significativo da arborização neural onde ocorrem novos contatos e associações com redes pré-existentes. Estes novos contatos possibilitam a associação de funções do pensamento concreto, e à partir daí existe a possibilidade da manifestação do pensamento formal (EPSTEIN, 1999). Ainda, mais um estágio de crescimento rápido foi identificado entre os 14-16 anos,

em que a arborização adicional permite conectar funções do pensamento concreto que ainda não estavam conectadas permitindo a adição de funções do pensamento formal que serão somadas, agregadas neste período. Considerando a visão geral de seu trabalho, Epstein (1999, p. 7) conclui que “os esquemas de pensamento piagetianos têm sido confirmados e reconfirmados muitas vezes”.

1.5 Conclusões

Não há dúvida de que o desenvolvimento cognitivo humano está estruturado nos pilares psicológico e biológico, e que estes pilares estejam ligados a fatores sociais, culturais, educativos e genéticos. Toda a interação do indivíduo com o meio que o cerca está mediada por estes fatores, e são eles que dão a base utilizada nas assimilações realizadas e posteriores acomodações. As diferenças encontradas nas diversas replicações das provas piagetianas ao redor do mundo, apenas demonstram a interferência destes fatores.

No âmbito das neurociências, os estágios do desenvolvimento humano estabelecidos por Piaget foram confirmados pela extensa pesquisa de Epstein (1974, 1990, 1999), que estabeleceu a correlação entre o desenvolvimento cerebral e os estádios de Piaget para o desenvolvimento do pensamento, e que mais tarde foi corroborada por Hudspeth e Pribram (1990), Hansen e Monk (2002), Quartz e Sejnowski (1997) entre outros. Sendo assim, demonstrou-se que é possível estabelecer relações entre as neurociências cognitivas e a epistemologia genética e não só isso, de que a base de sustentação do polo construtivista nas neurociências é bastante sólida.

Para além dos estágios de desenvolvimento, as evidências demonstradas da análise superficial dos modelos piagetianos, da adoção de parcialidade e da omissão de dados, da não consideração dos trabalhos de Piaget como um todo, do apego a obras isoladas em determinados períodos, leituras secundárias e terciárias da obra piagetiana e dos problemas de leitura e tradução dos textos originais, etc.; constituem-se em justificativas suficientes para a pouca ou quase inexistente divulgação da abordagem construtivista nas pesquisas neurocientíficas.

Deste modo, demonstrou-se neste capítulo que ao contrário de ser um campo homogêneo, infalível, finalizado, ou seja, singular, as neurociências constituem-se de forma plural e heterogênea, apoiadas em vieses diversos e muitas vezes contraditórios, e que os dados empíricos trazidos à discussão permitem que o

debate entre os polos inatista x construtivista não seja encerrado, mas mantenha-se aceso e, esperamos, em debate profícuo.

2 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO³

Atualmente, vive-se em um tempo de encanto com as neurociências e as teorias da mente e não obstante as novas pesquisas voltam seu olhar para os mistérios do cérebro e seu funcionamento. Mas já no início do Século XX, Jean Piaget (1896 – 1980) pesquisava como o ser humano constrói seu conhecimento acerca do mundo a partir de pesquisas com crianças. Essas pesquisas revolucionaram as crenças da psicologia sobre epistemologia. Jou e Sperb (1999) referenciam em seu trabalho um grande número de pesquisadores que afirmam que Piaget foi o primeiro a se interessar pelos conteúdos mentais infantis e pelos processos responsáveis por eles. Essas pesquisas iniciavam nas idades pré-escolares e se estendiam para acompanhar a evolução do pensamento infantil.

Este estudo buscou acompanhar o que as crianças acreditam que acontece em nossas cabeças quando pensamos. Ao realizar esse mapeamento, uma série de importantes questões se apresenta. A primeira delas é como as crianças de diferentes faixas etárias veem o funcionamento do pensamento, sua importância e mecanismos. Num segundo momento, o amadurecimento das representações infantis, seu atraso ou sua ausência também podem ser discutidos. É possível perceber por meio das representações de crianças como percebem o funcionamento da mente e do cérebro?

Sabe-se que Piaget dedicou suas pesquisas ao entendimento de como o ser humano constrói seu conhecimento, demonstrando que a interação sujeito-objeto ocorre também com significado biológico e que a aprendizagem nada mais é do que a adaptação do organismo ao meio em que se insere. Além disso, é sabido também que os papéis da mente e do cérebro são complementares e interdependentes embora diferentes.

A partir de provas e entrevistas clínicas que iniciavam nas idades pré-escolares e se estendiam para acompanhar a evolução do pensamento infantil, as pesquisas piagetianas revolucionaram as crenças da psicologia sobre epistemologia. Em sua obra *A representação do mundo na criança*, original de 1926, Piaget

³ Este capítulo foi construído a partir do trabalho realizado em conjunto com Janine Vieira e Marcelo Leandro Eichler e apresentado no XI ENPEC, realizado entre os dias 03 e 06 de julho de 2017 na UFSC em Florianópolis – SC, e publicado nos ANAIS do evento. Disponível para consulta em <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=representa%27%2F5es+de+crian%27as+sobre+o+funcionamento+da+mente+e+do+c%27erebro>>. Acesso em: 2 nov. 2018.

apresentou longo estudo sobre a realidade e causalidade presentes no pensamento infantil. Ali se apresenta a descrição do desenvolvimento do pensamento infantil em relação às suas representações espontâneas do mundo (PIAGET, 2005), passando do realismo ao animismo e por fim ao artificialismo. Analisar e compreender a forma, funcionamento e conteúdo do pensamento infantil mostraram-se tarefa complexa, pois segundo Piaget (2005, p. 10):

a forma e o funcionamento do pensamento são descobertos cada vez que a criança entra em contato com outras crianças ou com o adulto: trata-se de um modo de comportamento social, podendo ser observado de fora. O conteúdo, pelo contrário, mostra-se ou não se mostra, a depender da criança e dos objetos de representação.

Para além dos estudos piagetianos, outros pesquisadores como Carey, Zaitchik e Bascandziev (2015, p. 3) reafirmam e ampliam as discussões propostas por Piaget para as representações infantis quando apresentam o conceito de “biologia vitalista” como sendo uma “teoria difundida através de diversas culturas que destaca o pensamento sobre vida, morte, saúde”. Segundo esses autores (CAREY; ZAITCHIK; BASCANDZIEV, 2015, p. 4):

Vitalismo provê uma compreensão funcional dos processos corporais: as funções do corpo, dos órgãos corporais e processos corporais para sustentar vida, saúde e crescimento. [...] O processo de construção de uma biologia vitalista começa tão jovem quanto a idade de 4 ou 5 anos para algumas crianças, com uma média de idade para o surgimento de alguns dos seus princípios fundamentais por volta de 6 ou 7 anos.

No âmbito das neurociências, os estágios do desenvolvimento humano estabelecidos por Piaget foram confirmados anos mais tarde pela extensa pesquisa de Epstein (1974), que estabeleceu a correlação entre o desenvolvimento cerebral e os estádios de Piaget para o desenvolvimento do pensamento, e que mais tarde foi endossada por Hudspeth e Pribram (1990), Hansen e Monk (2002), entre outros.

2.1 Representações da mente e do cérebro em crianças

Os conteúdos mentais estudados por Piaget são também abordados na área da psicologia denominada teorias da mente. Jou e Sperb (1999) definem essa teoria como uma área de investigação sobre a habilidade das crianças pré-escolares de compreenderem os estados mentais (seus e de outros) e assim preverem suas ações ou comportamentos. O interesse dos pesquisadores das teorias da mente é

voltado para as primeiras manifestações sobre a compreensão da mente e a possibilidade de representá-la. É possível identificar o início destas representações por volta dos quatro ou cinco anos (SAADA et al, 1996).

Em um estudo sobre a noção de pensamento das crianças, Piaget (2005, p. 37) identificou três estágios de desenvolvimento e sobre a importância destas noções afirmou que a “consciência que temos de pensar nos distingue, com efeito, das coisas”, destacando que as crianças ignoram as especificidades do pensamento, “mesmo no estágio em que se deixa influenciar pelo que dizem os adultos sobre o “espírito”, o “cérebro”, a “inteligência”.” Em sua descrição destes estágios (PIAGET, 2005, pp.38-39), observa-se que no primeiro estágio:

as crianças crêem que pensamos “com a boca”. O pensamento é idêntico à voz e nada se passa na cabeça nem no corpo. Naturalmente, o pensamento é confundido com as próprias coisas, no sentido de que as palavras fazem parte das coisas. Nada há de subjetivo no ato de pensar. [...] O segundo estágio é marcado pela intervenção do adulto. A criança aprendeu que se pensa com a cabeça, chegando às vezes a mencionar o “cérebro”. [...] Com efeito, o pensamento é frequentemente concebido como uma voz na cabeça, ou no pescoço, o que indica a persistência da influência das crenças anteriores da criança. Por fim, é a materialidade que a criança atribui ao pensamento: este é feito de ar, ou de sangue, ou então é uma bola etc. O terceiro estágio, cuja média de idade é de 11-12 anos, marca a desmaterialização do pensamento.

Ainda neste mesmo estudo, apontou-se que apesar de algumas crianças com nove anos apresentarem essa característica, a média de idade é de onze anos para que passem a manifestar que “o pensamento não é uma matéria e se diferencia dos fenômenos que representa” (PIAGET, 2005, p. 51). Anteriormente a isso, é característico que as crianças apresentem duas confusões segundo Piaget (2005, p. 51):

entre o pensamento e o corpo: o pensamento é para a criança uma atividade do organismo – a voz. É portanto, uma coisa entre as coisas, consistindo essencialmente em agir de modo material sobre os objetos ou as pessoas que são de nosso interesse. Mas há, por outro lado, a confusão entre significante e significado, entre o pensamento e a coisa pensada. Desse ponto de vista, a criança não distingue, por exemplo, uma casa real e o conceito, ou a imagem mental, ou o nome dessa casa.

No trabalho apresentado por Carey, Zaitchik e Bascandziev (2015) foi apontado que a “biologia intuitiva” das crianças, estudada por Piaget (2005) como animismo (quando as crianças tendem a indicar a existência de vida baseadas na

presença de movimento ou de utilidade dos seres e objetos), passa por mudanças conceituais com o passar do tempo. Segundo eles (CAREY; ZAITCHIK; BASCANDZIEV, 2015, p. 4), quando as crianças pequenas:

são perguntadas sobre as funções dos órgãos corporais, eles tendem a relatar uma única e independente função para cada parte do corpo (ex, o coração é para bater), demonstrando não entendimento do corpo como um sistema biológico cujas partes trabalham juntas para sustentar a vida.

Durante o tempo em que essa “biologia intuitiva” está em ação, algo entre os cinco e doze anos de idade segundo Carey, Zaitchik e Bascandziev (2015, p. 14), muitos avanços no pensamento infantil são observados, principalmente que:

os conceitos de vivo, real, presente e existente são diferenciados; as categorias plantas e animais são aderidos em uma única categoria *organismos vivos*; mortal é diferenciado de *inanimado*; e atividade e movimento autopropulsado já não estão no centro do conceito de *vivo*.

Em relação às representações feitas pelas crianças, elas são acessadas e estudadas por meio do desenho por autores como Giordan e Vecchi (1996), que visaram estudar as concepções dos alunos sobre o corpo humano e a evolução deste conhecimento no meio escolar. Rabello (1994) também realizou um estudo utilizando a representação para analisar as percepções sobre o corpo humano em crianças, referenciando em seu trabalho vários outros autores que utilizam a mesma técnica. Por meio destes trabalhos é possível identificar que a forma como as crianças, e mesmo jovens, representam o próprio corpo está muito mais ligada à imaginação do que à realidade. Os lapsos ocorridos na formação de conceitos escolares sobre o próprio corpo são bastante visíveis nestas representações. O Sistema Nervoso Central (SNC) e seu funcionamento não foram abordados nos trabalhos acima citados, mesmo com sua importante relevância para o organismo como um todo. Compreender as representações infantis sobre o cérebro, o pensamento e o funcionamento do mesmo nos ajuda a, acima de tudo, compreender como este tema pode ser inicialmente abordado em seu estudo.

Um exemplo claro de como a representação do pensamento feita pelas crianças foi utilizada de forma bastante interessante ocorreu durante as comemorações do Centenário de Jean Piaget. Um grupo de acadêmicos de todos os níveis foi selecionado para estudar, classificar, ordenar milhares de documentos dos

Arquivos Jean Piaget e dos Arquivos do Instituto Jean-Jacques Rousseau. Este trabalho resultou em uma exposição fixa no Museu de Etnografia de Genebra (entre setembro de 1996 e janeiro de 1997) e, posteriormente, em uma exposição itinerante que visitou todos os continentes do planeta. Essa exposição é relatada em livro que tem título que pode ser traduzido como: “Jean Piaget: agir e construir, as origens do conhecimento na criança e no estudante” (HAMELINE; VONÈCHE, 1996).

O terceiro capítulo deste livro tem o tema que utilizamos em nossa pesquisa: “*Qu’est-ce qui se passe dansmatêtequandje pense?*” (SAADA et al, 1996). Na ocasião, os pesquisadores entrevistaram cerca de 500 crianças de quatro a doze anos, as quais foram propostas que representassem, na forma de desenhos, maquetes, decoupage, etc. o que acreditavam ser a resposta para a pergunta “O que acontece em minha cabeça quando eu penso?”. Mais de duas décadas depois, este estudo propôs questionar novamente as crianças, utilizando a mesma técnica de representações infantis.

2.2 Método de pesquisa

Utilizando o método clínico de Jean Piaget, foi proposta uma conversa aberta com a criança, procurando seguir suas ideias e explicações sobre o tema proposto para o levantamento de dados por meio de entrevistas. Delval (2002, p. 67) descreve que o método clínico piagetiano tem como finalidade “investigar o modo como as crianças pensam, percebem, agem e sentem”.

Foram realizadas entrevistas com 51 crianças brasileiras de quatro a doze anos, oriundos de uma escola pública no município de Parobé e uma escola privada no município de Novo Hamburgo, localizados no estado do Rio Grande do Sul. Os dados foram coletados durante o mês de dezembro de 2016 e os responsáveis pelos alunos que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1), autorizando o uso das informações obtidas. Como os procedimentos ocorreram em duas escolas, informamos as idades de interesse para a pesquisa e as coordenadoras pedagógicas de cada escola selecionaram os alunos participantes sem nossa interferência. Cada criança foi entrevistada individualmente, por apenas uma entrevistadora que no início perguntava à criança se ela aceitava participar da pesquisa. Todos os entrevistados aceitaram.

Segundo Delval (2002), o método clínico foi assim intitulado pelo psicólogo L. Witmer em 1896. Criado inicialmente para prevenir e tratar deficiências e anomalias mentais, este era utilizado junto com outros exames com o fim de se chegar a um diagnóstico. Depois, passou a ser utilizado por psiquiatras para um estudo detalhado dos indivíduos, permitindo generalizações e o estabelecimento de categorias de sintomas e doenças. A partir de 1919, Piaget realizando um estudo sob encomenda de Theodore Simon sobre padronização aos testes de inteligência, “iniciou um método de conversas abertas com as crianças para tentar apreender o curso do seu pensamento” (DELVAL, 2002, p. 55).

Com o passar do tempo e o amadurecimento de sua pesquisa, Piaget foi reformulando o método que deixou de basear-se puramente na conversa e passou a utilizar atividades realizadas pelo sujeito para estabelecer um diálogo livre, adaptado a cada criança e que auxiliasse a mesma a tomar consciência e formular suas próprias atitudes mentais (PIAGET *apud* DELVAL, 2002). De acordo com Delval (2002, p. 65), a linguagem no método clínico (ou crítico) é usada para:

dar instruções ao sujeito sobre o que fazer, para pedir-lhe que explique por que faz, para dar-lhe sugestões sobre o que está realizando; em uma palavra, para que procure explicar o que está fazendo a fim de descobrir quais as dificuldades que tem e qual é o curso de seu pensamento, mas sem supor (como era o caso nos trabalhos introspectivos) que o sujeito nos explicará o curso de seu pensamento, que é uma atividade inconsciente, mas sim para obter dados que nos permitam formular hipóteses sobre a organização e o funcionamento de sua mente.

No presente estudo, a entrevista partiu da questão “O que acontece dentro da minha cabeça quando eu penso?”. Essa pergunta foi comum a todos os entrevistados, mas foi sendo ampliada e complementada de acordo com as respostas de cada criança. As respostas, segundo Piaget (2005, p. 10), orientam o curso do interrogatório.

Para julgar a lógica das crianças, basta com frequência discutir com elas; também é suficiente observá-las entre si. Para julgar suas crenças, é necessário um método especial, acerca do qual alertamos desde o início ser difícil, laborioso e que requer um ponto de vista que supõe ao menos um ou dois bons anos de treinamento.

Para a elaboração das perguntas básicas do questionário, Piaget (2005, p. 12), fala sobre a importância de conhecer as perguntas espontâneas das crianças sobre o tema de estudo para, então, aplicar a própria forma dessas perguntas

àquelas que se pretende fazer às crianças na entrevista. Boschvitsch (1974, apud ROAZZI, 1987) mostrou que pode se obter respostas completamente diferentes dependendo do contexto (formal versus informal) e dos entrevistadores (professor versus psicólogo). Em virtude disso, foi utilizada a experiência em sala de aula das entrevistadoras para planejar questões que pudessem ser apresentadas com diferentes aproximações de acordo com a faixa etária e sem que a criança sentisse a necessidade de responder com a formalidade e o rigor da sala de aula, mas sim com espontaneidade.

Outra preocupação presente neste processo foi a de estruturarmos as entrevistas de modo a evitar “fabulação” e “crença sugerida” ao máximo. Seguindo os critérios expostos por Piaget (2005, p. 16):

Quando a criança, sem mais refletir, responde à pergunta inventando uma história na qual não acredita ou na qual crê por simples treinamento verbal, dizemos que há fabulação. Quando a criança se esforça por responder à pergunta, mas esta é sugestiva, ou então a criança busca simplesmente agradar ao examinador, sem recorrer a sua própria reflexão, dizemos que há crença sugerida. [...] Quando a criança responde com reflexão, extraindo a resposta de sua própria base, sem sugestão, mas a pergunta é nova para ela, dizemos que há crença desencadeada. A crença desencadeada é influenciada necessariamente pelo interrogatório, já que a própria maneira de se fazer e de se apresentar a pergunta à criança a obriga a raciocinar em certa direção e a sistematizar seu saber de certa maneira; mas ela é, não obstante, produto original do pensamento da criança, pois nem o raciocínio feito pela criança para responder à pergunta nem o conjunto de conhecimentos prévios que a criança usa para refletir são influenciados diretamente pelo experimentador. [...] Por fim, quando a criança não precisa raciocinar para responder à pergunta, mas pode dar uma resposta pronta, porque já formulada ou formulável, há crença espontânea. Há, portanto, crença espontânea quando a pergunta não é nova para a criança e quando a resposta resulta de uma reflexão anterior e original.

Ao se propor que as crianças respondessem a esta pergunta bastante original (o que acontece dentro da minha cabeça quando penso?), ainda houve a preocupação com que houvesse a oportunidade de reflexão. A partir da pergunta inicial, foi proposto que as crianças fizessem as representações de suas respostas. Diferentemente do trabalho original, que utilizava para as representações as técnicas de desenhos, maquetes, decoupage, etc., o presente estudo usou como recurso somente as representações em uma folha de papel, utilizando lápis de cor, giz de cera e canetinhas. Após finalizarem os desenhos, a entrevistadora solicitava que os sujeitos explicassem de forma oral o que haviam desenhado. A partir das explicações da criança e do roteiro básico de perguntas elaborado, a entrevista era

conduzida de forma a ser compreendido o que a criança acreditava que estava acontecendo em sua cabeça enquanto pensava. Com isso, era esperado que se pudesse acessar “*crenças desencadeadas*” das crianças entrevistadas sobre o tema proposto.

As representações das crianças, juntamente com suas explicações, foram classificadas de acordo com os contextos familiares (Tabela 1), com os conteúdos típicos mencionados e com as ideias-chave subjacentes (Tabela 2), conforme descrito na obra original por Saadaet *al* (1996). A partir da classificação, foram elaborados gráficos que evidenciam a diversidade das respostas, além de quantificar e comparar os dados coletados de acordo com a idade e com o trabalho original.

Contexto Familiar	Descrição
Contexto Sociológico	Corresponde à apresentação de uma figura central responsável pelo controle global do cérebro, muitas vezes acompanhada ou substituída por vários personagens que compartilham o controle pelo transporte e pela comunicação de informações.
Contexto Mecânico	É dirigido pelo movimento e fluxo de energia, por meio de engrenagens, guindastes, polias, circuitos de canalização de líquidos ou sólidos (correia, rolamento, etc.)
Contexto de Informática	Sugere um emaranhado de circuitos, muitas vezes uma seta, que indica o sentido do fluxo de informação. Também sugere a expressão de um controle mais ou menos hierárquico (quadro central) ou controles distribuídos (vários elementos ligados), a memória (armazenamento de informação), e o processamento de informações (canais através de uma bola, por exemplo).
Contexto Tecnológico	Refere-se à operação de dispositivos, tais como gravadores de áudio e vídeo, calculadoras, máquinas fotográficas, câmeras, etc. As crianças mostram, portanto, a ligação entre, por um lado, levar a informação através do pensamento e a retenção – memorização, e, de outra parte, a entrada de informações, a sua produção e a sua conservação por um dispositivo feito pelo homem.
Contexto Biológico	Que afeta o organismo, aqui especialmente ao cérebro, de acordo com o conhecimento que as crianças podem ter de seu funcionamento, especialmente em relação ao fluxo neuronal e ao fluxo sanguíneo em circuitos, canais, tubulações, emaranhamentos de complexidade variável. Os órgãos dos sentidos desempenham o papel de entrada (muitas vezes no ouvido) e de saída (geralmente na boca) do fluxo de informações.

Tabela 1: Contextos familiares apresentados no capítulo “Qu’est-cequi se passe dansmatêtequandje pense?” (SAADA *et al*,1996). Tradução da autora.

As representações das crianças estão relacionadas às representações sociais e culturais com as quais estão em contato. Segundo os autores (SAADA *et al*, 1996), as ideias das crianças sobre o funcionamento da mente são representadas pelo conteúdo que eles têm organizado de acordo com contextos familiares, contextos em grande parte relacionados com as representações sociais veiculadas em nossa cultura, dentro e fora da escola. Dessa forma, os conteúdos típicos mencionados puderam ser organizados em ideias-chave que se integram aos contextos familiares e esses dados deram o suporte para a interpretação dos

resultados.

Conteúdos típicos	Ideias-chave subjacentes
<ul style="list-style-type: none"> - engrenagens, polias, correias, transportes - rede elétrica - circulação sanguínea 	Circuitos
<ul style="list-style-type: none"> - centrais de energia, motores, as pilhas, fluxo elétrico 	Energia
<ul style="list-style-type: none"> - personagem gerenciador central, painel de instrumentos - vários personagens ou dispositivos conectados - vírus (comando perturbado) 	Controle
<ul style="list-style-type: none"> - entrada → saída (por ex. orelha → boca) - pergunta → resposta, cálculo, codificação - reflexo no espelho - solução de problemas pela luz: lâmpadas, velas - caixa de inteligência SOS 	Tratamento da informação
<ul style="list-style-type: none"> - gavetas de memória, memória do computador, conservação da imagem 	Armazenamento
<ul style="list-style-type: none"> - imagens mentais: evocação de eventos, pessoas, objetos... (boas notas, meu cachorro, mãe) - sonhos 	Conteúdos do pensamento
<ul style="list-style-type: none"> - prazer do sucesso - alegria, tristeza, amor, maldade, etc. 	Estados emocionais

Tabela 2: Conteúdos típicos e ideias-chave subjacentes apresentados no capítulo “Qu’est-ce qui se passe dansmatêtequandje pense?” (SAADA *et al*,1996). Tradução da autora.

2.3 Resultados e discussão

Muitos podem ver com receio os resultados de pesquisas feitas nos anos 1920 ou 1930, e utilizar a evolução tecnológica das últimas décadas para justificar a existência de grandes diferenças cognitivas entre aquelas crianças e as de hoje, o que invalidaria os resultados das pesquisas mais antigas. Inúmeros pesquisadores em todo o mundo replicaram experiências piagetianas com sucesso e observaram a validade das mesmas, como em Batistela, Gomes e Raimundo (2005). Mesmo com todas as facilidades de acesso, o alto consumo de eletroportáteis e a massificação da Internet, a forma como as crianças pensam parece não ter mudado. O que mudou foi o acesso à informação e a velocidade com que isto se dá. JaanValsiner (2001, p. xx) destacou que “as tecnologias avançam, a informação transborda, porém a curiosidade criativa das crianças permanece sem a imposição de obstáculos pela sociedade consumidora”.

As crianças recebem informações de maneira precoce e constante acerca de noções sobre o seu corpo por meio de desenhos animados, jogos virtuais, revistas para o público infantil e no próprio ambiente escolar. Entretanto, este estudo evidenciou que apesar desse acesso à informação, os alunos representaram em seus desenhos imagens semelhantes às dos alunos de Genebra do estudo original.

As ideias das crianças sobre o funcionamento da mente são representadas pelo conteúdo que elas têm organizado de acordo com contextos familiares (Tabela 1). Esses contextos em grande parte estão relacionados com as representações sociais veiculadas em nossa cultura, dentro e fora da escola. Na pesquisa original e na atual, foram considerados os contextos sociológico, o mecânico, o da informática, o tecnológico e o biológico. Todos os contextos familiares que foram relatados no trabalho de Saada *et al* (1996), apareceram também na atual pesquisa.

O contexto familiar biológico foi o relatado com maior frequência em todas as idades (Gráfico 1). Foram classificados como contexto familiar biológico todos os relatos que se referiam ao organismo, aqui especialmente ao cérebro, de acordo com o conhecimento que as crianças podem ter de seu funcionamento.

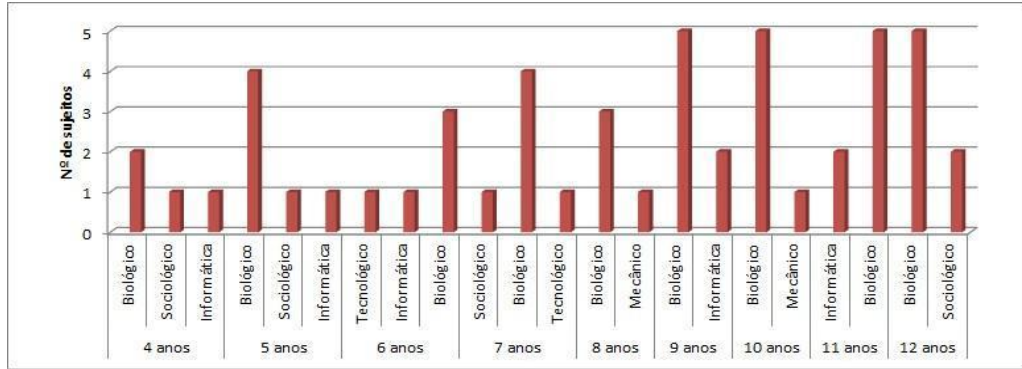


Gráfico 1: Contextos familiares identificados nas representações apresentados por idade.

Durante as entrevistas, a maioria das crianças utilizou a palavra “cérebro” em suas explicações. Foi identificada essa utilização mesmo entre os entrevistados com quatro anos de idade (Fig. 1). Uma das crianças de seis anos destacou-se, fazendo uso de palavras, como tronco encefálico, encéfalo e cerebelo (Fig. 2). Ao ser questionado, declarou que aprendeu a nomenclatura na escola durante a apresentação dos colegas na Feira de Iniciação à Pesquisa. Este relato evidencia a influência da escolarização e, principalmente do adulto, nas impressões das crianças sobre o funcionamento do pensamento.

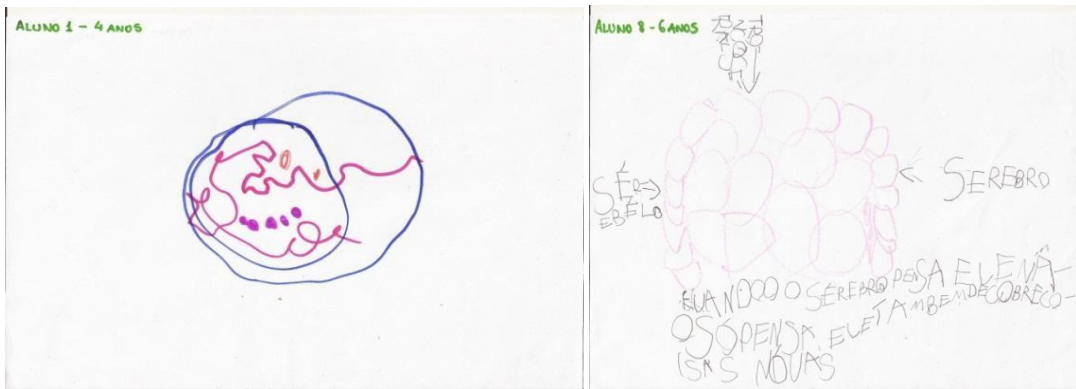


Fig. 1 - Representação de aluno de 4 anos.**Fig. 2 -** Representação de aluno de 6 anos.



Fig. 3 - Representação de aluno de 8 anos.**Fig. 4 -** Representação de aluno de 5 anos.

O contexto familiar que foi relatado com menor frequência foi o mecânico. Neste contexto foram consideradas as representações e falas que faziam referência ao movimento e fluxo de energia, por meio de engrenagens, guindastes, polias, circuitos de canalização de líquidos ou sólidos (correia, rolamento, etc.). O contexto mecânico foi relatado por dois entrevistados, um de oito anos e outro de dez anos. A aluna de oito anos desenhou engrenagens e disse que quando a professora passa um conteúdo que ela já sabe, essas engrenagens movimentam-se mais rápido e quando não sabe ainda o conteúdo, as engrenagens movimentam-se mais devagar (Fig. 3).

Algumas constantes enfatizadas no trabalho original mostram que as diferentes ideias-chave (Tabela 2) deduzidas a partir dos conteúdos expressos estão presentes em todas as idades e que as variações individuais na mesma classe e dentro da mesma idade são consideráveis. Estas variações também foram detectadas em nosso estudo e estão apresentadas no Gráfico 2.

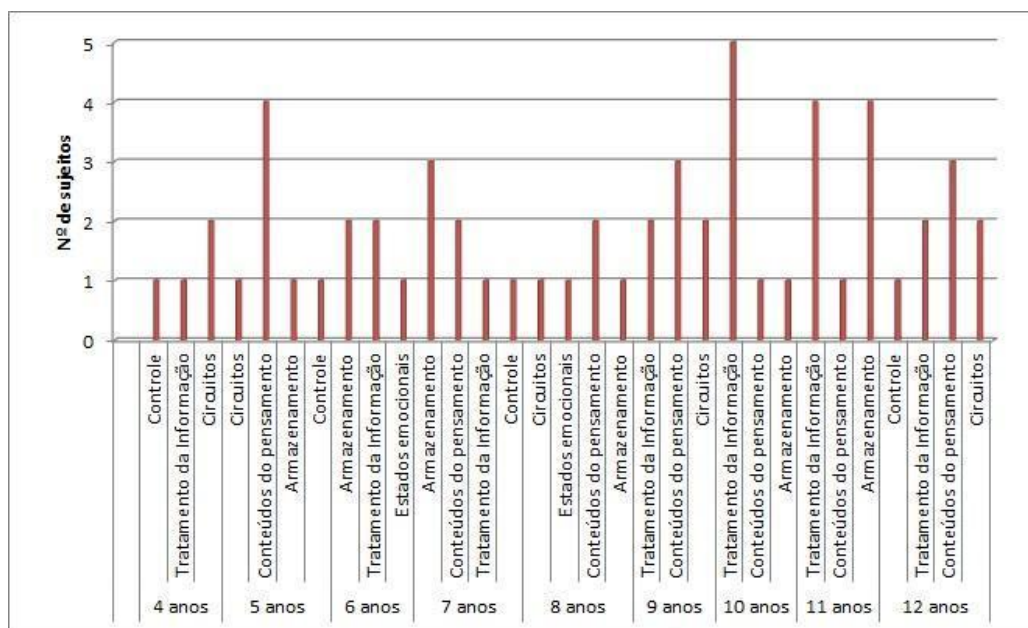


Gráfico 2: Ideias-chave mencionadas apresentadas por idade.

A ideia chave de “energia”, cujo conteúdo típico refere-se às centrais de energia, motores, as pilhas, fluxo elétrico que apareceu no estudo original, não foi identificado em nenhum das representações dos alunos brasileiros. Entretanto, na ideia chave de “armazenamento”, foi necessário acrescentar um novo conteúdo

típico para representar o armazenamento fora da cabeça (Gráfico 3). Alguns alunos relataram que as informações ficavam guardadas em uma nuvem literal ao lado da cabeça (Fig. 4).

Entre as crianças mais jovens entrevistadas em Genebra são especialmente expressos conteúdos e estados de pensamento. Entre as crianças brasileiras de quatro a seis anos, além de conteúdos do pensamento, foram manifestadas referências à circuitos (Fig. 6), armazenamento, tratamento da informação (Gráfico 3).

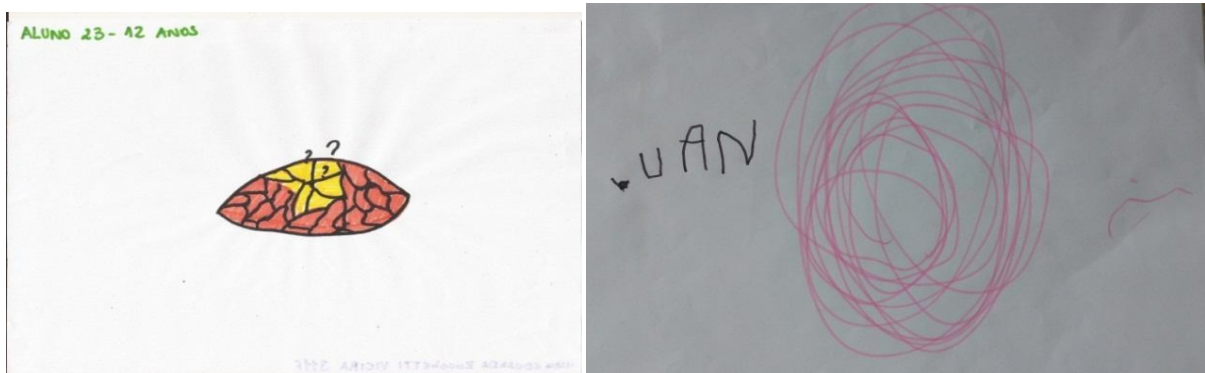


Fig. 5 - Representação de aluno de 12 anos. **Fig. 6** - Representação de aluno de 5 anos.

A ideia-chave mais relatada entre os entrevistados brasileiros foi a de “tratamento da informação”, principalmente entre as idades de dez e doze anos. Dentro dessa classificação da ideia de “tratamento da informação”, os conteúdos típicos mais citados são de entrada e saída, pergunta e resposta (Fig. 7) e cálculo.

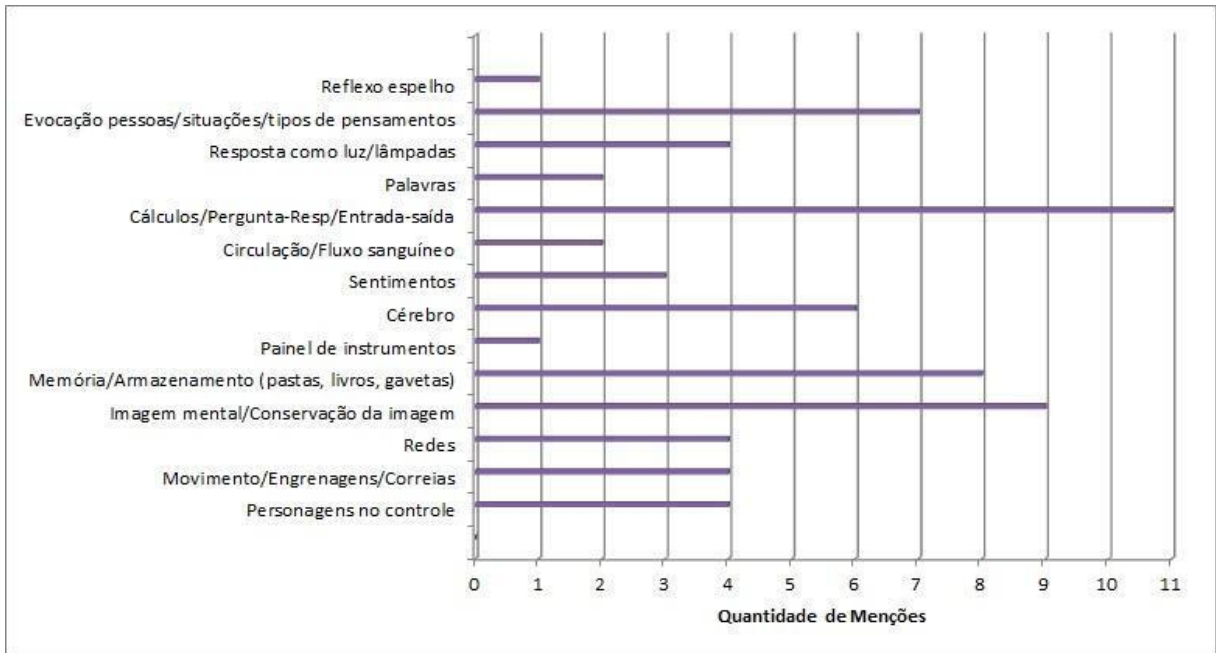


Gráfico 3: Conteúdos típicos mencionados durante as entrevistas.

Os conteúdos típicos que menos representações tiveram foram o de painel de controle (Fig. 8) e a reflexão no espelho. A representação do pensamento por meio de uma luz ou lâmpada foi mencionada entre as crianças mais jovens e persistiu em explicações de alguns entrevistados até doze anos (Figura 5). Essa permanência de conceitos incompreendidos é discutida nos trabalhos de Giordan e Vecchi (1996).

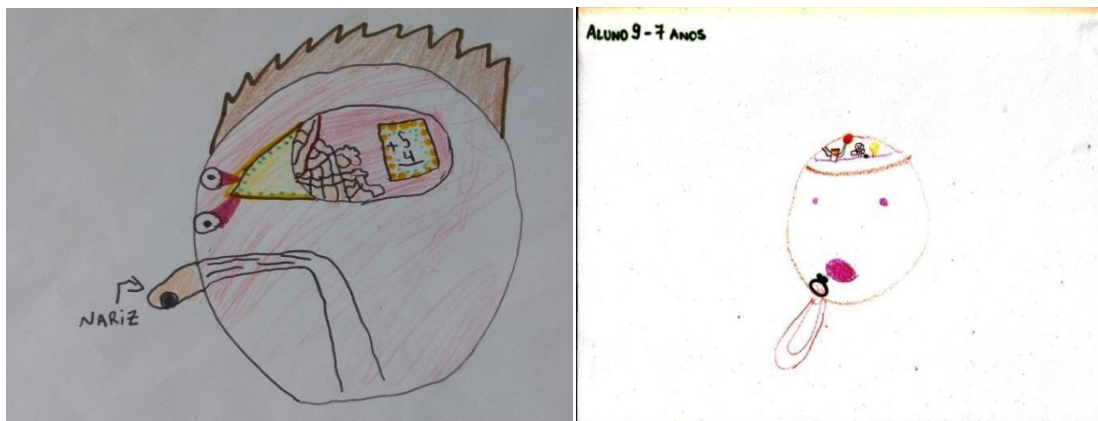


Fig. 7 - Representação de aluno de 11 anos. **Fig. 8** - Representação de aluno de 7 anos.

Traçando uma correlação entre o presente estudo e a pesquisa de Piaget sobre a noção de pensamento em seu livro *Representação do Mundo na Criança* (PIAGET, 2005), não foi identificado o primeiro estágio, no qual as crianças acreditam que se pensa “com a boca”, que o pensamento é idêntico a voz e que não

ocorre nada na cabeça e no corpo. Para Piaget (2005), esse estágio ocorre em crianças com aproximadamente seis anos.

O segundo estágio identificado na obra de Piaget (2005) é marcado pela intervenção do adulto. Neste estágio, que ocorre em média aos oito anos de idade, a criança já aprendeu que se pensa com a cabeça; às vezes faz até alusão ao “cérebro”. A criança imprime qualidade material ao pensamento e o expressa na forma de ar, ou de sangue, ou uma bola, etc. Durante as entrevistas realizadas com os estudantes brasileiros, esse estágio apareceu desde os quatro anos e permaneceu até as crianças de doze anos. Não havendo nenhuma criança classificada conforme o terceiro estágio, em que a idade média é de 11-12 anos e marca a desmaterialização do pensamento.

2.4 Conclusões

As ilustrações dos alunos brasileiros apresentaram muitas semelhanças com as dos alunos entrevistados em Genebra conforme foi descrito, demonstrando que as crenças das crianças sobre o tema abordado neste capítulo permanecem constantes.

Sobre a importância das influências dessas reflexões, “meta-representações”, para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças, Saadaat *al* (1996, p. 103) contribuem ao afirmar que:

Acredita-se que a criança não possui unicamente os estados mentais de primeira ordem – a saber, as intenções, desejos, objetivos - mas também os estados mentais de segunda ordem – a saber, crenças e uma reflexão sobre a sua própria e a de outros. Esses estados mentais de segunda ordem são comumente chamados de “meta-representações”. É postulado que eles exerçam uma importante influência no desenvolvimento cognitivo e social, incluindo a aquisição da linguagem falada e escrita, o julgamento moral, a memória e a interação social na resolução de problemas.

É possível perceber por meio deste estudo a grande relevância desta discussão para o contexto da educação em ciências, da formação de professores e dos estudos sobre psicologia do desenvolvimento.

Por fim, pode-se indicar que ainda não foi desenvolvida uma teoria unificada e comum da mente, o seu funcionamento e o seu desenvolvimento com o avançar da idade. Além disso, a consciência do funcionamento da mente requer a capacidade de refletir sobre o seu próprio reflexo, que está menos desenvolvida em crianças

pequenas. Entretanto, como pode-se demonstrar, apesar dos diversos estudos sobre representações das crianças, elas podem ter ideias específicas e relativamente elaboradas sobre a mente sem serem capazes de traduzir em desenhos ou modelos.

3 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E NEUROCIÊNCIAS COGNITIVAS EM CONTEXTO

A discussão sobre as interfaces existentes entre a epistemologia genética e as neurociências é ainda muito recente. Contudo, intencionou-se discutir essas interfaces para demonstrar que o campo das neurociências possui pesquisas que fornecem indícios neurobiológicos para o embasamento da teoria construtivista e assim destacar a multiplicidade e polarização do campo neurocientífico e as diversas abordagens que o mesmo recebe, desmistificando tal área como singular, unânime e finalizada. Já se estruturou este pensamento nos capítulos anteriores. Sendo de fundamental importância, esse debate deveria estar presente nas salas de aula da Educação Básica. Este capítulo propõe uma breve análise das abordagens propostas para o estudo do sistema nervoso em livros de ciências do ensino fundamental e de biologia do ensino médio, a fim de observar a existência ou não de abordagem às perspectivas do construtivismo neuronal.

Jean Piaget (1973) salientou a influência dos fatores biológicos no desenvolvimento da inteligência e para a aquisição de conhecimento. Estes fatores estariam ligados ao que chamou de sistema epigenético, demonstrando interações entre a herança genética e o meio físico durante o desenvolvimento desses processos que se manifestam pela maturação do sistema nervoso. Além disso, um número significativo de trabalhos utilizando tecnologias não invasivas para a construção de imagens e o estudo da fisiologia cerebral, principalmente enquanto atividades são realizadas pelo sujeito em estudo, têm trazido maior entendimento sobre o funcionamento do cérebro e, mais do que isso, reafirmam a teoria piagetiana e demonstram a construção da mente. Um bom exemplo foi a pesquisa realizada por Hansen e Monk (2002). Ao desenvolverem um trabalho que se constituiu em uma revisão de pesquisas sobre desenvolvimento cerebral e estruturas de aprendizado, eles apresentaram propostas para a análise da aprendizagem em educação em ciências, que se tornou uma das poucas referências deste tema dentro do ensino científico e da didática das ciências. Tal trabalho forneceu evidências de que a maturação cerebral pode estruturar a plasticidade disponível para a construção da mente, e permitiu a proposição das implicações deste conhecimento para a educação em ciências.

Em termos de aquisição de conhecimento e para a aplicação direta destes conceitos em educação, existem diferenças esperadas para o comportamento e

reações dos indivíduos com a maturação? Ao contrário das crenças difundidas durante muito tempo, Hansen e Monk (2002) destacaram pesquisas que encontraram evidências de que humanos adultos continuam produzindo novos neurônios (neurogênese). Todo este conhecimento sobre a evolução e a maturação cerebral é importante para a compreensão sobre a aprendizagem em geral. É possível perceber que crescimento e amadurecimento cerebral estão constantemente sendo interligados com o desenvolvimento cognitivo.

Além disso, o manifesto construtivista de Steven R. Quartz e Terrence Sejnowski (1997) propôs apresentar a base neural para o desenvolvimento cognitivo, que chamaram de construtivismo neuronal. Por meio deste manifesto, divulgaram as evidências neurobiológicas de que as características representacionais do córtex cerebral são construídas na interação dinâmica entre os mecanismos de crescimento neural e as atividades neurais derivadas do ambiente, cujo crescimento está sendo mostrado como um aumento progressivo das propriedades representacionais do córtex. Esta interação entre o ambiente e o crescimento neural resulta em um tipo flexível de aprendizagem: a aprendizagem construtiva.

Ao propor a análise dos livros didáticos das disciplinas de ciências e biologia utilizados nas escolas públicas brasileiras, tentou-se acompanhar como estes livros mostram (ou não) a relação entre mente e cérebro em suas abordagens para o estudo do sistema nervoso. Essa discussão sobre a formação de conceitos em neurociências nos permite refletir se os jovens estudantes possuem oportunidades para questionar o senso comum sobre o tema ou não.

3.1 Um olhar crítico através do livro didático da educação básica

É possível afirmar que o primeiro contato de uma criança com o conhecimento científico se dá na escola. Entretanto, pesquisas como a de Giordan e Vecchi (1996) mostraram que a escolarização não é suficiente para efeitos de aprendizagem. Estes autores ressaltaram que a maior parte do conhecimento científico ensinado durante a escolarização é esquecido em seguida. Segundo eles (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 71):

As concepções pré-científicas fazem parte de nossa bagagem intelectual de aprendente; através delas é que se entende, e veremos mais adiante que elas estão na base do conhecimento e constituem uma espécie de substrato

do saber. Mas, quando se quer que se transformem, podem revelar-se difíceis. Com efeito, mesmo após um longo aprendizado no campo das ciências, elas ainda nos orientam em nossa apreensão da realidade diária, e isso vale também para os próprios cientistas, quando saem da sua área de competência. Bachelard não deixara de identificar esse fenômeno que ele traduzia pelo que ele chamava de “perfil epistemológico” de cada um.

Tem-se discutido que o campo neurocientífico é vasto, não homogêneo, polarizado no debate inatismo x construtivismo, e temos visto que o senso comum a respeito do tema não tem dado conta dessas discussões. As perguntas que se deseja fazer neste momento são bastante simples. Como os livros de Ciências para o Ensino Fundamental e Biologia para o Ensino Médio abordam e representam o funcionamento do cérebro e da mente? Estes livros mostram o sistema nervoso e seu funcionamento numa abordagem não reducionista? As neurociências são mostradas numa visão múltipla ou única, finalista? Por fim, é possível encontrar nestes livros modelos de referência que representam as crenças infantis sobre o que acontece em nossa cabeça quando pensamos?

Os currículos escolares brasileiros estão, até o momento, excessivamente carregados de informações. O governo brasileiro, por meio do Ministério da Educação (MEC) e de seu Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) distribui estes livros para praticamente todas as disciplinas escolares de nosso currículo. A quantidade e a qualidade das informações contidas nestes materiais são discutíveis. Não obstante, já foi ressaltado por Giordan e Vecchi (1996, p. 11) que os alunos:

estão praticamente paralisados ante a massa de informações com as quais se confrontam. Só assimilam algumas partes que constituem, em sua mente, uma estranha miscelânea composta de conhecimentos fragmentados, parcelados, e em caso algum, operatórios.

Para além disso, a oferta dos livros didáticos acaba se constituindo em um mercado de grande relevância, onde os interesses das editoras e demais envolvidos no processo contribuem grandemente para o formato em que se apresentam estes livros. O livro didático é um produto comercial. Sendo assim, como destacado por Mehlecke, Eichler, Salgado e Del Pino (2012), a presença dos livros didáticos tem tamanha importância na estruturação de nossos currículos que é possível a inversão em que o livro influencie a estruturação do currículo para que este esteja adequado à sua utilização, além de ser o recurso mais utilizado em sala de aula. Já Macedo

(2004), destaca o forte vínculo entre currículo e livros didáticos, tão forte que justifica políticas públicas de grande relevância para este fim.

Munakata (2012, p. 188) destaca que a política pública brasileira do PNLD nos tornou “o maior comprador de livros didáticos do mundo”, alterando a configuração do mercado editorial no país e atraindo, inclusive, investimentos de grupos internacionais. O autor (MUNAKATA, 2012, p. 188) também contribui afirmando que:

Uma das especificidades do livro didático é que essa mercadoria não se coloca simplesmente no mercado à espera do seu consumidor, mas a sua produção e sua distribuição são, em muitos países, reguladas pela mediação do Estado, havendo casos em que este assume a própria função de produzir o livro único. [...] No Brasil, o programa Nacional do Livro Didático, instituído em 1985, faz a mediação entre as editoras e o público-alvo (docentes e discentes das escolas públicas) e, a partir de 1996, quando se instituiu o sistema de avaliação prévia dos livros, intervém diretamente na oferta de livros, estabelecendo-lhes os critérios pelos quais possam ser apresentados à escolha dos professores.

Estas características fazem do livro didático um objeto de estudo bastante complexo e demonstram a necessidade de se observar todos os contextos envolvidos na avaliação, escolha e trabalho com este material. Segundo Lajolo (1996, p. 6), “se através do livro didático o aluno vai aprender, é preciso que os significados com que o livro lida sejam adequados ao tipo de aprendizagem com que a escola se compromete”. As contribuições de Jiménez, Prieto e Perales (1997, p.1) complementam este posicionamento ao afirmar que:

Temos pois uma mensagem que é produto de uma mescla de intenções, condições materiais e interesses, dirigido a um público muito heterogêneo e realizado em um complexo processo em que se trata de conciliar todas as expectativas. Se compreende que a análise do papel desempenhado pelos livros didáticos exija uma aproximação por diversos ângulos [...]

Nesse contexto, muitos trabalhos contribuem ao demonstrar uma idealização do ensino de ciências (MACEDO, 2004; LAJOLO, 1996; NETO; FRACALANZA, 2003; MUNAKATA, 2012) em que a reprodução de ideias e estereótipos continua vigente. Mesmo com a relevância dada ao livro didático, com os programas de governo voltados a ele e com a grande disseminação do mesmo como um produto essencial ao funcionamento das escolas, os questionamentos sobre a qualidade destes livros permanecem. Mais uma vez a pesquisa de Jiménez, Prieto e

Perales(1997) vem ao encontro desta discussão quando afirmam que como qualquer outro texto o livro didático contém as intenções de seus autores e que acabam demonstrando a visão das administradoras educativas de como a ciência deve ser ensinada.

Não obstante, Neto e Fracalanza (2003) também assumem o mesmo posicionamento e destacam a preocupação com os equívocos, estereótipos e mitos sobre as concepções de ciência que acabam sendo introduzidos ou reforçados pelo uso indevido destes livros. De acordo com estes autores (NETO; FRACALANZA, 2003, p. 154):

Em suma, o livro didático não corresponde a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais, nem a uma versão fiel do conhecimento científico. Não é utilizado por professores e alunos na forma intentada pelos autores e editoras, como guia ou manual relativamente rígido e padronizado das atividades de ensino-aprendizagem. Acaba por se configurar, na prática escolar, como um material de consulta e apoio pedagógico à semelhança dos livros paradidáticos e outros tantos materiais de ensino. Introduz ou reforça equívocos, estereótipos e mitificações com respeito às concepções de ciência, ambiente, saúde, ser humano, tecnologia, entre outras concepções de base intrínsecas ao ensino de Ciências Naturais.

Também são demonstradas na pesquisa de Neto e Fracalanza (2003) as tentativas dos autores para atualizar e demonstrar os avanços na educação em ciências, mas sem de fato obterem sucesso. Falando sobre isso, eles afirmam que os autores fazem tentativas de incorporação destes conceitos, mas isso é feito nas páginas iniciais e introdução das obras e não se efetiva no corpo do texto, nas atividades, e nem mesmo nas orientações metodológicas.

Falando também sobre as mudanças implementadas nos livros didáticos de ciências nos últimos anos, Nascimento e Martins (2005, p. 259) salientam que entre estas mudanças, que atingem a concepção e apresentação dos livros destacam-se “uma dependência crescente na comunicação visual, o estabelecimento de relações entre o conteúdo científico e os contextos de da vida cotidiana, organização interdisciplinar e referência explícita às concepções espontâneas dos estudantes”. Sobre isso, também é ressaltado por Neto e Fracalanza (2003, p.151) que:

Apesar de todos os esforços empreendidos até o momento, ainda não se alterou o tratamento dado ao conteúdo presente no livro que configura erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos, ou seja, que apresenta o conhecimento sempre

como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural. Aliás, usualmente os livros escolares utilizam quase exclusivamente o presente atemporal (presente do indicativo) para veicular os conteúdos. Desse modo, apresenta-os como verdades que, uma vez estabelecidas, serão sempre verdades.

Por fim, é importante considerar o destaque dado por estes autores quando se dedicam a discutir as formas como o conhecimento científico é veiculado por meio dos livros, afirmando que nos últimos 30 anos não se notam mudanças substanciais. Segundo eles (NETO; FRACALANZA, 2003, p. 154):

As coleções enfatizam sempre o produto final da atividade científica, apresentando-o como dogmático, imutável e desprovido de suas determinações históricas, político-econômicas, ideológicas e socioculturais. Realçam sempre um único processo de produção científica – o método empírico-indutivo -, em detrimento da apresentação da diversidade de métodos e ocorrências na construção histórica do conhecimento científico.

O campo das neurociências é emergente, atual. Não há como se fazer análises de perspectiva histórica no momento, a exemplo do que se poderia fazer ao analisar as abordagens sobre tabela periódica, modelos atômicos, ligações químicas, etc. A abordagem a partir da História e da Filosofia das Ciências é a mais comumente adotada na análise de livros didáticos de Ciências, especialmente em Química. Os trabalhos de Niaz (2001; 2005) são bons exemplos. O autor estimula a reflexão sobre a natureza da ciência e a utilização de asserções que demonstram essa natureza, destacando que é preciso facilitar a compreensão do progresso científico para além da descrição de experimentos. Niaz (2001) apresenta o conhecimento científico como construído a partir de dois componentes: metodológicos (dados empíricos) e interpretativos (princípios heurísticos) e enfatiza que os livros didáticos podem ser particularmente úteis em facilitar o entendimento conceitual quando enfatizam não apenas a natureza empírica da ciência, mas também os princípios heurísticos fundamentais. Para Niaz (2001, p. 658), o progresso científico não depende de dados empíricos isolados, mas os “princípios heurísticos (construção da mente) é que auxiliam o cientista a olhar para dados relevantes”.

De extrema importância para a crítica proposta até aqui quanto às abordagens feitas pelos livros didáticos, o trabalho de Niaz (2001, p. 687) utiliza da afirmação de Lakatos para enfatizar que “a história da ciência tem sido e deve ser a história de programas de pesquisa que competem”. Além disso, considerações muito

relevantes são trazidas pelo autor (NIAZ, 2001) quando afirma que o desenvolvimento de teorias científicas, algumas vezes é baseado em fundamentações inconsistentes, que o progresso científico é caracterizado pela competição entre teorias rivais (programas de pesquisa) ou ainda que diferentes cientistas possam interpretar os mesmos dados experimentais em mais de um viés.

Baseado nos trabalhos de Niaz, o estudo de um grupo de pesquisadores brasileiros sugere alguns pontos que devem ser levados em consideração quando se trabalha com educação em ciências. Segundo Mehlecke, Eichler, Salgado e Del Pino (2012, pp. 522-523), estes pontos são:

- a) O progresso científico é caracterizado por controvérsias, conflitos e competição entre teorias rivais;
- b) As observações estão contaminadas pela teoria do observador;
- c) Muitos dados experimentais podem ser interpretados por mais de uma teoria ou modelo científico;
- d) As teorias científicas são tentativas;
- e) As teorias científicas podem estar baseadas em fundamentos inconsistentes e ainda assim continuarem a progredir;
- f) Os dados empíricos não são o último “árbitro” na aceitação ou refutação das teorias científicas.

Em relação ao campo das neurociências, o tema do construtivismo neuronal é ainda menos considerado. Não existem muitos trabalhos que abordam as discussões sobre este tema em livros didáticos, na formação de professores ou da recepção deste assunto em periódicos ou pela comunidade acadêmica. Existe sim, um grande número de trabalhos publicados sobre a análise de livros didáticos, contudo, estes são bastante específicos. Encontraram-se trabalhos analisando livros de disciplinas curriculares ou conteúdos específicos das disciplinas, mas não sobre as abordagens ao sistema nervoso (SN) ou ao funcionamento do cérebro, da mente, etc. Giordan e Vecchi (1996, p. 26) fizeram uma análise das representações de crianças e de alunos de cursos científicos sobre a digestão e não identificaram grandes diferenças entre as representações destes indivíduos (crianças e jovens adultos), segundo eles “as ideias básicas permaneceram as mesmas”.

Na busca por referências de estudo, os trabalhos mais próximos dos propósitos aqui apresentados foram análises sobre abordagens e estudo do corpo humano. Um destes trabalhos foi apresentado no *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Neste trabalho, Mulinari e Mohr (2017) analisaram as abordagens ao corpo humano realizadas em livros didáticos de Biologia do Ensino

Médio e destacaram que em sua maioria, os textos apresentam descrições de processos fisiológicos sem apresentar interações entre si ou com fatores externos, o aluno não tem oportunidade de perceber semelhanças entre o corpo humano do livro e o seu. Além disso, apresentam uma crítica a como esta estrutura dificulta a ação do professor, pois além de tudo ainda apresenta informações científicas dissociadas dos contextos sociais e do cotidiano.

O livro didático poderia ser aliado na construção de conceitos pelos estudantes sobre o funcionamento do corpo, e no contexto aqui apresentado para compreensão de como cérebro e mente funcionam, proporcionando autopercepção e autoconhecimento. Para Oliveira e Carvalho (2017, pp. 253-254):

a educação pode ser instrumento significativo no processo da transformação social do indivíduo, no sentido não só promover uma formação que envolva competência científica, mas também proporcionar um processo educativo que prepare o indivíduo para melhor conhecer o mundo com o qual interage e para o entendimento de si mesmo como sujeito que se autorreorganiza permanentemente e que pode, pois, optar por determinada forma de participação no contexto em que vive.

Sobre a importância da compreensão sobre o funcionamento e relação entre cérebro, emoção e comportamento, Oliveira e Carvalho (2017, p. 260) ainda destacam que:

entender o cérebro adolescente significa entender seu comportamento; e entender seu comportamento é o mesmo que entender sua emoção. Ampliando essa visão, é possível inferir que os conhecimentos neurocientíficos, uma vez apresentados aos próprios adolescentes, podem ser meios de amenizar as angústias vivenciadas por eles e, ainda oferecer condições de proporcionar o autogerenciamento para esses adolescentes.

Sendo assim, propõe-se uma breve análise dos livros didáticos de Ciências e Biologia distribuídos para as escolas públicas brasileiras analisando as abordagens propostas para o estudo do sistema nervoso, a fim de observar a existência ou não de abordagem às perspectivas do construtivismo neuronal.

3.2 Método da pesquisa

Segundo os dados apresentados por Nascimento e Martins (2005), o PNLD foi instituído em 1985 por meio do MEC para promover a aquisição e distribuição de livros às escolas públicas brasileiras. A partir das obras ofertadas pelo PNLD/2017

(Ensino Fundamental – Séries Finais) e pelo PNLD/2018 (Ensino Médio), foram selecionados os livros de Ciências e Biologia para esta análise. Foram disponibilizadas pelo MEC treze coleções para a disciplina de ciências no PNLD/2017 e dez coleções para a disciplina de biologia no PNLD/2018, todas estão disponíveis para consulta através do site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

Para a análise dos livros de Ciências, foram acessados os dados estatísticos disponibilizados através do site do FNDE, onde se encontrou que foram distribuídos 10.789.373 livros de ciências por meio do PNLD/2017. Foram selecionadas as 6 coleções mais distribuídas, correspondendo a cerca de 78% dos livros distribuídos (Tabela 3). Seguindo o plano de estudos da disciplina de ciências, no ensino fundamental, para as escolas públicas no estado do Rio Grande do Sul, onde o estudo do corpo humano é feito no 8º ano, selecionaram-se os livros destinados a esse ano escolar em cada coleção. Foram eles:

Código identificador	Autores	Título	Informações adicionais
EF1	Gewandsznajder, F.	Projeto Teláris – Ciências	2º edição São Paulo Ática, 2015
EF2	Carnevalle, M. R. ⁴	Projeto Araribá – Ciências	4º edição São Paulo Moderna, 2014
EF3	Lopes, S.	Investigar e Conhecer: Ciências da Natureza	1º edição São Paulo Saraiva, 2015
EF4	Usberco, J. Martins, J. M. Schechtmann, E. Ferrer, L. C.	Companhia das Ciências	4º edição São Paulo Saraiva, 2015

⁴ Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna, sendo Máira Rosa Carnevalle a editora responsável.

	Velloso, H. M.		
EF5	Canto, E. L. do	Ciências Naturais – Aprendendo com o cotidiano	5º edição São Paulo Moderna, 2015
EF6	Gowdak, D. Martins, E.	Ciências Novo Pensar	2º edição São Paulo FTD, 2015

Tabela 3: Livros de ciências do PNLD/2017 selecionados para este estudo.

Para a análise dos livros de Biologia, tentou-se acessar os dados estatísticos do FNDE, mas os mesmos ainda não estão disponíveis. Portanto foram selecionadas as dez coleções do componente curricular Biologia distribuídas pelo PNLD/2018. As mesmas estão disponíveis para acesso através do site do FNDE. Seguindo o plano de estudos da disciplina de Biologia, no Ensino Médio, para as escolas públicas estaduais no Rio Grande do Sul, em que o estudo dos seres vivos e suas características são feitos no 2º ano, selecionamos os livros de volume 2 em cada coleção (Tabela 4). Foram eles:

Código Identificador	Autores	Título	Informações adicionais	Observações
EM1	Linhares, S. Gewandsznajder, F. Pacca, H.	Biologia Hoje	3º edição São Paulo Ática, 2016.	-----
EM2	Ogo, M. Godoy, L.	#Contato Biologia	1º edição São Paulo Quinteto Editorial, 2016	-----
EM3	Lopes, S. Rosso, S.	Bio	3º edição São Paulo Saraiva, 2016	-----

EM4	Thompson, M. Rios, E. P.	Conexões com a Biologia	2º edição São Paulo Moderna, 2016	-----
EM5	Favaretto, J. A.	Biologia unidade e diversidade	1º edição São Paulo FTD, 2016	-----
EM6	Silva Júnior, C da. Sasson, S. Caldini Júnior, N.	Biologia	12º edição São Paulo Saraiva, 2016	-----
EM7	Mendonça, V. L.	Biologia: os seres vivos	3º edição São Paulo Editora AJS, 2016	Este volume não aborda o sistema nervoso.
EM8	Catani, A. <i>et al</i>	Ser protagonista: biologia	3º edição São Paulo Edições SM, 2016	-----
EM9	Bizzo, N.	Biologia novas bases	1º edição São Paulo IBEP, 2016	Este volume não aborda o sistema nervoso.
EM10	Amabis, J. M. Martho, G. R.	Biologia Moderna	1º edição São Paulo Moderna, 2016	Os livros desta coleção não estavam disponíveis nas escolas consultadas.

Tabela 4: Livros de biologia disponíveis no PNLD/2018.

Foi possível analisar os seis livros de ciências propostos e sete dos dez livros de Biologia. Nesta análise buscou-se primeiramente criar um código para identificar as obras, em que se escolheu a identificação EF para Ensino Fundamental e EM para Ensino Médio, seguida de número identificador como apresentado acima. As obras EM7, EM9, e EM10 foram eliminadas e as demais foram examinadas.

Primeiramente identificou-se o número total de páginas de cada obra, em seguida, por meio da consulta ao sumário do livro identificou-se o capítulo,

unidade ou tema que menciona ou aborda o sistema nervoso, tecido nervoso ou células nervosas. Verificou-se em seguida o número de páginas de cada livro que abordam conteúdo voltado ao tema pesquisado, excluindo-se as páginas de exercícios e atividades, pois é comum que estejam apresentadas ao fim das unidades ou capítulos e abordem vários temas trabalhados nestas unidades ou capítulos. Por fim, calculou-se o percentual de páginas abordando o tema.

Após isso, passou-se a uma análise mais aprofundada do conteúdo. O estudo realizado por Jiménez, Prieto e Perales (1997) serviu de base para esta análise. Primeiramente, procurou-se observar a ocorrência de apresentação do sistema nervoso através de uma tese cefalocêntrica ou não, principalmente quando da abordagem das funções de coordenação, observando-se a ocorrência de centralização das funções do organismo no cérebro, no encéfalo ou no SN e classificando essas ocorrências em sim (S) ou não (N), seguida de análise das ideias apresentadas.

As abordagens às questões de saúde também foram analisadas. Procurou-se pela presença de abordagens informativas, preventivas, curativas, ou a inexistência delas. Buscando-se pelos temas de saúde apresentados, analisando se o foco destas abordagens estava voltado para a discussão de doenças que afetam o sistema nervoso, para a influência de substâncias psicoativas (drogadição), para hábitos de saúde ou para a prevenção de acidentes.

Em seguida procurou-se identificar a utilização de modelos de referência para a explicação do funcionamento do sistema nervoso, tanto no corpo do texto quanto nas imagens apresentadas. Os modelos mencionados no trabalho de Jiménez, Prieto e Perales (1997) foram os utilizados como base de referência, sendo eles: hidráulico, centrais telefônicas, correntes elétricas, máquina eletroquímica, espelho, mosaico de localização, computador (informática) ou auto-organizador.

Por fim, foi feita uma busca por referências no corpo do texto aos termos: memória, inteligência, percepção, neurogênese, neurônios, plasticidade cerebral, sinapse, aprendizagem, linguagem ou habilidade linguística, pensamento abstrato ou capacidade de abstração e mente. Como forma de classificação, a análise considerou se as páginas em questão citam o termo procurado (C), apresentam conteúdo explicativo sobre aquele termo (CE) ou não mencionam (N).

A seguir serão apresentados os dados obtidos e a discussão dos resultados, destacando-se que em todo o processo de análise apenas as páginas com conteúdo

em forma de texto e imagem foram analisadas, sendo as páginas com exercícios e atividades descartadas, pois não constituem o foco deste estudo.

3.3 Resultados e discussão

Ao analisar os livros de Ciências e Biologia que foram distribuídos aos alunos de escolas públicas de todo o país, levou-se em consideração as páginas de cada obra que abordavam o tema, tanto na forma de texto quanto de imagens, sendo desconsideradas as páginas voltadas para a resolução de exercícios e atividades.

Obra	Nº total de págs.	Páginas analisadas	Nº págs. analisadas	% do conteúdo
EF1	272	23 164-175	13	4,8%
EF2	224	26-27 110-119 122-123 126	15	6,7%
EF3	288	43-44 209-224	18	6,6%
EF4	240	140-145	6	2,5%
EF5	256	21-22 117-134	20	7,8%
EF6	256	33-35 144-153	13	5%
EM1	288	270 – 274	5	1,7%
EM2	288	254 - 259	6	2,1%
EM3	288	280 - 281	2	0,7%
EM4	224	96 - 97	2	0,9%
EM5	288	176 - 181	6	2,1%

EM6	288	177 - 185	9	3,1%
EM8	288	258 - 264	7	2,4%

Tabela 5: Páginas analisadas e percentuais do conteúdo nas obras de ciências e biologia.

Em média, os livros de Ciências do Ensino Fundamental destinam 14,2 páginas de conteúdo – texto e imagens, sem exercícios – ao estudo do sistema nervoso (SN) enquanto os livros de Biologia do Ensino Médio destinam, em média, 5,3 páginas ao mesmo tema. Quando observado o estudo do sistema reprodutor (SR), por exemplo, os mesmos livros de Ciências, em média, destinam 21 páginas a este estudo. Na obra EF4, onde o conteúdo – texto e imagens, sem exercícios – para estudo do SN esteve presente em 2,5% das páginas o estudo do SR alcançou 15,4%, o que equivale a 37 páginas. Apenas três livros de Biologia analisados abordam o SR: EM4, EM5 e EM6. Nestes livros, a média de páginas com conteúdo para estudo do SR foi de 15. Tomando como exemplo o livro EM5, onde apenas 2,1% das páginas de conteúdo foram destinadas ao estudo do SN, foi averiguado que 18 páginas foram destinadas ao conteúdo sobre SR o que equivale a 6,2% das suas páginas. Neste contexto, é possível perceber que o estudo do sistema nervoso não é o conteúdo de maior destaque nos livros de Ciências e Biologia da Educação Básica.

Também foi possível observar certa discrepância na forma como os livros analisados abordam as funções e importância do sistema nervoso. Segundo Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 4), os livros “apresentam uma grande variedade de modelos teóricos (...) Não aparece um modelo global para todo o sistema nervoso, o que pode reforçar a idéia nos alunos de que o corpo é a soma das partes que funcionam independentemente”. Um bom exemplo de como pode ser subentendido um funcionamento independente do corpo é visto na obra EF2, quando se lê que “O sistema nervoso central recebe os impulsos nervosos dos órgãos receptores e elabora uma resposta específica para cada estímulo” (p. 113).

Os mesmos autores acima citados, Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 4), destacam seu desejo em registrar “que os livros utilizam as teses cefalocêntricas para as funções de coordenação dos seres vivos”. Buscando a origem deste termo, o trabalho de Changeux (1997) publicado em forma de livro com o título *Neuronal Man: The Biology of Mind* é bastante propício, pois apresenta um histórico evolutivo

de como a humanidade desenvolveu crenças sobre as funções cerebrais. Segundo Changeux (1997, p. 4), os antigos egípcios, os mesopotâmios, os hebreus e mesmo Homero consideravam o coração como “a fonte da vida, que abrigou inteligência e sentimento”. Mais tarde, Demócrito descreveria sua crença de que sensações e pensamento dependeriam do concreto, sendo as sensações e imagens resultantes de mudanças na posição das partículas (os átomos) no espaço tendo afirmado que “o cérebro, guardião dos pensamentos ou inteligência, contém as principais amarras da alma” (CHANGEUZ, 1997, p. 5) e mesmo assim acreditar que o centro dos desejos estava no fígado. Ainda mais tarde, Hipócrates e colegas reafirmaram e ampliaram a hipótese de Demócrito ao utilizarem de observações clínicas. Com as observações e estudos avançados para aquela época conseguiram observar e descrever uma série reações causadas por ferimentos na cabeça, também distinguiram doenças neurológicas e mentais e as atribuíram ao cérebro. Changeux (1997, p. 5) também afirma que “com Plato e Hipócrates, a tese ‘cefalocêntrica’ foi formulada muito explicitamente. De acordo com ela, o lugar do pensamento era o cérebro”.

Para verificar a permanência deste posicionamento, procurou-se analisar o texto das obras selecionadas e identificar a presença ou não de tese cefalocêntrica (TC), por meio de afirmações que reforçassem a dominância do sistema nervoso, do encéfalo ou do cérebro sobre as funções do organismo. Quando não demonstrada essa dominância, mas sim a associação do sistema nervoso com o endócrino ou quando as funções do SN foram apresentadas sem denotar domínio sobre todo o organismo não se considerou a presença de tese cefalocêntrica, como apresentado no quadro abaixo.

Livro	Citação	TC	Foco
EF1	“... além de receber e organizar informações do meio ambiente e de comandar nossas reações, o sistema nervoso, juntamente com o sistema endócrino, coordena as diversas funções do corpo.” (p.164)	Não	-----
EF2	“O cérebro é centro controlador da maioria das atividades do nosso corpo.” (p. 26)	Sim	Cérebro

EF3	“E quem é o maestro nessa ‘orquestra’? Se você pensou em sistema nervoso ⁵ , acertou.” (p. 209)	Sim	Sistema Nervoso
EF4	“O sistema nervoso é responsável pela integração do corpo com o ambiente.” (p. 140)	Não	-----
EF5	“O encéfalo e a medula espinal constituem o sistema nervoso central (SNC) , que comanda e coordena as atividades do organismo.” (p. 120)	Sim	Sistema Nervoso
EF6	“O sistema nervoso não só coordena e integra as funções do organismo como o relaciona com o meio externo.” (p. 145)	Não	-----
EM1	“Como você acaba de ver, o encéfalo controla muitos órgãos e funções do corpo.” (p. 272)	Sim	Encéfalo
EM2	“A coordenação das atividades do corpo humano depende da integração entre o sistema nervoso e as glândulas endócrinas.” (p. 255)	Não	-----
EM3	“Assim a estrutura do sistema nervoso relaciona-se com a organização geral do corpo.” (p.280)	Não	-----
EM4	“Esse sistema é muito importante na coordenação das funções dos órgãos.” (p. 96)	Não	-----
EM5	“O encéfalo é a maior região integradora e o principal centro de coordenação do corpo.” (p. 176)	Sim	Encéfalo
EM6	“O sistema nervoso é multifuncional, pois atua direta ou indiretamente no controle de praticamente todos os outros sistemas do organismo.” (p. 181)	Sim	Sistema Nervoso
EM8	“O funcionamento de um organismo requer, portanto, a integração e a coordenação das várias partes que o constituem. Nos animais, dois sistemas estão encarregados da integração e da coordenação de todas as funções do organismo: o sistema nervoso e o sistema endócrino.” (p. 258)	Não	-----

Quadro 1: Abordagens das obras analisadas às funções e importância do sistema nervoso. Grifos dos autores.

Na análise realizada, diferentemente do destacado por Jiménez, Prieto e Perales (1997), observou-se que mais da metade dos livros estudados nesta pesquisa não utilizou tese cefalocêntrica para abordar as funções e importância do sistema nervoso, mesmo quando se reportam às funções de coordenação. Isto torna possível questionarmos se essa mudança percebida seria indicativa de uma tentativa de adequação das obras atuais aos progressos realizados pelas recentes pesquisas neurocientíficas.

⁵ Nesta análise, todas as palavras grifadas em negrito são grifos originais dos autores das obras analisadas.

Quando analisadas as abordagens com enfoque na saúde que estes livros realizam, fica clara a ênfase na disseminação de informações sobre as doenças que atingem o sistema nervoso, já que 77% das obras abordam estas questões. Foi possível perceber também, que a prevenção por meio de hábitos saudáveis é pouco abordada, sendo que apenas 23% dos livros preocuparam-se em discutir este tema. Contudo, 54% dos livros analisados demonstraram abordagens voltadas para a prevenção, poucas voltadas para a prevenção de doenças e mais para a prevenção de acidentes e, principalmente, do uso de drogas psicoativas. É possível que a discrepância entre os dados apontados esteja diretamente relacionada a isso. Outro ponto a destacar é o de que todos os livros de ciências do ensino fundamental discutem efeitos e riscos de diferentes drogas, sejam elas lícitas ou ilícitas e apenas a obra EM8 aborda o tema entre os livros ofertados ao ensino médio, como é possível observar nas tabelas abaixo:

Abordagem de Saúde	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5	EF6	EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	EM6	EM8
Preventiva	X		X	X	X		X				X		X
Curativa													
Informativa	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Inexistente									X	X			

Tabela 6: Abordagens de saúde realizadas pelas obras analisadas.

Quando se buscou um olhar atento para os temas de foco destas abordagens em saúde, foi possível perceber que os mesmos ficam em torno das doenças que acometem o sistema nervoso, das drogas psicoativas, dos hábitos saudáveis e prevenção de acidentes como se vê na tabela abaixo:

Foco da Abordagem de Saúde	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5	EF6	EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	EM6	EM8
Doenças	X	X	X	X	X ⁶		X	X ⁷			X ⁸	X	X

⁶ Pequeno quadro explicativo sobre meningite.

⁷ Pequeno quadro explicativo sobre Alzheimer.

⁸ Pequeno comentário sobre poliomeélite.

Drogas	X	X	X	X	X	X							
Hábitos saudáveis	X	X					X						
Prevenção de acidentes	X		X		X		X				X		X

Tabela 7: Foco das abordagens de saúde realizadas pelas obras analisadas.

Prevalece grandemente nos livros didáticos analisados o estudo do sistema nervoso a partir de um viés que destaca as partes e funções desse sistema. Exceção para as obras EM3 e EM4, em que o primeiro faz uma abordagem comparativa e evolutiva do sistema nervoso dos animais e não há menção específica ao humano e o segundo faz uma abordagem dos tecidos muscular e nervoso e sua constituição. Em todas as obras observa-se uma preocupação com nomenclatura e funções de cada parte do organismo, sempre com destaque para questões sensoriais e atos reflexos ou voluntários. E é muito comum que as obras vinculem o estudo dos sistemas endócrino e sensorial no mesmo capítulo ou unidade do sistema nervoso. Em alguns casos (como em EM1) o número de páginas destinadas ao estudo do sistema sensorial é maior do que do que as destinadas ao sistema nervoso, mesmo os dois temas estando no mesmo capítulo.

Mesmo coma a abordagem centrada nas partes e funções, em nomenclaturas e descrições de processos biológicos, em todas as obras analisadas percebe-se a utilização de modelos de referência para abordar e explicar o funcionamento do sistema nervoso. O mesmo foi observado no trabalho de Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 4), e alguns destes modelos de referências foram apresentados por eles. Contudo, os mesmos afirmaram não ter encontrado “nenhuma referência a modelos hidráulicos ou a centrais telefônicas”. Durante a análise aqui proposta, de fato, não foram encontradas referências a modelos hidráulicos, entretanto, cerca de 70% dos livros apresentaram referências a um modelo baseado em centrais telefônicas, como se pode ver no quadro abaixo:

Modelo Centrais Telefônicas	
Livro	Citação
EF1	“Os telefones de uma cidade não estão conectados diretamente entre si. Seus fios são ligados a uma central, que recebe as chamadas e executa as ligações de um telefone a outro.

	Do mesmo modo, as mensagens recolhidas pelos órgãos dos sentidos são levadas por nervos ao sistema nervoso central ,...” (p. 166).
EF2	“... integração das mensagens (estímulos) recebidas do ambiente. Os órgãos dos sentidos captam mensagens... e enviam até o cérebro por uma rede de neurônios” (p. 112). “... a lesão interrompe a comunicação entre o encéfalo e os nervos provenientes de órgãos abaixo dela” (p. 115).
EF3	“Todos os órgãos do sistema nervoso são constituídos pelo tecido nervoso, que apresenta células especializadas na recepção e transmissão de ‘mensagens’: os neurônios” (p. 209).
EF4	“Os neurônios são células especializadas em receber e transmitir mensagens” (p. 140). “Para que a recepção e transmissão de mensagens seja eficiente, é essencial que os neurônios se comuniquem” (p. 141). “O sistema nervoso voluntário transmite informações...” (p. 143).
EF5	“Em toda essa complexa rede interna de transmissão de informações que é o sistema nervoso periférico, os nervos atuam como as linhas de transmissão” (p. 121). “Uma comparação pode ser feita entre um nervo e um cabo telefônico usado em telefonia fixa... Cada fiozinho que compõe o cabo telefônico é capaz de transmitir informações independentemente dos outros...” (p. 121).
EM2	“A parte somática do sistema nervoso transmite informações até a parte central e também aos nervos...” (p. 259).
EM4	“... distribui-se por todo o organismo, formando uma rede complexa de comunicação chamada sistema nervoso” (p. 96).
EM5	“Caso seja solicitado que movimente os pés, ela será incapaz de fazê-lo, porque as mensagens enviadas pelo cérebro não chegarão à parte inferior da medula espinal” (p.179).
EM8	“O tálamo recebe e envia informações...” (p. 260).

Quadro 2: Citações encontradas nos livros analisados para demonstrar um modelo de referência a centrais telefônicas.

Tomando por exemplo a citação encontrada em EF5, mais uma vez percebe-se, como já destacado anteriormente, a possibilidade de que o aluno compreenda que o organismo é formado pela junção de partes que funcionam independentemente. Outros modelos de referência utilizados também abrem esta possibilidade, como o “modelo espelho” descrito por Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 4) como concebendo:

o funcionamento do sistema nervoso como uma reação a uma excitação proveniente do exterior, igual a um espelho que reenvia com um certo ângulo o feixe luminoso que lhe chega, o cérebro reenvia uma resposta em função da excitação que foi desencadeada. Em alguns livros encontramos estas idéias tanto para explicar os atos reflexos como o funcionamento global do sistema nervoso [...] Dá a impressão de que a informação que

está no exterior do organismo que pode recebê-la e conduzi-la até uma determinada ação. Ainda é mais clara esta concepção analisando os textos, em algumas atividades se sugere que cada estímulo tem uma só resposta – cada objeto uma imagem – sem considerar a possibilidade de que um mesmo estímulo provoque diferentes respostas.

Apenas duas obras, EM2 e EM4, não utilizam o modelo de referência espelho. Em todas as outras se encontram formas de representar e explicar, principalmente os atos reflexos, algumas funções do sistema nervoso. Exemplos podem ser vistos em EF3, onde se encontra que “Quando tocamos em um objeto muito quente, por exemplo, percebemos o calor e a dor da queimadura depois que nosso corpo já está afastado do objeto” (p. 216); em EF4 lê-se que “As células do sistema nervoso responsáveis por perceber estímulos do próprio corpo e do ambiente, interpretar as informações e possibilitar a tomada de ações em resposta a cada situação” (p. 140); em EF6 encontra-se que “à medida que o cão cresce, ele passa a associar o cheiro ou o aspecto do leite com a sensação do gosto e, então, começa a salivar simplesmente pelo fato de ter o leite diante de si” (p. 148); em EM1 é visto que “O sistema nervoso simpático estimula os órgãos que preparam um animal para, por exemplo, enfrentar um perigo, deixando-o pronto para lutar ou fugir” (p. 274). Além da descrição do reflexo patelar, que é muito comum na grande maioria dos livros pesquisados, as reações às situações de emergência também utilizam o modelo espelho em suas descrições, como apresentado em EM6 onde consta que “Em uma situação de emergência, a descarga de adrenalina provoca aumento da pressão arterial, dilatação dos bronquíolos e das pupilas” (p. 184).

Extremamente comum, também é o modelo de referência “mosaico de localização”, que só não foi manifesto nas obras EM3 e EM4 e cuja descrição feita por Jiménez, Prieto e Perales (1997) afirma se tratar da localização das funções cerebrais em zonas determinadas do cérebro. Neste contexto, as imagens coletadas nas obras analisadas têm especial importância na demonstração da utilização deste tipo de referência. Dada a característica geral dos livros de apresentar partes e funções, torna-se bastante comum a apresentação de determinadas funções do sistema nervoso com localização em pontos específicos, e isso ocorre tanto no corpo do texto quanto nas imagens apresentadas.

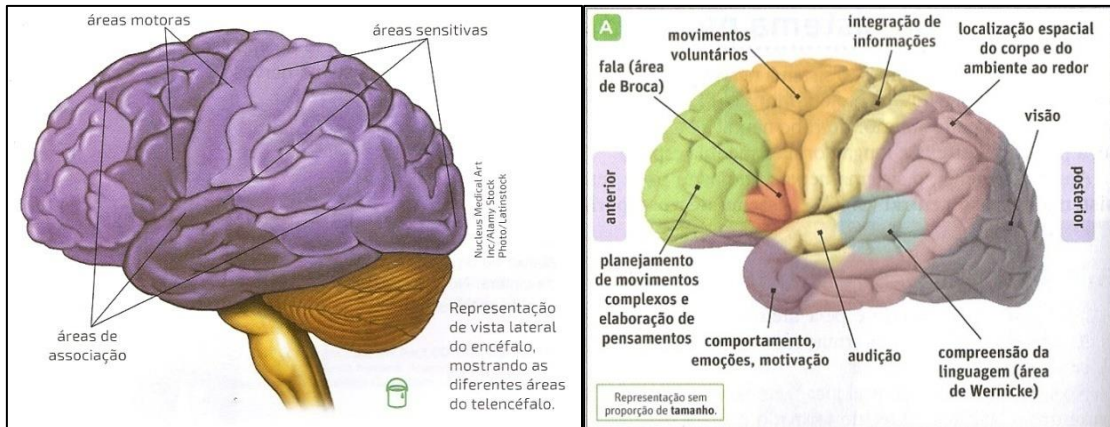


Fig. 9: Ilustração na obra EM2, p. 257. **Fig. 10:** Ilustração na obra EM8, p. 260.

Estas imagens representam as referências a um modelo mosaico de localização, mas também os textos que apresentam o conteúdo referem-se muitas vezes a funções que seriam realizadas em locais específicos. Por exemplo, a Fig. 9 apresentada acima está vinculada, no livro, a um pequeno texto sobre o telencéfalo onde encontra-se que:

As áreas sensitivas recebem e interpretam impulsos provenientes de diferentes partes do corpo, como olhos, orelhas e nariz. As áreas motoras controlam movimentos dos músculos esqueléticos. As áreas de associação conectam as áreas sensitivas e motoras, além de relacionar-se com as emoções, a memória, a inteligência e a personalidade (OGO, M.; GODOY, L., 2016, p. 257).

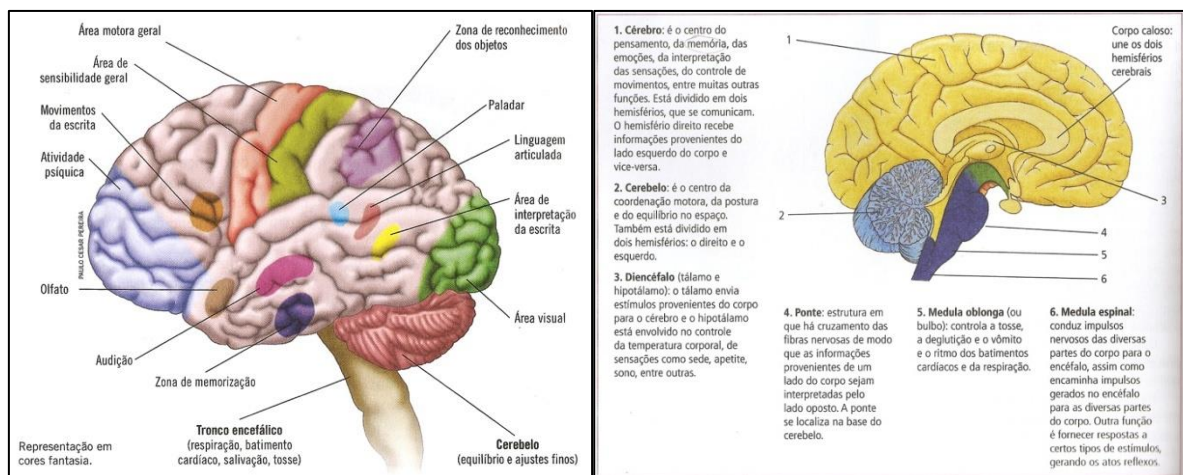


Fig. 11: Ilustração na obra EF4, p. 146. **Fig. 12:** Ilustração na obra EF3, p. 212.

Outro exemplo de referência ao modelo mosaico de localização utilizado no corpo do texto é encontrado em EF1, onde se lê que:

No encéfalo há várias regiões: **cérebro**, **cerebelo**, **ponte**, **tálamo**, **hipotálamo** e **bulbo**. Essas regiões não estão isoladas entre si – pelo contrário, muitas funções dependem do trabalho conjunto de uma delas. Algumas regiões, porém, têm um controle maior sobre determinadas funções (GEWANDSZNAJDER, F., 2015, p.167).

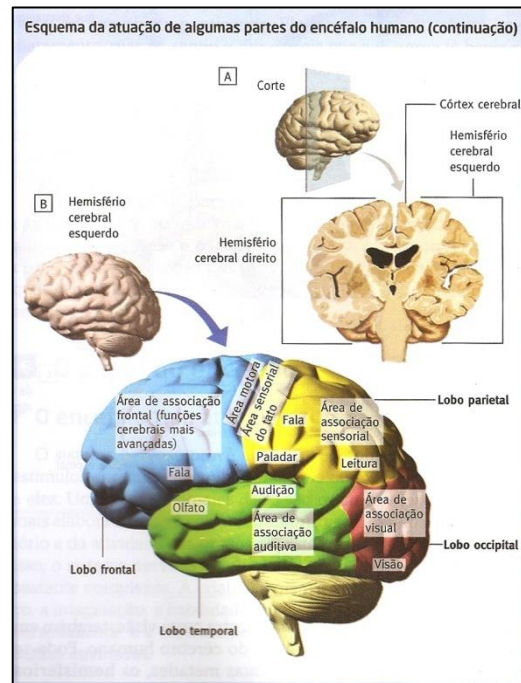


Fig. 13: Ilustração encontrada na obra EF5, p. 126.

É bastante comum, quase 54% dos livros analisados, a representação de uma imagem que mostra o sistema nervoso dividido em parassimpático e simpático e onde atividades corporais estão relacionadas a órgãos específicos, com um enfoque para funcionamento reflexo regulado por estímulos sensoriais ou químicos (Fig. 14). Neste contexto, é reforçada a ideia de estímulo/resposta e formulações com viés mecânico tornam-se possíveis, além nos remeter mais uma vez ao modelo de referência de mosaico de localização.

As imagens que destacamos estão presentes em grande parte das obras analisadas e apontam na mesma direção do que apresentam Jiménez, Prieto e Perales (1997) e nos levam a refletir sobre a possível prevalência de modelos mosaico de localização e espelho. Contudo, estes autores (JIMÉNEZ; PRIETO; PERALES, 1997) concluem que “Estas afirmações contrastam com a ideia admitida mais recentemente de que as sensações são interações entre características do mundo externo, órgãos sensoriais e sistema nervoso” (p. 4).

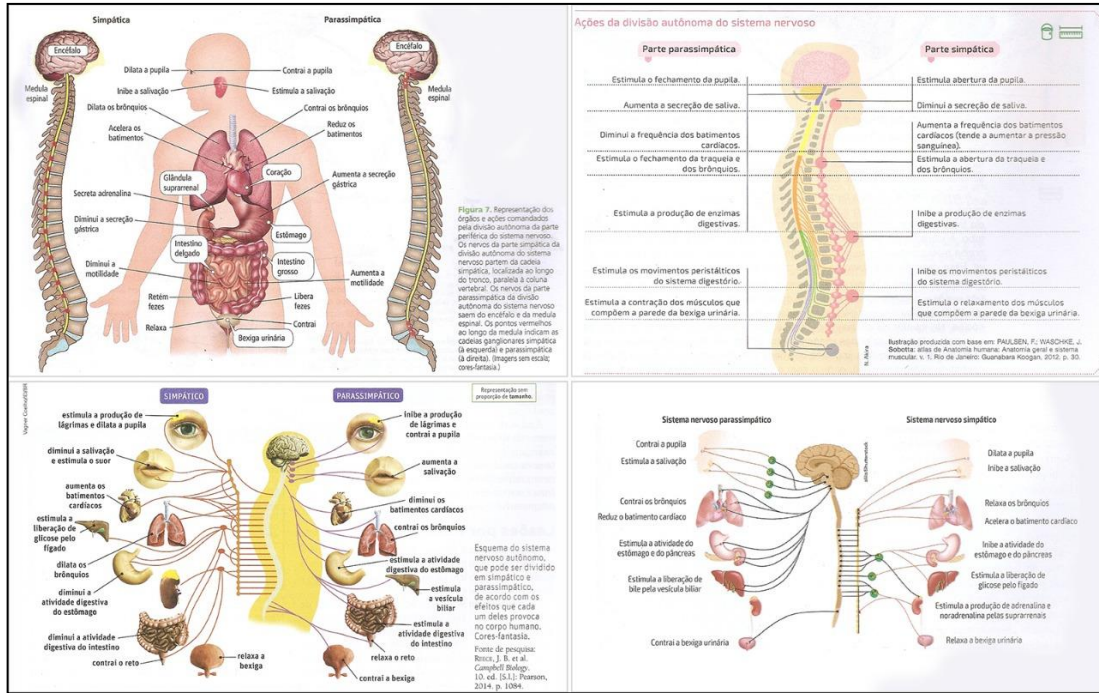


Fig. 14: Imagens retiradas das obras analisadas (da esq. para dir. e de cima para baixo): EM5 - p.181, EM2 - p. 259, EM8 - p.263, EM1 - 273.

Outro modelo de referência muito comum é o modelo de referência a um centro de controle. Esse modelo é encontrado em 77% dos livros analisados, mas não estava incluído na análise que foi utilizada como base neste estudo. Sendo assim, esse modelo foi incluído após perceber-se que era mencionado com frequência. Na investigação realizada no capítulo 2 da pesquisa que aqui se apresenta, a referência a centros de controle foi apontada, mas não visualizada com tanta evidência quanto agora. O quadro abaixo contém as citações mais importantes neste tópico para cada obra.

Modelo Centro de Controle	
Livro	Citação
EF1	<p>“O sistema nervoso recebe uma mensagem do órgão auditivo, analisa essa informação e comanda uma série de movimentos em seu corpo” (p. 23)</p> <p>“... o sistema nervoso do jogador recebe as informações dos órgãos dos sentidos, organiza-as e comanda uma reação: o cabeceio” (p. 164).</p>
EF2	<p>“O cérebro é o centro controlador da maioria das atividades do nosso corpo” (p. 26).</p> <p>“No tronco encefálico são elaboradas ordens para a realização de atividades...” (p. 115).</p>
EF4	<p>“O hemisfério direito do cérebro comanda o lado esquerdo do corpo, enquanto o hemisfério esquerdo do cérebro comanda o lado direito” (p. 143)</p>

EF5	“... esse estímulo visual é transformado, nos olhos, em impulso nervoso que segue, por nervos cranianos para o encéfalo. Este, por sua vez, dá a ‘ordem’ para seus dedos pegarem a tira. Essa ‘ordem’ segue pela medula espinal e, a partir dela por nervos espinhais até os músculos que movimentarão seus dedos e cumprirão a ‘ordem’ dada” (p. 122).
EF6	“O cérebro controla as atividades voluntárias e conscientes do corpo humano. Todos os movimentos musculares voluntários, como a fala, o pensamento e a memória, são controlados pelo cérebro. É também o centro de controle da interpretação de todos os estímulos...” (p. 146).
EM1	“Uma parte dos nervos motores controla os músculos esqueléticos, comandando as respostas ao ambiente externo...” (p. 273). “Dizemos, então, que o sistema nervoso somático controla a relação com o ambiente” (p. 273).
EM2	“No bulbo (também conhecido como mielencéfalo), localizam-se os centros de controle de várias funções básicas de nosso corpo...” (p. 257).
EM5	“A parte central do sistema nervoso recebe, analisa e integra informações, bem como seleciona e envia ordens” (p. 176).
EM6	“Os gânglios, [...] funcionam como pequenos centros de coordenação e regulação das funções...” (p. 181). “É no córtex cerebral que se localizam os centros ou áreas responsáveis pelo controle sensorial (audição, visão) e motor (movimentos de todo o corpo e da fala)” (p. 182).
EM8	“... o sistema nervoso central recebe e processa informações dos meios externo e interno controlando as funções corporais” (p. 259).

Quadro 3: Citações encontradas nos livros analisados para demonstrar um modelo de referência a centros de controle.

O modelo de referência a correntes elétricas apareceu com muito menos frequência. Apenas as obras EM1, EM2 e EM4 utilizam este modelo. Em EM1 encontra-se que “O sistema nervoso – exclusivo dos animais vale-se de **mensagens elétricas** que caminham pelos nervos mais rapidamente do que os hormônios através do sangue” (p. 271), e em EM4 que “Os neurônios são capazes de receber estímulos [...] e transmiti-los por meio de impulsos elétricos a outros neurônios ou órgãos” (p. 96).

Ao explicar os processos que ocorrem na sinapse, muitos dos livros utilizam modelos de referências a máquinas eletroquímicas. Apenas nas obras que não possuem conteúdo explicativo sobre isso este modelo não foi utilizado, sendo elas EM1, EM3, EM5 e EM8. A maior parte das obras que faz referência a este modelo o faz com explicações resumidas e sem grandes detalhes; como é possível ver em EF2 quando apresenta que “Ao percorrer o neurônio, o impulso nervoso atinge as terminações do axônio e provoca a liberação de substâncias químicas nas sinapses.

Essas substâncias são chamadas de neurotransmissores ou mediadores químicos” (p. 113) e em EM2 onde se lê que “O sistema nervoso transmite informações aos órgãos por meio de impulsos nervosos, que são correntes elétricas de baixa intensidade, originadas durante a entrada e a saída de íons do interior de células do sistema nervoso” (p. 255).

Diferentemente disso, chama a atenção o destaque dado pelo livro EM6 para os processos químicos envolvidos no mecanismo de transporte ativo chamado “bomba de sódio e potássio” e também na “condução saltatória” para explicar a condução dos impulsos nervosos e só após isso a explicação sobre a liberação de neurotransmissores na sinapse. São duas páginas de descrições e ilustrações detalhadas para todos os processos envolvidos, quando os outros livros se limitam a no máximo dois parágrafos. A imagem abaixo foi utilizada na lateral direita da página, ao lado do texto, para ilustrar a condução do impulso nervoso através da bomba de sódio e potássio.

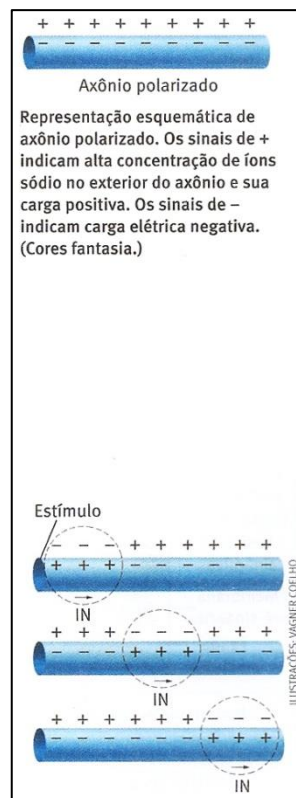


Fig. 15: Representação do impulso nervoso no livro EM6, p. 179.

Na análise de Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 4) também é mencionado o modelo computador, que segundo eles é “criticado atualmente desde a

neurobiologia às ciências cognitivas” e o descrevem como referência a “receber a informação que existe no exterior, processar essa informação e elaborar respostas, utilizando também a linguagem da informática”. Entre os livros selecionados nesta pesquisa encontrou-se também referências a este modelo, como visto no livro EF2 quando afirma que a medula espinal tem entre suas funções “elaborar respostas simples e rápidas para determinados estímulos” (p. 115) ou ainda em EM1 onde se lê que “Essa região do encéfalo recebe e processa as informações dos órgãos dos sentidos” (p. 272). Também em EM2 encontra-se que “A parte central do sistema nervoso (antigamente conhecida como sistema nervoso central) recebe estímulos provenientes de diferentes partes do corpo humano, interpreta-os e responde a eles” (p. 256) ou ainda em EM6 onde é afirmado que a “**função sensorial**, que consiste em transmitir informações geradas pelos estímulos exteriores e do próprio organismo para diferentes centros nervosos que, por sua vez, devem analisar e processar essas informações” (p.181).

O último modelo de referência mencionado por Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 5) é o auto-organizador, que afirmam ser aquele que:

reconhece o sistema nervoso como uma unidade definida por suas relações internas, em que as interações só atuam modulando sua dinâmica estrutural. Estrutura, organização, dinâmica de funcionamento e trocas nela, seriam as características básicas deste modelo de sistema nervoso.

As referências ao modelo auto-organizador foram encontradas em sete obras analisadas. Entre elas, pode-se destacar no livro EM8 a abordagem ao sistema nervoso simpático quando se pode observar a descrição de que com na liberação de noradrenalina “acelera os batimentos cardíacos e o ritmo respiratório, aumenta o nível de glicose no sangue, dilata a pupila e eleva a pressão sanguínea, efeitos em geral associados a uma situação de alerta ou de ação” (p. 263) ou, quando em EF2 é afirmado que “a rede de nervos desse sistema regula os órgãos internos, como os intestinos, as glândulas, o coração, os rins e a musculatura associada a eles, cujo funcionamento é **involuntário**” (p. 116), ou ainda quando em EF5 se lê que “No caso do reflexo patelar, trata-se de uma resposta que permite restabelecer a situação de equilíbrio do músculo (quadríceps femoral) esticado pela pancadinha” (p. 124).

Ao fim desta análise mais um modelo de referência foi acrescentado, pois se encontrou na obra EF3 uma longa abordagem comparativa entre o sistema nervoso e uma orquestra musical, onde se pode destacar sua afirmação de que “o corpo humano pode ser comparado a uma orquestra, pois é formado por um conjunto de órgãos que trabalham em harmonia, cada um responsável por determinadas funções, e o resultado é o equilíbrio dinâmico que mantém o organismo vivo” (p. 209) ou ainda quando se lê que “Dessa forma, o intestino é estimulado quando a atividade de digestão na boca tem início e tudo ocorre em harmonia. E os outros sistemas continuam a funcionar, como os instrumentos de uma orquestra” (p. 209).

A tabela 8, abaixo, reúne todos os modelos de referência ao sistema nervoso encontrados nas obras analisadas durante esta pesquisa e aponta quais modelos foram encontrados em cada livro.

Modelos de Referência	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5	EF6	EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	EM6	EM8
Hidráulico													
Centrais telefônicas	X	X	X	X	X			X		X	X		X
Corrente elétrica							X	X		X			
Máquina eletroquímica	X	X	X	X	X	X		X		X		X	
Espelho	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X
Mosaico de localização	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Computador		X		X			X	X				X	X
Auto-organizador	X	X		X	X		X	X			X		
Centro de controle	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X
Orquestra musical			X										

Tabela 8: Modelos de referência ao sistema nervoso encontrados nas obras analisadas.

Buscando mapear o tipo de abordagem das obras analisadas, foram escolhidos termos relacionados com o campo das neurociências e do construtivismo neuronal para serem os fios condutores da análise final realizada nos livros selecionados. Para identificação, tabelaram-se os resultados em relação à: (C) citou

o termo, (CE) possui conteúdo explicativo sobre o termo ou (N) termo não foi mencionado.

Termos pesquisados	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5	EF6	EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	EM6	EM8
Memória	C	C	C	CE	C	C	C	C	N	N	C	C	C
Inteligência	C	C	N	N	N	N	C	C	N	N	C	C	C
Percepção	N	C	N	N	N	N	C	N	N	N	N	N	N
Neurogênese	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Neurônio	CE	CE	CE	CE	CE	CE	C	CE	C	CE	C	CE	C
Plasticidade cerebral	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	C
Sinapse	CE	CE	CE	CE	CE	CE	C	CE	N	CE	N	CE	N
Aprendizagem	C	C	N	C	C	C	C	C	N	N	C	C	C
Linguagem ou Habilidade linguística	C	C	N	C	C	N	C	N	N	N	N	N	C
Pensamento abstrato ou Capacidade de abstração	N	C	N	N	C	N	C	N	N	N	N	C	N
Mente	N	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabela 9: Análise da abordagem a termos específicos pelas obras em questão.

Embora o termo memória seja citado na grande maioria dos livros, apenas em EF4 se encontra um pequeno quadro explicativo sobre o que significa. Mesmo os demais livros destinados ao Ensino Fundamental se referem ao termo memória sem qualquer explicação, denotando que seus autores julgam ser de conhecimento do público a que se dirigem os conceitos sobre o tema. Dados os modelos de referência que utilizam para abordar o funcionamento do sistema nervoso, é possível que estes alunos associem a memória com aquilo que conhecem sobre computadores, com espaço de armazenamento, com dispositivos.

Outros conteúdos explicativos sobre os termos pesquisados só foram encontrados em relação aos neurônios e sinapse. Todos os livros de Ciências para o Ensino Fundamental apresentaram textos e imagens para explicar a estrutura, função e atividade em relação aos neurônios e sinapse. Apenas as obras EM2, EM4

e EM6 entre as destinadas ao Ensino Médio possuem conteúdo explicativo sobre estes termos e em EM3, EM5 e EM8 a sinapse nem mesmo é citada.

O termo neurogênese não é citado em nenhuma das obras analisadas, contudo, em EF2, foi inserido um pequeno quadro que aborda rapidamente o tema mas, contudo, nomeá-lo. O fato de praticamente não haver qualquer abordagem às questões relacionadas com inteligência, percepção, aprendizagem, linguagem e principalmente neurogênese e plasticidade cerebral demonstram que os jovens não têm tido acesso ao debate sobre questões primordiais no campo das neurociências cognitivas.

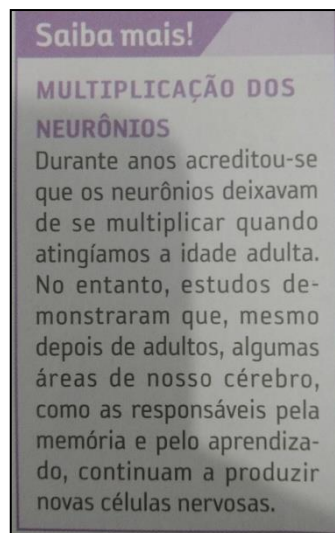


Fig. 16: Quadro explicativo encontrado na obra EF2, p. 112.

De modo geral, foi possível identificar que 54% dos livros citou inteligência, 15% citou percepção, apenas o livro EM8 citou a plasticidade cerebral e apenas EF2 citou a mente. Em 77% dos livros o termo aprendizagem foi citado, em 46% a linguagem ou habilidade linguística e em 31% deles foram mencionados o pensamento abstrato ou capacidade de abstração. Mesmo tendo sido citados, estes termos não tiveram abordagens explicativas ou informativas.

3.4 Conclusões

Todo o enfoque dado a questões puramente biológicas, e ao funcionamento do organismo regulado pelo sincronismo de ações e respostas estruturadas em funções que respondem às substâncias, hormônios, estímulos, etc., pode

incentivar crenças voltadas para um funcionamento mecânico do cérebro e a não compreensão do papel da mente neste processo.

Falando sobre como as questões envolvendo o tema da mente foram rechaçadas pelos cientistas no início do século XX, Bunge (1988) menciona a excomunhão do conceito de mente. Segundo ele (BUNGE, 1988, p. 15), Piaget iniciou um movimento que levaria a uma revolução quando começou a investigar o desenvolvimento das capacidades mentais de crianças e adolescentes e que após 20 anos ocorreu outra “rebelião igualmente influente: Donald Hebb estabeleceu que as assembléias neuronais não se limitam a detectar e processar estímulos: também podem pensar. E proclamou que a psicologia humana trata da mente”. Segundo Bunge (1988, p. 16):

Como a ciência só trata com entidades concretas, porque só reconhece e aceita as propriedades dessas coisas, e não as propriedades em si mesmas, não utiliza as propriedades e trocas na medida em que não são propriedades ou trocas de alguma entidade concreta, seja esta um átomo ou um neurônio, um cérebro ou uma galáxia. Não há nenhum problema em falarmos dos estados ou eventos mentais, contanto que não os atribuamos a uma entidade imaterial, invariável e inescrutável;

Ao se fazer a reflexão sobre como a relação entre mente e cérebro não é discutida nem mencionada nas abordagens para o estudo do sistema nervoso feitas pelos livros didáticos da Educação Básica, percebe-se que os jovens estudantes não encontram nestes livros oportunidades para questionar o senso comum sobre o tema aqui discutido. Ater-se ao que não é discutido nem abordado demonstra isso de forma mais apropriada do que aquilo que realmente é abordado.

A tarefa aqui apresenta-se de tal forma a manter este debate aceso, e não só a isso, mas também a discutir os motivos pelos quais as abordagens construtivistas nas neurociências têm sido pouco promovidas, além de incentivar a desvinculação com o senso comum e o discurso que promove o campo neurocientífico idealizado, homogêneo, infalível, finalista. Se nada for mudado, a sociedade continuará a acreditar que existe uma neurociência, e que ela é detentora de uma sabedoria singular, unânime e finalizada.

4 ENSINO SUPERIOR, NEUROCIÊNCIAS E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA EM CONTEXTO

No percurso da apresentação deste trabalho já se discutiu sobre as interfaces existentes entre a Epistemologia Genética e as Neurociências, tendo a intencionalidade de demonstrar que o campo neurocientífico possui pesquisas que fornecem indícios neurobiológicos para o embasamento da teoria construtivista. Além disto, é importante destacar a multiplicidade e polarização desta área e as diversas abordagens que a mesma recebe. Sendo de fundamental importância para a formação de professores, esse debate deveria estar presente não só nas salas de aula dos cursos de formação docente como também nas leituras indicadas a esses alunos. Este estudo propõe uma breve análise das abordagens ao construtivismo neuronal realizadas pelos livros didáticos de Psicologia do Desenvolvimento que são comumente utilizados nas disciplinas de Psicologia da Educação.

O manifesto construtivista de Quartz e Sejnowski (1997) propôs apresentar a base neural para o desenvolvimento cognitivo, que chamaram de construtivismo neuronal. Por meio deste manifesto, divulgaram as evidências neurobiológicas de que as características representacionais do córtex cerebral são construídas na interação dinâmica entre os mecanismos de crescimento neural e as atividades neurais derivadas do ambiente, cujo crescimento está sendo mostrado como um aumento progressivo das propriedades representacionais do córtex. Esta interação entre o ambiente e o crescimento neural resulta em um tipo flexível de aprendizagem: a aprendizagem construtiva.

O desenvolvimento é visto nesse manifesto como um aumento progressivo nas estruturas de complexidade representacional, subjacentes e este aumento, sendo dependente da interação com um ambiente estruturado para guiar este desenvolvimento. Dessa forma, os autores destacam que, assim como na teoria piagetiana, identificam interações ativas entre os sistemas de desenvolvimento e o ambiente em que o indivíduo esteja inserido. Ambas as posições enfatizam a natureza construtiva destas interações com estruturas representacionais progressivamente adicionadas durante o desenvolvimento.

Nestas perspectivas, a aprendizagem é vista como uma interação dinâmica entre um ambiente estruturado e os mecanismos neurais. A rede neural é

extensivamente moldada por atividades decorrentes do ambiente, enquanto as propriedades intrínsecas também restringem essa modulação e executam um papel indispensável para dar forma às estruturas resultantes. A relação entre as mudanças ambientais sejam elas naturais ou culturais, e a estrutura cerebral, torna-se direta e sugere uma perspectiva evolucionária como uma progressão para representações mais flexíveis. Comentando sobre o significado que adotam para estas representações, Quartz e Sejnowski (1997, p. 539) dizem que “por ‘representação’ nos referimos à codificação neuronal de informações derivadas do meio ambiente e transformações resultantes da aplicação de operações mentais”.

Quartz e Sejnowski (1997) também destacam que as pesquisas sobre as redes neuronais têm demonstrado que a relação próxima entre a arquitetura destas redes e as propriedades representacionais traz foco para as mudanças destas representações durante o aprendizado. Os autores (1997, p. 554) ainda afirmam que:

Sistemas altamente especializados pela antecipação do domínio de problemas particulares falharão em ocasiões com significativas mudanças naquele domínio. O resultado é que a especialização talvez traga eficiência, mas virá à custa da flexibilidade. Embora a maioria dos sistemas naturais somente sejam confrontados com mudanças ecológicas, a cognição humana requer alta flexibilidade e representações adaptativas para acomodar ambas as inovações cultural e tecnológica. Duvidamos que o ritmo dessa mudança possa encontrar um esquema representacional requerendo uma grande especificação intrínseca.

Não se deve ver a evolução cognitiva humana simplesmente como o aumento de estruturas especializadas. O construtivismo neuronal nos mostra, pelo contrário, que é o incremento da flexibilidade das representações que permite aos fatores ambientais moldarem a estrutura e o funcionamento do cérebro humano (QUARTZ; SEJNOWSKI, 1997).

Já foi estabelecido anteriormente que Jean Piaget dedicou suas pesquisas ao entendimento de como o ser humano constrói sua capacidade cognitiva, demonstrando que a interação sujeito-objeto ocorre também com significado biológico e que a aprendizagem nada mais é do que a adaptação do organismo ao meio em que se insere. Além disso, foi estabelecido também que os papéis da mente e do cérebro são complementares e interdependentes embora diferentes.

Ainda assim, as figuras de Piaget disseminadas, reforçadas e inseridas nos espaços, conteúdos, nos debates, nas leituras e afins –que se constituem em

diversos meios onde seu nome circula, é estudado e até criticado – nem sempre apresentam um viés capaz de desmistificar estereótipos arraigados ou permitir reflexões para além do senso comum. Discutir as figuras de Piaget se faz necessário para a compreensão das abordagens dadas a o seu trabalho e teoria dentro do mundo acadêmico e, principalmente dentro dos livros didáticos de psicologia voltados ao seu campo de estudo: a psicologia de desenvolvimento.

4.1 As figuras de Piaget

Para Daniel Hameline (1996, p. 313), “A figura não é a pessoa. Nem mesmo a personagem [...] A figura é a maneira como um ator atribui a si mesmo ou lhe vê ser atribuída uma superfície social”. Falando sobre a convivência com essas figuras este autor (1996, pp. 314-315) ainda acrescenta que:

as grandes figuras estão sempre lá, sentinelas duvidosas, mas infatigáveis na memória coletiva. Elas invocam a hagiografia, as suas venerações e as suas execrações. Por este motivo, devemos suspeitar delas, como por método, banalmente, a título de rotina. Mas é também a rotina que as desculpa. A verdade da história deve ser sempre feita entre duas rotinas: a rotina da suspeita e a da adesão. Ambas são ingênuas: o medo de ser enganado não serve de raciocínio, tal como o entusiasmo não tem aí lugar.

Muitas são as figuras atribuídas a Piaget, muitos são os olhares que o escrutinam. Entre o que se dissemina, se veicula, se reforça, e a realidade dos fatos vividos, existem lacunas a serem preenchidas. Para Hameline(1996, p. 315), “Piaget é uma dessas grandes figuras. Uma figura que solicita o nosso olhar simultaneamente carregado de desconfiança e confiança”.

Atualmente, quando se busca de forma rápida e não aprofundada por alguma informação, a primeira opção costuma ser o Google⁹. Utilizando esta ferramenta¹⁰ foi feita uma busca pelo termo “Jean Piaget”. Analisando as opções apresentadas, sem entrar em nenhum site, é possível ter uma base das informações disponíveis na rede: o biólogo que colocou a aprendizagem no microscópio; o nome mais influente no campo da educação durante a segunda metade do século XX; biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado um dos mais importantes

⁹ Ferramenta de busca na Internet que procura por palavras-chave inseridas pelo usuário em bancos de dados e documentos.

¹⁰ Acesso realizado em 1 de dezembro de 2018.

pensadores do século XX; um dos mais importantes pesquisadores de educação e pedagogia; principal representante da psicologia da aprendizagem, etc.

Segundo Hameline (1996, p. 316), “a figura só é significativa se for lendária. Mas ela só é lendária se for assimilável a qualquer «tipo» cuja figura se reitera, por imitação de um herói anterior ou mais elevado na hierarquia do heróico”. Pelo que se percebe, são visíveis os esforços para que a figura de Piaget esteja em um patamar heróico, genial.

Mas afinal, Jean Piaget foi um biólogo, educador, psicólogo, pedagogo, filósofo ou epistemólogo? As informações biográficas de conhecimento geral o descrevem como filho de um Doutor em Língua e Literatura Medievais e de uma das primeiras socialistas da Suíça, tendo nascido em Neuchâtel – Genebra no ano de 1896 e se mostrando um menino prodígio.

É famoso seu interesse precoce pelo estudo dos moluscos, a publicação de seu primeiro artigo aos 11 anos (sobre um pássaro albino), sua paixão por história natural e os grandes problemas da biologia contemporânea e pela filosofia das ciências ou do conhecimento¹¹. Pela própria Universidade de Neuchâtel obteve o título de doutor em biologia aos 22 anos. Enquanto estudante de história natural preocupou-se com o estudo da evolução e adaptação de algumas espécies, principalmente de moluscos. Traços destes estudos serão fortemente encontrados em suas pesquisas posteriores na área da epistemologia.

Nos apanhados biográficos feitos por Montangero e Maurice-Neville (1998) encontram-se citados fortes influências vindas da filosofia, da psicologia, sociologia, matemática, física, etc. Não é estranho, portanto, encontrar artigos indexados que citam a obra de Piaget em mais de 200 áreas de conhecimento (EICHLER, 2015). Para Montangero e Maurice-Neville (1998, p. 15) “Jean Piaget é, com efeito, indubitavelmente, um dos mais importantes teóricos e experimentalistas no domínio da psicologia do desenvolvimento (sem mencionar aqui suas contribuições à epistemologia e à biologia)”.

Piaget foi primeiramente um biólogo naturalista, influenciado por trabalhos evolucionistas e de estudos naturais, coletava moluscos e criou uma coleção deles para estudar e compreender suas adaptações ao meio. Jaan Valsiner (2001, p. ix) afirmou que:

¹¹ Ver *Piaget ou a Inteligência em Evolução*, Montangero e Maurice-Neville, ArtMed, 1998.

Ele tem sido tratado como um teórico de desenvolvimento que tinha o jovial hábito de colecionar moluscos. Ele talvez ainda permaneça, em espírito, um colecionador de moluscos que observou as formas de pensamento das crianças – e que formulou lentamente sua teoria do desenvolvimento até o fim de sua longa vida.

Extremamente influenciado pelo método científico, nunca deixou de ser curioso sobre como as coisas e mentes funcionam e levou esta curiosidade e os métodos de pesquisa naturalistas para todos os seus trabalhos posteriores. Na contramão do que muitos acreditam, ele não realizou um trabalho voltado para técnicas de ensino, “ao contrário, Piaget baseou sobre experimentação naturalista – entrevistando crianças sobre fenômenos da vida real que eles conheciam, ou que pudessem produzir imediatamente no contexto de estudo (por exemplo, sombras)” (VALSINER, 2001, p. xiii).

A epistemologia genética de Jean Piaget é o trabalho de um psicólogo interessado em como a mente humana se desenvolve e como o conhecimento é adquirido. Montagero e Maurice-Noville (1998, p. 19) também afirmam que Piaget não se tornou nem biólogo, nem filósofo “é a psicologia, utilizada a serviço da teoria do conhecimento que ocupa o lugar principal de suas atividades de adulto”. Os autores (MONTAGERO; MAURICE-NOVILLE, 1998, p. 17) ainda acrescentam:

ele produziu a mais completa teoria do desenvolvimento intelectual, porque ela trata do período que vai do berço à idade adulta e se esforça por definir os laços da inteligência e da lógica com outras funções cognitivas como a memória, a linguagem, a percepção, etc.

Certamente, os estudos de Piaget são e devem ser utilizados pelos pedagogos no sentido de, a partir deles, ser possível traçar estratégias de ensino eficazes, mas essa não foi uma preocupação explicitada por ele. Seus trabalhos com a psicologia do desenvolvimento são, segundo Valsiner (2001, p. ix), “trabalhos clássicos da psicologia infantil do século vinte”. Contudo, é destacada por Hameline (1996, p. 322), a “ausência de considerações de tipo *pedagógico*. Se existe uma questão que este epistemólogo parece ignorar, é a da educação”. O autor também relata que em 1977, em Genebra, havia um discurso unânime entre os piagetianos que apresentavam duas ideias (HAMELINE, 1996, p. 322), sendo elas:

A primeira era que Piaget não se interessava por pedagogia. A segunda era um aviso contra qualquer aplicacionismo: as teses de Piaget sobre os estádios da inteligência não podem, de forma alguma, dar lugar a uma transposição termo a termo nas realidades da classe.

Seguindo o relato de Hameline (1996), percebe-se que houve situações em que Piaget foi inserido como educador, ao se massificarem as vendas de manuais, cursos e livros que impeliam a aplicação em educação das teses da epistemologia genética. Este seria um motivo importante para a construção da figura de um Piaget educador ou pedagogo. Interessante é o exemplo trazido da construção dessa imagem e mais tarde de sua desconstrução. Neste mesmo relato é apresentado que o *Petit Larousse*, edição de 1966 apresentava Piaget como psicólogo e pedagogo suíço, já na edição de 1995 essa apresentação foi atualizada para o apresentar apenas como psicólogo suíço. Para Hameline (1996) “A epistemologia genética é parte integrante da figura. Mas o pedagogo desapareceu do retrato” (p. 327).

Em uma simples pesquisa no Google Imagens¹², utilizando os termos “Einstein” e “Piaget” o reforço de um estereótipo de imagem fica muito claro. Entre as primeiras 30 imagens de Einstein, 17% delas mostram o físico em sua foto mais difundida (com a língua para fora), 63% destas fotos mostram um homem grisalho, já idoso e com o cabelo desgrenhado. Já no caso de Piaget, das primeiras 30 imagens, em 97% delas se vê um idoso – de fato, bem difícil vê-lo na juventude – e em 27% destas imagens ele é visto com um cachimbo. Segundo Valsiner (2001, p. xi):

A confiança em fontes secundárias para o entendimento do trabalho de pensadores originais, ou mesmo fontes terciárias na forma de livros texto, tem um papel a encenar na perda de conhecimento anteriormente disponível em nosso tempo. Livros texto superficialmente atrativos certamente ofereceram agradáveis pedaços e peças de informação que são bem ajustadas para preencher questões em testes de múltipla escolha. Eles também comunicaram mitos heróicos sobre cientistas-chave. Piaget (algumas vezes com seu cachimbo) aparece frequentemente nesse papel. Ainda assim a curiosidade inerente em seu pensamento não é adequadamente refletida em livros texto.

Para Hameline (1996), fazer uma crítica às figuras postas sobre Piaget tem importância para o estudo e compreensão de sua teoria. Ele destaca (p. 316) que:

¹² Acesso realizado em 01 de dezembro de 2018.

As figuras de Piaget falam-nos de Piaget através de uma grande ausência de Piaget, quando só é «apresentável» pelas suas figuras e estas dizem uma coisa totalmente diferente. O «tipo» é redutor da figura. Mas é sua invocação, contudo, que faz com que o leitor aí se encontre. Certamente, não convém reduzir alguém aos tipos que a sua figura ilustra [...]

Sobre a criação de imagens míticas e as abordagens em livros didáticos sobre autores clássicos, Valsiner (2001, p. xi) ainda afirma que:

O problema delimitado não é só do entendimento de Piaget. A apresentação do trabalho de qualquer pensador clássico em um livro texto cria certa imagem mítica sobre uma figura heróica. Os objetivos intelectuais de autores clássicos são normalmente esquecidos. Ao invés, histórias míticas sobre os autores proliferam e substituem o estudo direto e cuidadoso – normalmente incompletos ou pesados - dos pensamentos reais do autor.

O próprio Piaget tentou desenhar sua figura ao constituir-se autobiógrafo, trazendo sua visão aos seus leitores e dando forma a abordagem realizada, na publicação original de 1952. Hameline (1996, p. 319) rememora estes fatos e descreve que “Piaget aproveita a ocasião. E a ocasião é de dar a imagem de um intelectual eminentemente desejoso de tornar manifesta a coerência do seu percurso, apesar das suas conversões e desconversões sucessivas”. Para este autor a autobiografia de Piaget é “a apresentação de um percurso científico efetuado por um cientista” (HAMELINE, 1996, p. 320). Contudo, é destacado que a figura do “jovem inquieto” é deixada de lado, pois a autobiografia de um cientista não pode dar conta disso. Este mesmo autor se apropria de citação de Vidal (*apud* HAMELINE, 1996, p. 321) para afirmar que:

A apresentação que Piaget efetua de si mesmo é típica da tradição científica da autobiografia. Em conformidade com os cânones do estilo científico, ele apaga as manifestações do «eu», dá mais preferência à objetividade do que a sinceridade. Mais do que contar uma vida, ele relata uma carreira.

Após diversos relatos sobre diferentes autores que tentaram retratar figuras diversas de Piaget e até mesmo do infortúnio de Van der Goot em caracterizar o jovem Piaget como teólogo obcecado pela ideia de Deus e da confusão entre um Piaget filósofo e um Piaget religioso, Hameline (1996, p. 335) consegue sintetizar que:

Ducret descreve sucessivamente em Piaget o «biólogo» dos anos vinte, o lógico dos anos trinta, o «psicólogo» genético ao longo da sua carreira, o epistemólogo sobretudo a partir dos anos cinquenta e, novamente o lógico dos anos setenta. As figuras do «sábio» e as do «cientista» esbatem a figura do filósofo e, mais ainda, a do homem religioso. Mas, sem com isso incorrer nos exageros de Van der Goot, e evitando fazer de Piaget um visionário religioso a contragosto, Ducret faz ressurgir *in fine* as figuras do filósofo e do homem religioso, numa espécie de (*happy?*) *end* que se fecha sobre os começos: «O investigador e pensador dos anos setenta é ainda e sempre o adolescente e o jovem inquieto dos anos dez.»

Dentro do contexto apresentado e no intuito de compreender como as figuras de Piaget são mostradas e o quanto influenciam sua (não) abordagem nos livros didáticos de psicologia do desenvolvimento, podemos assumir a conclusão de Hameline (1996, p. 336) quando afirma que:

“Figuras múltiplas, figura única: para apreender Piaget, através de sua história e da sua lenda, não é obrigatório ter de escolher. A pluralidade e a unidade são compatíveis num destino, desde que não seja um destino previamente escrito nas estrelas”.

Ainda assim, enquanto se fala das múltiplas figuras de Piaget e outros notáveis, pouco é falado sobre a multiplicidade no campo científico. A tendência a demonstrar unidade, singularidade, ausência de diversidade no trabalho da ciência vai de encontro ao que se retrata na figura do cientista. É necessário trazer ao debate a pluralidade que de fato é inerente ao fazer científico. Para Gaston Bachelard (2009, p. 15), “o conhecimento é um desejo alternativo de identidade e de diversidade”.

4.2 Neurociência ou Neurociências: Singularidade x Pluralidade

Já foi salientado que o campo neurocientífico é multidisciplinar e não apenas isso, que é heterogêneo. Portanto, discutir a singularidade ou a pluralidade deste campono debate que aqui se propõe é, além de propício, necessário. Para além disso, é possível discutir a diversidade no campo científico, cujas relações, na reflexão de Bachelard (2009, p. 14) são apresentadas da seguinte forma:

Considerada em suas grandes linhas e não apenas numa descrição particular, a relação entre diversidade e unidade do pensamento científico merece também ser levada em conta. Se o pensamento científico, como é costume dizer, tende para a unidade na explicação, ele logo tende para a diversidade na descoberta e na invenção.

Para Couto (2016), a divulgação científica por meio da mídia para o alcance do público leigo possui riscos, e o reducionismo é um deles. Segundo a autora, o tipo de divulgação feito pela mídia em que as descobertas neurocientíficas são mostradas de forma extremamente simplificada, sem evidenciar conflitos e dificuldades em analisar os resultados das pesquisas, “dá ao público esse conhecimento como certo e auto-evidente” (COUTO, 2016, p. 75). Discutindo sobre questões semelhantes, Bennet e Hacker (2003, p. 445), fazem uma crítica ao reducionismo quando afirmam que:

independentemente de sabermos se alguns neurocientistas estão confundidos, não há dúvida de que as formas de descrição que empregam confundem o público leigo. É compreensível que os neurocientistas estejam ansiosos por comunicar o conhecimento que alcançaram nas últimas décadas acerca do funcionamento do cérebro e por partilhar com o público com formação parte da excitação que sentem acerca deste assunto. Isto está patente na abundância de livros escritos por muitos membros distintos da profissão. Mas ao falarem acerca do pensamento e do raciocínio do cérebro, acerca de um hemisfério conhecer uma coisa e não informar outro, acerca do cérebro tomar decisões sem que a pessoa saiba, acerca da rotação de imagens mentais no espaço mental, e assim por diante, os neurocientistas estão a encorajar uma forma de mistificação e a cultivar uma neuromitologia que são completamente deploráveis. Porque, primeiro, esta não ajuda nada a formar a compreensão por parte do público leigo, que é o objectivo a alcançar. Segundo, o público leigo poderá procurar na neurociência respostas a pseudoquestões que não deveria perguntar e que a neurociência não pode responder. Se o público ficar desiludido, ignorará as questões genuínas e importantes que a neurociência *pode* perguntar e responder.

Dale, Dietrich e Chemero (2009) apontam um caminho inverso ao do reducionismo. Para estes autores, a complexidade do comportamento e estruturas dos seres complexos não permite adotar um único paradigma teórico como explicação e ressaltam que em momentos de desenvolvimento científico inicial parece haver sustentação mas, ao passo em que admitimos diversos padrões e princípios chega o momento de assumir a abrangência dos quadros teóricos. Os autores (DALE; DIETRICH; CHEMERO, 2009, p. 739) destacam que seu trabalho foi concebido para:

encorajar cientistas cognitivos a considerar esta perspectiva plural para o entendimento da mente humana. A mente, de alguma forma constituída por interações cérebro-corpo-ambiente, é extraordinariamente complexa. [...] Contudo, é possível que o sistema cérebro-corpo-ambiente seja suficientemente rico para admitir níveis e metas de análise que requerem pluralismo para enfrentá-los todos.

Quando se fala em campo neurocientífico, o objetivo é colocar neste termo a amplitude, a pluralidade, a diversidade, a multidisciplinaridade que esta área engloba. O mesmo ocorre quando se faz uma referência plural (as neurociências). Segundo Couto (2016, p. 74):

É importante utilizar o plural em relação a neurociência, pois ela engloba campos distintos como anatomia, fisiologia, biologia molecular, genética e comportamento, formando a neurobiologia. Além disso, lida com os conceitos de cognição, consciência e mente, campos da Biologia, Psicologia e Filosofia.

Para Rose (2015), neurociência é um rótulo singular que inclui uma pluralidade de disciplinas. Ao descrever o percurso dos últimos 50 anos que ele e outros trilharam até que se estabelecesse o que hoje se tem como uma área comum de pesquisa, a neurociência, ele destaca que necessitaram mudar posicionamentos anteriores e dá como exemplo o fato de neurocientistas moleculares e cognitivos ainda não utilizarem uma linguagem comum. Para ele a neurociência se tornou uma enorme indústria que derrama dados e onde as regras reducionistas raramente são desafiadas.

Neste sentido, buscou-se verificar como estas questões são abordadas nos livros de psicologia de desenvolvimento, que normalmente são utilizados como referência nas disciplinas de psicologia da educação durante os cursos de formação de professores.

4.3 O (não) debate presente nos livros didáticos de psicologia

Ao se propor a análise dos livros didáticos de psicologia do desenvolvimento, mesmo que não aprofundada, há a intenção de conhecer como são as abordagens realizadas nestas obras em relação à epistemologia genética, às neurociências e possíveis relações entre elas. Para Carvalho (2011, p. 538), as ciências do cérebro “podem contribuir para a renovação teórica na formação docente, adicionando informações científicas essenciais para a melhor compreensão da aprendizagem como fenômeno complexo”. É possível que a ausência de renovação teórica tenha contribuído para a não ampliação do debate na área da educação sobre as neurociências, como campo plural e não finalizado, e também sobre a proposição do construtivismo neuronal.

Também é ressaltado por Carvalho (2011), que a mídia colabora para o aumento de informações sobre o assunto, principalmente porque explora de forma intensa o tema mente/cérebro. Contudo, para ela, os conhecimentos são apresentados de forma superficial e desconectados do vínculo com a Educação. Além disso, é destacada a escassez da produção nacional de literatura com uma visão unificada entre as ciências da mente/cérebro. Para a autora (CARVALHO, 2011, p. 544):

Assim, aborda-se de forma mais densa o papel significativo da biologia da mente na educação. Os livros e materiais disponíveis no mercado pouco oferecem nesse sentido ou, quando apresentam informações científicas mais especializadas, destinam-se a um grupo seletivo de profissionais e são direcionados a áreas como medicina e psicologia, afastando-se das atividades do professor.

A sugestão da autora (CARVALHO, 2011) é a da promoção de uma interlocução entre as neurociências e a educação, de forma a influenciar a futura ação pedagógica dos acadêmicos em cursos de formação de professores. Para ela (CARVALHO, 2011, p. 547), conteúdos neurocientíficos podem colaborar para um melhor desempenho docente, pois

uma vez que os professores compreendem a aprendizagem como processo humano que tem raízes biológicas e condicionantes socioculturais do conhecimento adotam uma gestão mais eficaz tanto das emoções quanto da aprendizagem de seus estudantes.

Não existem muitos trabalhos feitos no Brasil em que se propõe uma análise dos livros didáticos de psicologia. Entre os encontrados, por exemplo, estão Assunção (2007) e Lima (2016), onde as pesquisas divulgadas são bastante semelhantes. Ambas se estruturaram analisando livros didáticos do início do século XX que foram escritos por professores brasileiros que atuavam na formação de professores nos chamados cursos normais. Nos dois casos, a forma como se definia a psicologia, seus objetivos e a função da psicologia no campo da educação foram o objeto de estudo das análises. Evidentemente, um tanto distante daquilo que se desejou realizar no estudo que aqui se apresenta.

Em contrapartida, é possível citar o trabalho dos pesquisadores estadunidenses Griggs e Proctor (2002) como mais próximo, pois estabeleceram um estudo exploratório de recepção da obra de importantes pensadores da

psicologia em livros texto de ensino superior. Neste trabalho eles analisaram livros utilizados em cursos introdutórios, criando um “TOP 60” dos autores mais citados e estudando os padrões destas citações para discutir se refletem as recentes mudanças ocorridas na proeminência de vários campos da psicologia, como a psicologia cognitiva. Segundo os autores, estes textos (livros didáticos de psicologia) ocupam o papel principal quando se trata de definir a psicologia para os estudantes, e destacam a importância de conhecermos quais imagens estes textos retratam sobre nosso campo de estudo.

Já no estudo de Griggs, Jackson, Christopher e Marek (1999), é proposta uma revisão de estudos, onde são apontadas mudanças ocorridas nos 20 anos anteriores, como a diminuição no número de páginas dos capítulos dos livros, a não publicação de revisões ou atualizações às edições anteriores, o decréscimo de novas publicações e o aumento da venda de livros usados. Além da análise de número de páginas, de capítulos, seus percentuais; os autores também procuraram pela abordagem a conteúdos específicos (como psicologia desenvolvimental, psicologia social, sensações/percepção, emoção/motivação, linguagem/pensamento) e características que denotam diversidade (como sexo/gênero dos autores).

Estes dois trabalhos forneceram importantes contribuições para a estruturação do método de pesquisa que foi utilizado neste estudo.

4.4 Método da pesquisa

Para a seleção das obras a serem analisadas, optou-se por utilizar os livros didáticos de psicologia do desenvolvimento, psicologia cognitiva ou livros introdutórios à psicologia que estivessem disponíveis na Biblioteca do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que se localiza junto ao Instituto de Psicologia, na Rua Ramiro Barcelos, 2600 - Santa Cecília, Porto Alegre; no 2º semestre do ano de 2018. Foi possível selecionar dez obras, sendo elas:

Código Identificador	Autores	Título	Tradução	Edição	Informações Adicionais
PSI1	Sternberg, R. J.	Psicologia Cognitiva	Osório, M. R. B.	Não informada	Porto Alegre: Artmed, 2000
PSI2	Renner, T.	Psico	Almeida, M. de A.	1º edição	Porto Alegre: AMGH,

	Morrissey, J. Mae, L. Feldman, R. S. Majors, M.				2012[Artmed]
PSI3	Shaffer, D. R. Kipp, K.	Psicologia do desenvolvimento: Infância e adolescência	Passos, M. R. G.	2º edição (Tradução da 8º edição norte-americana)	São Paulo: Cengage Learning, 2012
PSI4	Papalia, D. E. Feldman, R. D.	Desenvolvimento Humano	Monteiro, C. Silva, M. de C.	12º edição	Porto Alegre: AMGH, 2013 [Artmed]
PSI5	Bee, H. Boyd, D.	A criança em desenvolvimento	Monteiro, C.	12º edição	Porto Alegre: Artmed, 2011
PSI6	Boyd, D. Bee, H.	A criança em crescimento	Bueno, D.	Tradução da 1º edição	Porto Alegre: Artmed, 2011
PSI7	Pinel, J. P. J.	Biopsicologia	Costa, R. C.	5º edição	Porto Alegre: Artmed, 2005
PSI8	Belsky, J.	Desenvolvimento humano: Experienciando o ciclo da vida	Bueno, D.	Não informada	Porto Alegre: Artmed, 2010
PSI9	Gazzaniga, M. S. Heatherton, T. F.	Ciência Psicológica: Mente, cérebro e comportamento	Veronese, M. A. V.	Não informada	Porto Alegre: Artmed, 2005
PSI10	Cole, M. Cole, S. R.	O desenvolvimento da criança e do adolescente	Lopes, M. F.	4º edição	Porto Alegre: Artmed, 2003

Tabela 10: Livros de psicologia selecionados para este estudo.

Como já referido anteriormente, os trabalhos de Griggs e Proctor (2002) e Griggs, Jackson, Christopher e Marek (1999) forneceram a base para a estruturação do método desta pesquisa. Primeiramente, foi definido um código identificador para cada obra e em seguida foi verificado o número total de páginas de cada livro, bem como o número de páginas de texto (excluiu-se páginas iniciais e finais que não compõem o corpo do texto) e em seguida o número de capítulos em que cada livro

foi dividido. Após isso, verificou-se a presença de sumário, índice onomástico, índice remissivo e glossário em cada obra.

Em seguida, por meio da consulta ao índice onomástico estabeleceu-se em quais e quantas páginas da obra Jean Piaget é citado e posteriormente a isso, através da análise do texto, verificaram-se quais foram “as figuras de Piaget” evidenciadas em cada livro analisado. Continuando a análise no índice onomástico, se buscou citações e o número de páginas destinado a essas citações a outros autores. Utilizando como referência a lista “TOP 60” de Griggs e Proctor (2002), escolheu-se analisar as citações aos autores que influenciaram a construção desta pesquisa sendo eles: Piaget, Epstein, Quartz, Sejnowski, Diamond, Freeman e Damásio. Para criar um contraponto e obter dados possíveis para estabelecer comparações foram escolhidos outros importantes autores que também são estudados nestes livros, mas que compõem outras linhas de estudo da psicologia, como: Freud, Skinner, James, Darwin, Pavlov, Bandura, Erikson e Sternberg; junto com Piaget eles compõem o “TOP 10” da lista de Griggs e Proctor (2002).

Por fim, foi realizada uma pesquisa no sumário, no índice remissivo e no glossário de cada livro, em que se buscou referências a termos específicos que fazem parte do vocabulário que se espera encontrar em textos que se referem às neurociências, à epistemologia genética e possivelmente em proposições do construtivismo neuronal. Os termos pesquisados foram: mente, neurociências, pensamento abstrato, neurogênese, desenvolvimento neuronal, desenvolvimento cognitivo e plasticidade. A seguir são apresentados os resultados encontrados e a discussão destes.

4.5 Resultados e discussão

Na análise preliminar das obras selecionadas, alguns dados importantes são percebidos. O primeiro é o fato de todos os livros serem traduções de obras estrangeiras, ou seja, não foram encontrados representantes brasileiros e nem mesmo latino-americanos entre os autores das obras analisadas. Bee e Boyd são as únicas autoras com dois títulos, mas foram publicados no mesmo ano e parecem ser complementares, sendo que PSI5 estava na 12^o edição, enquanto PSI6 estava na 1^o. Todas as demais obras foram escritas por diferentes autores e publicadas entre os anos de 2000 e 2013, sendo cada uma a edição mais atualizada daquela obra disponível na biblioteca consultada.

Outro olhar sobre as obras demonstrou que 70% destes livros foram escritos exclusivamente por ou em conjunto com mulheres, o que é muito mais do que o percentual apresentado na pesquisa de Griggs, Jackson, Christopher e Marek (1999), onde apontaram crescimento da participação feminina, mas com um índice de 23% de participação delas. No mais, a ausência de negros e latino-americanos ou hispano-americanos foi detectada nas duas pesquisas. Além disso, a participação massiva da mesma editora na publicação de nove dos dez livros analisados chama a atenção, e faz com que PSI3 seja o único livro, entre os analisados, que não tenha Porto Alegre como a sede de sua edição. Mesmo sendo o maior em número de páginas, PSI3 não apresentou índice onomástico o que inviabiliza, nesta obra, a análise das citações a autores que foi proposta.

Livro	Nº total de páginas	Nº de páginas de texto	Nº de capítulos	Sumário	Índice Onomástico	Índice Remissivo	Glossário
PSI1	495	407	14	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI2	456	355	13	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI3	914	729	15	Sim	Não	Sim	Sim
PSI4	800	623	19	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI5	567	447	15	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI6	623	465	15	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI7	576	459	18	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI8	607	473	15	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI9	624	525	17	Sim	Sim	Sim	Sim
PSI10	800	694	16	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 11: Páginas, capítulos, sumário, índices e glossário nos livros de psicologia analisados.

Em média, os livros analisados possuem cerca de 520 páginas de texto/conteúdo e estão divididos em 16 capítulos, o que representa uma média de 32,5 páginas por capítulo. Além disso, estas obras possuem, em média, cerca de 130 páginas destinadas a complementos como sumários, índices, glossários, respostas a atividades e exercícios, mensagens a professores e alunos e referências bibliográficas. Mais uma vez destacou-se a obra PSI3, por ter o maior número de

páginas destinadas aos complementos (185 páginas) sem, contudo, apresentar índice onomástico.

Quando avaliadas as citações a Jean Piaget nos livros pesquisados, percebeu-se que não há uniformidade nem quanto ao número de citações nem quanto às figuras que o retratam ou quanto a forma de abordagem da teoria piagetiana, onde algumas obras fazem duras críticas e outras não. Apenas um dos livros não citou Piaget e o que mais o fez foi PSI10 onde 88 páginas com citações foram indicadas no índice onomástico. Já no caso de PSI3, onde não há índice onomástico, foi necessário levar em consideração apenas as páginas em que Jean Piaget foi mencionado no sumário, o que resultou em apenas quatro. O quadro abaixo mostra os dados obtidos nesta etapa da análise:

Livro	Nº de páginas com citações à Piaget	Figuras de Piaget encontradas
PSI1	22	✓ Psicólogo suíço, p. 374 ✓ Cientista, p. 381
PSI2	6	✓ Influente psicólogo do desenvolvimento, p. 21 ✓ Psicólogo suíço, p. 247 ✓ Teórico, p. 248
PSI3	4	✓ Teórico, p. 59 ✓ Estudioso suíço, p. 59 ✓ Indivíduo notável, p.59 ✓ Inovador renegado, p. 61
PSI4	45	✓ Biólogo e filósofo por formação, p. 65 ✓ Cientista do desenvolvimento, p. 171
PSI5	32	✓ Psicólogo suíço, p. 37 ✓ Teórico, p. 37
PSI6	44	✓ Desenvolvimentista suíço, p. 61 ✓ Teórico, p. 71 ✓ Cientista do desenvolvimento, p. 119
PSI7	0	-----
PSI8	46	✓ Gênio supremo da psicologia infantil, p. 48 ✓ O mestre da observação, p. 123

		✓ Grande teórico, p. 175
PSI9	17	✓ O grande psicólogo do desenvolvimento, p. 64 ✓ Psicólogo suíço, p. 342
PSI10	88	✓ Psicólogo do desenvolvimento, p. 39 ✓ Biólogo, p. 58 ✓ O mais proeminente defensor da perspectiva construtivista, p. 181

Quadro 4: Citações à Piaget no índice onomástico e suas figuras nos livros didáticos de psicologia analisados.

Em média, cerca de 30 páginas em cada obra citam Piaget e seu trabalho, contudo PSI10 obteve destaque, pois refere 88 páginas com citações a ele. Como esperado, as figuras clássicas de Piaget foram mencionadas e observou-se que em quatro livros ele é apresentado como psicólogo, quatro livros o apresentam como teórico, em três livros como cientista, em dois livros como biólogo e apenas um livro o apresenta como filósofo. Não apareceram referências a ele como pedagogo ou educador, mas pelo menos um livro o menciona como estudioso e outro como desenvolvimentista. Algumas outras formas de mencionar Piaget chamaram a atenção pelos adjetivos grandiosos utilizados. Entre estas menções encontram-se, por exemplo: indivíduo notável; inovador renegado; gênio supremo da psicologia infantil; o mestre da observação; o grande psicólogo do desenvolvimento; e, o mais proeminente defensor da perspectiva construtivista. São quatro, os livros que utilizam de adjetivos grandiosos, mas com certeza PSI8 é a obra que mais utiliza deste recurso.

Como forma de avaliar a importância e abrangência das citações à Piaget e de outros autores que influenciaram esta pesquisa, a busca através do índice onomástico pelos nomes destes autores foi o método escolhido. Utilizando como base o trabalho de Griggs e Proctor (2002), os autores mencionados dentre os “TOP 10” naquele estudo também foram analisados e por meio dos dados coletados foi possível avaliar a importância dada ao trabalho destes autores quando da construção das obras analisadas. Também é possível refletir sobre a inclusão/abordagem (ou não) dos pontos de vista e pesquisas de autores que propõem vieses não tão conhecidos ou populares como o que ocorre com os que defendem o construtivismo neuronal. Para esta parte da análise o livro PSI3 não pode ser avaliado, já que não possui um índice onomástico.

Autor	PSI1	PSI2	PSI3	PSI4	PSI5	PSI6	PSI7	PSI8	PSI9	PSI10	Total de págs.
BANDURA, A.	2	7	/	14	8	15	0	6	9	19	80
DAMÁSIO, A.	0	1	/	0	0	0	4	0	10	0	15
DARWIN, C.	1	1	/	4	0	4	5	2	22	13	52
DIAMOND, M. C.	0	0	/	0	0	0	2	1	0	2	5
EPSTEIN, H. T	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0
ERIKSON, E. H.	0	7	/	28	7	5	0	18	8	32	105
FREEMAN, W. J.	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0
FREUD, S.	2	12	/	4	6	10	3	7	34	32	110
JAMES, W.	6	6	/	0	1	0	0	2	24	6	45
PAVLOV, I. P.	1	7	/	2	1	2	2	0	13	3	31
PIAJET, J.	22	6	/	45	32	44	0	46	17	88	300
QUARTZ, S. R.	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0
SEJNOWSKI, T. J.	0	0	/	0	0	0	2	0	0	0	2
SKINNER, B. F.	1	10	/	4	3	5	0	9	18	10	60
STERNBERG, R. J.	38	11	/	16	1	6	0	16	2	4	94

Tabela 12: Número de páginas com citações aos autores no índice onomástico de cada livro.

Baseado na quantidade de páginas total de citações aos autores acima descritos é possível construir um Ranking em ordem classificatória decrescente, do 1º ao 12º, já que três autores não foram citados (Epstein, Freeman e Quartz).

Posição	Autor	Nº de páginas com citações
1º	PIAGET, J.	300
2º	FREUD, S.	110
3º	ERIKSON, E. H.	105

4º	STERNBERG, R. J.	94
5º	BANDURA, A.	80
6º	SKINNER, B. F.	60
7º	DARWIN, C.	52
8º	JAMES, W.	45
9º	PAVLOV, I. P.	31
10º	DAMÁSIO, A.	15
11º	DIAMOND, M. C.	5
12º	SEJNOWSKI, T. J.	2

Quadro 5: Ranking dos autores pesquisados pelo número de páginas com citação.

Na pesquisa de Griggs e Proctor (2002), Freud é o 1º colocado e Piaget o 2º, com quase o dobro de citações a mais para o primeiro em relação ao segundo. Na pesquisa atual, Piaget é o 1º colocado e tem mais que o dobro de citações. Erikson, que aqui aparece em 3º lugar é o 9º colocado na pesquisa anterior e Skinner que aqui é 6º colocado, na pesquisa original é o 3º. Baseando-se nestes dados é possível refletir sobre alguns aspectos, como o fato das obras analisadas serem traduções e, portanto, as diferenças nos resultados não podem ser atribuídas a regionalismos ou a cultura local. Contudo, é possível que após 16 anos da pesquisa original as descobertas mais atuais tenham promovido alguma renovação teórica que possibilitou maior visibilidade a algumas escolas psicológicas e diminuiu a de outras. Destaca-se também a presença de Darwin, que mesmo não sendo psicólogo e tendo, de fato, estudado a evolução das espécies aparece na pesquisa atual em 7º lugar enquanto na original estava em 6º, o que para Griggs e Proctor (2002) demonstra a emergência da psicologia evolutiva.

Entre os autores que influenciaram esta pesquisa, Piaget tem representação massiva e mesmo que muitas vezes incompreendido tem sua teoria amplamente divulgada. Contudo, a ausência de referências a Epstein, Quartz e Freeman podem vir a indicar que os trabalhos destes autores não estão recebendo a atenção e divulgação que merecem, mas a presença de referências a Damásio, Diamond e Sejnowski, mesmo com pouquíssimas citações (eles são os últimos colocados), pode indicar o início de uma abertura para a discussão de temas voltados ao

construtivismo neuronal, maior compreensão de conceitos neurocientíficos e possíveis relações destes campos com a epistemologia genética.

De fato, estudos sobre o funcionamento do cérebro/mente e conceitos neurológicos ou neurocientíficos são abordados nestes livros. Contudo, as formas de abordagem a estes temas muitas vezes utilizam de reducionismo e podem não dar abertura ou não demonstrar as perspectivas que desejamos discutir, como as possíveis evidências biológicas que embasam o construtivismo neuronal. Além disso, para a efetivação do debate que se propõe sobre o campo neurocientífico como plural, heterogêneo, multidisciplinar, não finalista e polarizado é necessário que estes temas sejam trazidos ao estudo. Portanto, a análise da presença de termos específicos no sumário, índice remissivo e glossário podem nos apontar se alguns elementos principais ao debate que aqui se propõe estão sendo abordados. Dado o caráter exploratório e a proposta de realizar uma análise breve, este estudo se limita a indicar como as obras analisadas destacam (ou não) os termos pesquisados. Obviamente, estes termos podem ter sido utilizados no corpo do texto, mas foram consideradas apenas as menções a eles no sumário, índice remissivo e glossário por serem complementos do livro que acabam dando destaque à termos considerados de grande relevância pelos autores.

Livro	Local da busca	Mente	Neurociência	Pensamento Abstrato	Neurogênese	Desenvolvimento o Neuronal	Desenvolvimento o cognitivo	Plasticidade
PSI1	Sumário						x	
	Índice Remissivo						x	x
	Glossário						x	
PSI2	Sumário	x	x				x	
	Índice Remissivo		x		x		x	
	Glossário						x	
PSI3	Sumário					x x	x	x

	Índice Remissivo					X	X	X
	Glossário						X	X
PSI4	Sumário	X	X			XX	X	
	Índice Remissivo	X	X				X	X
	Glossário		X				X	X
PSI5	Sumário						X	
	Índice Remissivo	X					X	X
	Glossário							
PSI6	Sumário	X					X	
	Índice Remissivo							X
	Glossário							X
PSI7	Sumário	X	X			X		XXX
	Índice Remissivo				X	X		XXX
	Glossário		X					
PSI8	Sumário	X					X	X
	Índice Remissivo	X					X	
	Glossário							
PSI9	Sumário	X					X	
	Índice Remissivo	X	X	X				
	Glossário	X					X	X
PSI10	Sumário						X	
	Índice Remissivo							
	Glossário							

Quadro 6: Termos pesquisados no sumário, índice remissivo e glossário das obras analisadas.

Analisando os dados coletados é possível perceber uma série de questões. As obras PSI1, PSI3 e PSI10 não mencionam o termo mente em nenhum dos locais pesquisados, enquanto que nas demais obras o termo aparece pelo menos no sumário. Exceções são PSI5, onde o termo mente aparece apenas no índice remissivo e PSI9 que é o único livro a incluir a definição de mente no glossário. Embora o problema mente/cérebro seja uma discussão antiga, não fica evidente que os autores tragam este tema aos seus leitores.

Outro ponto importante é são as abordagens feitas às neurociências. O termo aparece massivamente no singular. Foram utilizados x para marcar a utilização do termo no plural, o que só ocorreu nas obras PSI2 e PSI7. Com isso, subentende-se que a visão de um campo de estudo abrangente, plural e não unificado ainda não alcançou a grande maioria dos autores. Contudo, o dado mais impressionante é o que demonstra que em 60% dos livros analisados o termo neurociência não é encontrado.

Quando se trata dos termos pensamento abstrato e neurogênese o resultado é ainda mais crítico: apenas no índice remissivo da obra PSI9 o termo pensamento abstrato foi encontrado, e o termo neurogênese só aparece nos índices remissivos de PSI2 e PSI7. Apenas PSI7 aborda o desenvolvimento neuronal e o faz tanto no sumário quanto no índice remissivo. Em PSI3 e PSI4 é abordado o desenvolvimento neurológico (marcado com xx), contudo, o índice remissivo de PSI3 contempla o desenvolvimento neuronal.

O desenvolvimento cognitivo é, com certeza, o termo mais abordado e não é encontrado apenas em PSI7, que é também a única obra que não menciona Piaget em seu índice onomástico. A obra PSI7, de título Biopsicologia, aborda grandemente vários temas voltados ao campo neurocientífico e é também a única que cita Damásio, Diamond e Sejnowski no mesmo livro. Nota-se que mesmo havendo uma disposição para discutir a influência das neurociências, ainda não há o comprometimento em fazê-la à partir de uma visão composta por programas de pesquisa concorrentes. Ainda assim, é necessário destacar que os livros analisados, em sua maioria, tratam do desenvolvimento humano e, portanto, a abordagem ao desenvolvimento cognitivo é esperada. De fato, várias teorias para o desenvolvimento cognitivo humano são apresentadas nestes livros e isso não corresponde a uma adesão ao viés de uma determinada teoria.

O termo plasticidade, que se refere à plasticidade cerebral, só não foi abordado em PSI2 e PSI10 e em PSI7 foi encontrado na forma de neuroplasticidade (marcado com xxx). As obras PSI3, PSI4 e PSI6 foram as únicas a incluir definições de plasticidade em seus glossários. A obra com maior número de páginas, PSI3, teve poucas abordagens aos temas pesquisados, abrangendo apenas o desenvolvimento neurológico, desenvolvimento cognitivo e plasticidade. A segunda obra em número de páginas, PSI10, teve ainda menos abordagens, apontando apenas o desenvolvimento cognitivo e somente no sumário.

Esta não foi uma análise com o intuito de apontar a qualidade das obras analisadas e nem mesmo com a intenção de sugerir a adoção desta ou daquela obra para o estudo da psicologia no ensino superior. Buscou-se apenas analisar a existência ou não de abordagens que dessem suporte aos jovens estudantes para que pudessem questionar o senso comum e o grande volume de informações veiculadas pela mídia, principalmente no que diz respeito à aprendizagem, educação e a utilização destas informações no trabalho dos educadores.

4.6 Conclusões

A análise dos livros didáticos de psicologia permitiu que se discutisse não apenas a ausência de debate no Ensino Superior sobre as múltiplas visões que programas de pesquisa divergentes podem ter sobre um mesmo tema, mas também alcança a não discussão da natureza da ciência. Os dados colhidos nas análises realizadas retratam um mercado editorial de predominância de uma única editora, com publicações que são 100% traduções de obras estrangeiras e que abordam preferencialmente um mesmo grupo de autores como referência.

Além disso, foi possível discutir como as figuras de grandes personalidades foram sendo construídas, retratadas, disseminadas e reforçadas ao longo do tempo e ainda se mantém nos dias de hoje. A abrangência da obra de Piaget se destaca acima do retrato de suas figuras e se sobrepõe às críticas que ainda, e cada vez mais, sofre. Contudo a não inclusão de pesquisas e trabalhos que corroboram a pesquisa piagetiana nas abordagens realizadas pelos livros didáticos de psicologia demonstram a ausência de investimento na construção de um espaço de discussão no mundo acadêmico.

Percebe-se que já foi iniciada uma renovação teórica e que algumas modificações quanto à abrangência de certas linhas teóricas começam a aparecer.

Espera-se que num futuro próximo as discussões sobre a multiplicidade do campo neurocientífico, à luz da compreensão da natureza da ciência, estejam inseridas não só no contexto acadêmico, mas também no da educação como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um longo percurso foi feito para que esta dissertação tomasse forma e fosse estruturada. Como o esperado, não há nela um fim, e sim um caminho para o recomeço. Quando a principal proposta é fomentar um debate, não há como dar uma discussão por encerrada. De fato, a proposta de alimentar e ampliar a discussão sobre as relações entre a epistemologia genética e as neurociências cognitivas e as (não) abordagens ao construtivismo neuronal permeou esta pesquisa e vários elementos foram sendo agregados para que nesse momento fosse possível obter uma imagem ampla e aberta a discussões e não o contrário.

Como uma investigação de caráter exploratório, agregar diversos elementos promoveu a amplitude desejada e permitiu uma visão panorâmica sobre o tema de estudo. Contudo, houve o risco e a preocupação de que a pesquisa se perdesse entre tantos elementos se não fosse possível amarrá-los. O objetivo foi cumprido e a proposta alcançada. O tema escolhido abrange um assunto de peso (as neurociências), e o tempo de um mestrado acadêmico não permite o aprofundamento necessário a sua discussão, mesmo que houvesse uma grande delimitação. Dessa forma, este estudo promoveu um olhar amplo a diversas questões buscando ampliar horizontes e destacar um debate que ainda é pequeno. Para Mario Bunge (1974, p. 9):

[...] um homem moderno não despensa as teorias científicas a fim de avançar, seja em conhecimento, seja em ação. Suprimam toda a teoria científica e a própria possibilidade de progredir ou mesmo de manter boa parte do que foi conseguido desaparecerá. Mas também: apliquem mal as teorias científicas e a própria humanidade pode chegar a um fim. Nosso futuro depende, pois, de nossas teorias tanto quanto da maneira de aplicá-las.

Refazendo os passos dessa caminhada, alguns pontos necessitam ser retomados. O primeiro deles é, sem dúvida, a falta de abordagens à natureza da ciência. Quando se trata da educação em ciências e também da divulgação de dados científicos, nossos estudos, por meio das contribuições de Niaz (2001; 2005), apenas reafirmaram a ausência de posicionamentos que demonstrem os percursos da ciência como de fato o são: dependentes de dados empíricos, mas também de princípios heurísticos, feitos por programas de pesquisa rivais e que podem interpretar os mesmos dados em diferentes vieses, em que às vezes também

surgem fundamentações inconsistentes e que, portanto o progresso da ciência inclui erros, competição, controvérsias e conflitos.

Ao abordar as críticas ao trabalho de Piaget e depois os indícios neurobiológicos trazidos por Epstein (1974, 1990, 1999), Hansen e Monk (2002), Quartz e Sejnowski (1997), e que reafirmam seu trabalho, buscou-se demonstrar que dada a natureza da ciência, a discussão de vieses contrários é necessária e que a promoção do debate sobre este tema só tem a contribuir com o avanço da mesma. Contudo, a análise dos livros didáticos da Educação Básica e do Ensino Superior apenas demonstrou que as questões envolvidas na natureza do progresso científico ainda não estão sendo abordadas nestes livros. Os alunos continuam recebendo material de estudo que mostra a ciência (em geral) como campo finalizado e unânime, baseado apenas em dados empíricos e que se estabelece em um percurso linear.

Outro ponto importante são os dados empíricos apresentados por Epstein (1974) e sua proposição de “Frenoblenoses”. Para além da discussão sobre os estágios de desenvolvimento cerebral propostos estarem (ou não) diretamente ligados aos estágios piagetianos, o fato de estes dados não aparecerem nos livros didáticos de psicologia, chama a atenção. Mesmo a teoria de Piaget tendo sido vastamente abordada e que estes livros tragam críticas para fazer a contraposição, nenhum deles trouxe evidências ou indícios neurobiológicos que corroborassem a epistemologia genética. Não há qualquer proposição ao construtivismo neuronal nos livros analisados e as pouquíssimas menções feitas a Sejnowski, Diamond e Damásio e a falta de qualquer menção a Epstein, Quartz ou Freeman demonstram a pouca visibilidade da área. Fica evidente que os jovens alunos que cursam disciplinas introdutórias à psicologia ou voltadas à psicologia do desenvolvimento não encontram nos livros didáticos oportunidades para questionar o viés apresentado.

Por outro lado, quando o foco é direcionado às representações do funcionamento do cérebro e da mente, a falta de abordagens que discutam a natureza da ciência, juntamente com a utilização de modelos de referência para representar o funcionamento do sistema nervoso, demonstra que os adolescentes, no percurso da educação básica, encontram abordagens que reforçam suas crenças infantis. As entrevistas com crianças de quatro a doze anos trouxeram crenças em modelos de funcionamento relacionados a espelhos, computadores, mecânica, etc.

e quando da análise aos livros didáticos utilizados nos Ensinos Fundamental e Médio, foram encontrados modelos de referência muito próximos a isto enfatizando o funcionamento do sistema nervoso relacionado a máquinas, a centrais telefônicas, espelhos, computadores, centros de controle, etc. De um modo geral, as abordagens realizadas pelos livros didáticos estão centradas nas partes/funções, em funcionamento baseado em estímulo/resposta, um viés biológico que demonstra funcionamento automático e independente. Não existem referências à mente, ao pensamento, à inteligência, à percepção. As questões que envolvem a memória são muito pouco abordadas, e não são encontrados conteúdos explicativos sobre o tema, apenas referências, como se os processos envolvidos fossem de domínio destes alunos.

Iniciando com a apresentação das evidências neurobiológicas que corroboram os estágios de desenvolvimento piagetianos e seguindo com o estudo das representações de crianças sobre o funcionamento do pensamento, passando pela análise dos livros de Ciências e Biologia da Educação Básica e suas representações do funcionamento do sistema nervoso e por fim chegando na análise dos livros didáticos de psicologia do Ensino Superior na formação de professores, esta pesquisa abrangeu desde as proposições científicas de Epstein, iniciadas nos anos 70, passando por todo o percurso de escolarização de crianças e adolescentes e pela formação acadêmica de jovens futuros docentes para apontar a necessidade trazeremos um novo foco para a abordagens dadas às neurociências e sua participação e impacto na educação.

Muito longe da tentativa de por um ponto final a esta discussão, este trabalho trouxe questionamentos e a necessidade de um aprofundamento que demanda um tempo maior. Acendeu-se uma chama que se espera que seja propagada de forma a alimentar o debate proposto e que leve ao aprofundamento do tema durante um futuro doutoramento. Conclui-se aqui a etapa em que se espraíram os horizontes e daqui em diante fica o anseio e o desejo de aprofundar conceitos.

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. (2016) **Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 1º edição.
- ARANHA, G. SHOLL-FRANCO, A. (orgs.) (2012) **Caminhos da Neuroeducação**. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição.
- ARSALIDOU, M. PASCUAL-LEONE, J. (2016) Constructivist developmental theory is needed in developmental neuroscience. **Nature Partner Journals** (NPJ) Science of Learning, 16016(1), (1-9).
- ASSUNÇÃO, M. M. S. de (2007) Os livros didáticos de Psicologia Educacional: Pistas para a análise da formação de professores (as) – (1920 – 1960). **Temas em Psicologia**, v. 15, n. 1, p. 69-84.
- BACHELARD, G. (2009) **O pluralismo coerente da química moderna**. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BATISTELLA, A. F. F. GOMES E. P. da S. RAIMUNDO, L. (2005) A noção de vida em crianças brasileiras em 2004 em comparação com as de Genebra em 1926. **Ciências e Cognição**, v. 04, p. 61-72.
- BATTRO, A. M. (1996) **Jean Piaget y la neuroeducación**. Disponível em <docplayer.es/11108519-Jean-piaget-y-la-neuroeducacion-antonio-m-battro.html> Acesso em 01 ago. 2018.
- BECKER, F. (2003) **A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed.
- BEE, H. BOYD, D. (2011) **A criança em desenvolvimento**. 12º edição, Porto Alegre: Artmed.
- BELSKY, J. **Desenvolvimento humano: Experienciando o ciclo da vida**. Porto Alegre: Artmed.
- BENNETT, M. R. HACKER, P. M. (2003) **Fundamentos filosóficos da neurociência**. Lisboa: Instituto Piaget.
- BIZZO, N. (2016) **Biologia novas bases**. V. 2, 1º ed. São Paulo: IBEP.
- BOYD, D. BEE, H. (2011) **A criança em crescimento**. 1º edição, Porto Alegre: Artmed.
- BUNGE, M. (1974) **Teoria e Realidade**. São Paulo: Editora perspectiva.
- BUNGE, M. & ARDILA, R. (1987). **Philosophy of psychology**. New York: Springer-Verlag.

- BUNGE, M. (1988) **El problema mente-cerebro: Um enfoque psicobiológico**. Madri: Editorial Tecnos.
- CANTO, E. L. do (2015) **Ciências naturais – Aprendendo com o cotidiano**. São Paulo: Moderna, 5^o edição.
- CAREY, S. ZAITCHIK, D. BASCANDZIEV, I. (2015) Theories of development: In dialog with Piaget. **Developmental Review**, v. 38, p. 36-54.
- CARNEVALLE, M. R. (org.) (2014) **Projeto Araribá – Ciências**. São Paulo: Moderna, 4^o edição.
- CARVALHO, F. A. H. de (2011) Neurociências e educação: Uma articulação necessária na formação docente. **Trab. Educ. Saúde**, v. 8, n. 3, p. 537-550.
- CATANI, A. *et al.* (2016) **Ser protagonista: biologia**. V. 2, 3^o ed. São Paulo: Edições SM.
- CHANGEUX, J. P. (1997) **Neuronal Man: The biology of mind**. New Jersey: Princeton University Press.
- COLE, M. COLE, S. R. (2003) **O desenvolvimento da criança e do adolescente**. 4^o edição, Porto Alegre: Artmed.
- CORREA, F. V. AGILA, D. G. PULAMARÍN, J. J. PALACIOS, W. O. (2012) Sensación y percepción en la construcción del conocimiento. **Sophia: colección de Filosofía de la Educación**. 13(1), p. 123-149.
- CORSO, H. V. (2009) Funções Cognitivas – convergências entre neurociências e epistemologia genética. **Educação & Realidade**. 34(3): 225-246, Set/Dez.
- CORSO, H. V. (2014) Cérebro e mente: convergências entre os modelos de Piaget e Fuster. **Schème: Revista eletrônica de psicologia e epistemologia genéticas**, v. 6, n^o especial, Nov.
- COUTO, R. C. C. M. (2016) Neurociência (s): A divulgação científica entre a utopia e a distopia. **Khronos – Revista de História da Ciência**, n. 2, p. 71 – 85.
- DALE, R. DIETRICH, E. CHEMERO, A. (2009) Explanatory pluralism in cognitive science. **Cognitive Science**, n. 33, p. 739-742. DOI: 10.1111/j.1551-6709.2009.01042.x
- DELVAL, J. (2002) **Introdução à prática do método clínico: descobrindo o pensamento das crianças**. Porto Alegre: Artmed.
- DONGO-MONTOYA, A. O. (2013) Resposta de Piaget a Vygotsky: convergências e divergências teóricas. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 271-292, jan./mar.

EICHLER, M. L.FAGUNDES, L. (2005) Atualizando o debate entre Piaget e Chomsky em uma perspectiva neurobiológica. **Psicologia:Reflexão e Crítica**, 18(2), p. 255-266.

EICHLER, M. L. (2015) Acerca das citações à obra de Jean Piaget em revistas indexadas. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 7, n. 2, p. 35-57, ago./dez.

EPSTEIN, H. T. (1974) Phrenoblysis: Special Brain and Mind Growth Periods. I. Human Brain and Skull Development. **Developmental Psychobiology**, Waltham, Massachusetts, 7(3): 207-216.

EPSTEIN, H. T. (1974)Phrenoblysis: Special Brain and Mind Growth Periods. II. Human Mental Development. **Developmental Psychobiology**, Waltham, Massachusetts, 7(3): 217-224.

EPSTEIN, H. T. (1990). Stages in human mental growth. **Journal of Educational Psychology**, 82 (4), 876-880.

EPSTEIN, H. T. (1999) **The roles of brain in human cognitive development**. Disponível em <<http://www.brainstages.net/stages>>. Acesso em: 20 set. 2016.

FAVARETTO, J. A. (2016) **Biologia unidade e diversidade**. V. 2, 1º ed. São Paulo: FTD.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed. 2009.

GAZZANIGA, M. S. HEATHERTON, T. F. (2005)**Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed.

GEWANDSZNAJDER, F. (2015) **Projeto Teláris– Ciências**.São Paulo: Ática, 2º edição

GIORDAN, A. VECCHI, G. de.(1996)**As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artes Médicas.

GOWDAK, D. MARTINS, E. (2015) **Ciências Novo Pensar**. São Paulo: FTD, 2º edição.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**.Porto Alegre: Penso, 2012.

GRIGGS, A. R. JACKSON, S. L. CHRISTOPHER, A. N. MAREK, P. (1999) Introductory psychology textbooks: An objective analysis and update. **Teaching of Psychology**, v. 26, n. 3, p. 182-189. DOI: 10.1207/S15328023TOP260304

GRIGGS, R. A. PROCTOR, D. L. (2002) A citation analysis of who's who in introductory textbooks. **Teaching of Psychology**, v. 29, n. 3, p. 203-206. DOI: 10.1207/S15328023TOP2903_04

HAMELINE, D. (1996) As figuras de Piaget. In Barrelet, J. M. Perret-Clermont, A. N. **Jean Piaget: Aprendiz e Mestre**. Lisboa: Instituto Piaget.

HAMELINE, D. VONÈCHE, J. *et al.* (1996) **Jean Piaget: agir et construire, chez l'enfant et le savant**. Genebra: Editions FAPSE.

HANSEN, L.; MONK, M. (2002) Brain development, structuring of learning and Science education: where are we now? A review of some recent research. **International Journal of Science Education**, v. 24, nº 4, p. 343-356.

HOUDÉ, O. (2009) **Dez lições de psicologia e pedagogia: Uma contestação das ideias de Piaget**. São Paulo: Ática.

HUDSPETH, W. J.; PRIBRAM, K.H. (1990) Stages of brain and cognitive maturation. **Journal of Educational Psychology**, v. 82, nº 4., p. 881-884.

JIMÉNEZ, J. de D. PRIETO, R. H. PERALES, F. J. (1997) Análisis de los modelos y los grafismos en los libros de texto. **Revista Alambique**, n. 11, p. 1-6.

JOU, G.I.; SPERB, T.M. (1999) Teorias da mente: diferentes abordagens. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 12, n.2. DOI: 10.1590/S0102-79721999000200004

LAJOLO, M. (1996) Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, ano 16, n. 69, p. 3-10.

LIMA, A. L. G. (2016) A psicologia ensinada a normalistas: um estudo de manuais de ensino. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 20, n. 1, p. 23-31. DOI: 10.1590/2175-3539/2015/0201914

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. PACCA, H. (2016) **Biologia Hoje**, v. 2, 3º ed. São Paulo: Ática.

LOPES, S. (2015) **Investigar e conhecer: Ciências da natureza**. São Paulo: Saraiva, 1º edição.

LOPES, S. ROSSO, S. (2016) **Bio**, v. 2, 3º ed. São Paulo: Saraiva.

LOURENÇO, O. M. (2016) Developmental stages, Piagetian stages in particular: A critical review. **New Ideas in Psychology**, v. 40, p. 123-137.

MACEDO, E. (2004) A imagem da ciência: folheando um livro didático. **Educ. Soc.**, v. 25, n. 86, p. 103 – 129.

MACHADO, D. D. S. (2015) **Epistemologia genética e neurociências: construção do sujeito cognoscente**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MEHLECKE, C. de M. EICHLER, M. L. SALGADO, T. D. M. DEL PINO, J. C. (2012) A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da Tabela Periódica em

livros didáticos brasileiros para o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 521-545.

MENDONÇA, V. L. (2016) **Biologia: os seres vivos**, v. 2, 3º ed. São Paulo: Editora AJS.

MONTANGERO, J. MAURICE-NAVILLE, D. (1998) **Piaget ou a Inteligência em Evolução**. ArtMed: Porto Alegre.

MULINARI, G. MOHR, A. (2017) **O tema corpo humano em livros didáticos de biologia: distanciamentos e aproximações com os parâmetros curriculares nacionais do ensino médio**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis – SC. Disponível em <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2004-1.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

MUNAKATA, K. (2012) O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Rev. Bras. Hist. Educ.**, v.12, n. 3 (30), p. 179-197. DOI: 10.4322/rbhe.2013.008

NARANJO, L. M. J. PEÑA, L. A. P. (2016) El pensamiento lógico-abstracto como sustento pra potenciar los procesos cognitivos en la educación. **Sophia: colección de Filosofía de la Educación**, 21(2), p. 31-55.

NASCIMENTO, T. G. MARTINS, I. (2005) O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10(2), p. 255-278.

NETO, J. M. FRACALANZA, H. (2003) O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 147 – 157.

NIAZ, M. (1998) The epistemological significance of Piaget's developmental stages: a Lakatosian interpretation. **New Ideas in Psychology**, v. 16, p. 47-59.

NIAZ, M. (2001) Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. **Science Education**, v. 85, n. 6, p. 684-690. DOI: 10.1002/sce.1032

NIAZ, M. (2005) Do general chemistry textbooks facilitate conceptual understanding? **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 335-336.

OGO, M. GODOY, L. (2016) **#Contato Biologia**. V. 2, 1º ed. São Paulo: Quinteto Editorial.

OLIVEIRA, M. dos S. CARVALHO, F. A. H. de (2017) Neurociências para estudantes: O livro didático e projetos de intervenção. **Revista Práxis Educacional**, v. 13, n. 25, p. 251-272.

PAPALIA, D. E. FELDMAN, R. D. (2013) **Desenvolvimento Humano**. 12º edição, Porto Alegre: AMGH.

PIAGET, J. (1956) Les stades du développement intellectuel de l'enfant et de l'adolescent. In Osterrieth, P. Piaget, J. De Saussure, R. Tanner, J. M. Wallon, H. Zazzo, R. Rey, A. **Le problème des stades en psychologie de l'enfant**; symposium de l'Association de Psychologie Scientifique de Langue Française. Paris: Presses Universitaires de France, p. 33-42.

PIAGET, J. (1973) **Psicologia e epistemologia**: Por uma teoria do conhecimento. Rio de Janeiro: Forense Universitária.

PIAGET, J. (1983) **A epistemologia genética / Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**. São Paulo: Abril Cultural.

PIAGET, J. (2005) **A representação do mundo na criança**. Aparecida (SP): Ideias e Letras.

PINEL, J. P. J. (2005) **Biopsicologia**. 5ª edição, Porto Alegre: ArtMed.

PNLD/Ciências/2017. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/pnld-2017>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

PNLD/Biologia/2018. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/index.html>> Acesso em 13 out. 2018.

QUARTZ, S. R. SEJNOWSKI, T. J. (1997) The neural basis of cognitive development: a constructivist manifesto. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge University Press, n. 20, p. 537-596.

RABELLO, S. H. dos S. (1994) A criança, seu corpo, suas ideias. **Ensino em Revista**, Uberlândia, v. 3, n. 1, p. 15-29, jan/dez.

RENNER, T. MORRISSEY, J. MAE, L. FELDMAN, R. S. MAJORS, M. (2012) **Psico**. 1ª edição, Porto Alegre: AMGH.

ROAZZI, A. (1987) Pesquisa e contexto: Métodos de investigação e diferenças sócio-culturais em questão. **Cadernos de Pesquisa**, n. 62, p. 35-44.

ROSE, S. (2015) The art of medicine: 50 years of neuroscience. **The Lancet**, n. 385, p. 598-599.

SAADA, M. BLANCHET, A. PASQUIER, R. REITH, E. (1996) Qu'est-ce qui se passe dans la tête quand je pense? In: HAMELINE, D. VONÈCHE, J. et al. **Jean Piaget: agir et construire, chez l'enfant et le savant**. Genebra: Editions FAPSE, p 87-106.

SANTOS, L. H. S. KARNOPP, L. B. (org.) **Ética e pesquisa em educação**: questões e proposições às ciências humanas e sociais. 1ª edição, Porto Alegre: UFRGS Editora, 2017.

SHAFFER, D. R. KIPP, K. (2012) **Psicologia do desenvolvimento**: Infância e adolescência. 2ª edição, São Paulo: Cengage Learning.

SILVA JÚNIOR, C. da. SASSON, S. CALDINI JÚNIOR, N. (2016) **Biologia**. V. 2, 12^o ed. São Paulo: Saraiva.

STERNBERG, R. J. (2000) **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed.

SUBÍA, A. GORDÓN, J. (2014) Esbozo crítico sobre las estructuras cognitivas: génesis del pensamiento científico. **Sophia**: colección de filosofía de la educación, 16(1), p. 71-82.

THOMPSON, M. RIOS, E. P. (2016) **Conexões com a Biologia**, v. 2, 2^o ed. São Paulo: Moderna.

USBERCO, J. MARTINS, J. M. SCHECHTMANN, E. FERRER, L. C. VELLOSO, H. M. (2015) **Companhia das ciências**. São Paulo: Saraiva, 4^o edição.

VALSINER, J. (2001) Constructive curiosity of the human mind: Participating in Piaget. In Piaget, Jean. **The child's conception of physical causality**. New Brunswick (NJ): Transaction Publishers.

ANEXOS

Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO DE PESQUISA: REPRESENTAÇÕES DE CRIANÇAS SOBRE O PENSAMENTO E O FUNCIONAMENTO DA MENTE E DO CÉREBRO.

Pesquisadoras: Janine Vieira; Taís Oliveira Martins

Pesquisador responsável: Marcelo Leandro Eichler – Telefone: (51) 3308-6270; e-mail: exlerbr@gmail.com

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Nome do participante: _____

Idade: ____ anos R.G. _____ ou Cert. Nasc. _____

Srs. Pais e/ou responsáveis, seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa sobre a representação dos estudantes a cerca do pensamento e do funcionamento da mente e do cérebro. Neste sentido, estamos realizando um estudo com a participação de alunos de 4 a 12 anos, de escolas públicas e privadas sulriograndesnses. A pergunta que norteia nossa pesquisa é: “o que acontece dentro da minha cabeça quando estou pensando?”. Essa pesquisa está sendo realizada pelas mestrandas Janine Vieira e Taís Oliveira Martins, alunas regularmente matriculadas no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Ferederal do Rio Grande do Sul, e orientada pelo professor Marcelo Leandro Eichler.

Este projeto tem por objetivo conhecer, através de desenhos e da fala, o que as crianças acreditam que ocorre em sua mente, ou em seu cérebro, quando estamos pensando. Os dados deste estudo serão utilizados para compreender melhor o pensamento infantil sobre este tema e realizar um estudo comparativo entre alunos brasileiros em escola pública ou privada e alunos de Genebra pesquisados anteriormente em estudo divulgado pela Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Genebra e baseados nos arquivos de Jean Piaget.

Esta pesquisa não traz qualquer risco ou desconforto para as crianças ou suas famílias e será realizado por professoras que eles reconhecem de sua escola. A participação é voluntária e seu filho(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento. O nome das crianças ou responsáveis não será identificado e seus dados serão guardados com muita segurança e somente serão usados para fins de pesquisa.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo com a participação de meu filho(a), como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2016.

Responsável pelo Pesquisado _____

Pesquisador _____