

Jonathan Henriques do Amaral

**A EDUCAÇÃO NO “SÉCULO DO CÉREBRO”:  
análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos  
da Ciência**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Sacchi dos Santos

Porto Alegre

2016

Jonathan Henriques do Amaral

**A EDUCAÇÃO NO “SÉCULO DO CÉREBRO”:  
análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos  
da Ciência**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Aprovada em 29 de junho de 2016.

---

Dr. Luís Henrique Sacchi dos Santos

---

Dra. Maria Lúcia Castagna Wortmann (PPGEDU / UFRGS)

---

Dr. Luiz Carlos Bombassaro (UFRGS)

---

Dra. Mónica de la Fare (PUCRS)

### CIP - Catalogação na Publicação

Henriques do Amaral, Jonathan

A Educação no "século do cérebro": análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência / Jonathan Henriques do Amaral. -- 2016.

126 f.

Orientador: Luís Henrique Sacchi dos Santos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Educação. 2. Neurociências. 3. Neuroeducação. 4. Estudos da Ciência. 5. Fleck, Ludwik. I. Sacchi dos Santos, Luís Henrique, orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A Luís Henrique Sacchi dos Santos, cuja conduta como professor e orientador constituiu exemplo fundamental para minha formação.

Aos professores Luiz Carlos Bombassaro, Maria Lúcia Castagna Wortmann e Mónica de la Fare, pelas contribuições feitas a esta pesquisa.

Aos pesquisadores entrevistados para este trabalho, por sua disponibilidade.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

A Leonardo, por nossos diálogos acerca da Epistemologia e dos Estudos da Ciência.

A Circe, Mari, Stelamaris, Luziane e Felipe.

A Carlos Guilherme, Maria da Graça, Maria Cleci, Carlinhos, Luís Gustavo, Daniela e Ana Julia.

A João Luís.

*O homem não pode fazer observações gerais de certa extensão, a respeito de qualquer assunto que seja, sem se trair inteiramente, sem depositar nelas, mau grado seu, toda a sua personalidade, sem representar, de alguma forma parabólica, o tema fundamental e o problema primitivo da sua vida.*

**Thomas Mann, *A montanha mágica***

## RESUMO

O desenvolvimento expressivo das Neurociências, verificado a partir dos anos 1990, tem implicado a disseminação de seus estilos de pensamento tanto para além do mundo acadêmico, na cultura popular, quanto em disciplinas científicas que, em princípio, não teriam relação com esse campo. Em decorrência disso, áreas de pesquisa híbridas têm se constituído, tais como o campo de interlocuções entre Neurociências e Educação – foco do presente estudo. O objetivo deste trabalho foi analisar de que forma tem ocorrido a constituição dessa nova área, atentando para os estilos de pensamento que têm se formado a partir desse diálogo interdisciplinar. Para tanto, foram analisados trabalhos acadêmicos produzidos nesse novo campo de interlocuções e entrevistados pesquisadores envolvidos com a produção de conhecimento nesse campo. A análise dos dados obtidos foi desenvolvida com base no referencial dos Estudos da Ciência, levando em conta principalmente as contribuições clássicas de Ludwik Fleck, atualizadas por pesquisadores contemporâneos. A partir da pesquisa realizada, foi formulada a tese de que as interlocuções entre Educação e Neurociências não constituem um empreendimento determinista ou reducionista, como advogam alguns de seus críticos: pelo contrário, pesquisadores da área postulam que a adequada compreensão do sistema nervoso deve levar em conta as interações constantemente estabelecidas entre biologia e ambiente. Além disso, esses pesquisadores têm procurado dialogar com teorias tradicionais da Educação, além de reconhecer a necessidade de aproximação com os sujeitos envolvidos nas práticas educativas, como os professores. A aproximação da Educação às Neurociências é aqui entendida como um processo próprio do campo da pesquisa educacional, que se caracteriza pelo entrecruzamento de práticas, políticas e saberes formulados em diferentes disciplinas científicas. Contudo, foi verificado que, no campo de interlocuções entre Educação e Neurociências, ainda há dificuldades no sentido de produzir trabalhos empíricos que conjuguem teorias e metodologias de ambas as áreas: a maior parte dos trabalhos analisados é composta por estudos bibliográficos, que procuram mostrar a potencialidade da aproximação entre os campos, mas avançam pouco no sentido de produzir pesquisas efetivamente interdisciplinares. Essa dificuldade é compreendida nesta tese como sintomática da própria cisão – criticada por muitos autores analisados – entre natureza e cultura e entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas, o que mostra que essa divisão ainda surte efeitos contundentes nos processos de produção de conhecimento de ambas as áreas.

**Palavras-chave:** Educação; Neurociências; Neuroeducação; Estudos da Ciência; estilo de pensamento; Fleck, Ludwik.

## ABSTRACT

The significant development of Neuroscience, seen from the 1990's onward, has resulted in the dissemination of styles of thought of this field from the academic world into popular culture and into scientific areas that initially are not related to it. Thus, hybrid research areas have been constituted, such as the field of interlocutions between Neuroscience and Education – focused by this study. The goal of this thesis is to analyze how the formation of this new area has taken place, focusing on thinking styles that have developed through this interdisciplinary dialogue. For this purpose, academic papers produced in this new area were analyzed, and researchers involved in this field were interviewed. The analysis was conducted based on the references in Science Studies, especially considering the classic contributions from Ludwik Fleck, updated by contemporary researchers. Based on the conducted research, a thesis was formulated that the interlocutions between Education and Neuroscience do not constitute a deterministic or reductionist enterprise as a few critics advocate: on the contrary, researchers in the area postulate that a suitable understanding of the nervous system should take the interactions constantly established between biology and environment into account. Furthermore, these researchers have sought to engage in a dialogue with traditional theories of Education, in addition to recognizing the need for approaching subjects involved in educational practices, such as teachers. The approximation between Education and Neuroscience is understood here as a process that is unique to the branch of educational research, which is based on the knowledge formulated in different areas. However, it was noted that there are still difficulty producing empirical works at the intersection between Education and Neuroscience, uniting theories and methodologies from both fields; most analyzed works consist of bibliographical studies. The difficulty conducting empirical studies at this intersection is understood in this thesis as a symptom of the schism – criticized by many analyzed authors – between nature and culture and between Biological Sciences and Human Sciences.

**Keywords:** Education; Neurosciences; Neuroeducation; Science Studies; style of thought; Fleck, Ludwik.

## RESUMEN

El desarrollo expresivo de las Neurociencias, verificado a partir de los años 1990, viene implicando la diseminación de estilos de pensamiento de esa área tanto para más allá del mundo académico, en la cultura popular, como en disciplinas científicas que, en principio, no tendrían relación con ella. Así, se vienen constituyendo áreas de investigaciones híbridas, tales como el campo de interlocuciones entre Neurociencias y Educación – enfoque del presente estudio. El objetivo de este trabajo fue analizar de qué forma ocurre la constitución de esa nueva área, con enfoque en los estilos de pensamiento que se vienen formando a partir de ese diálogo interdisciplinario. Para tanto, se analizaron trabajos académicos producidos en esa nueva área y fueron entrevistados investigadores involucrados con ese campo. El análisis fue desarrollado con base en el referencial de los Estudios de la Ciencia, llevando en consideración principalmente las contribuciones clásicas de Ludwik Fleck, actualizadas por investigadores contemporáneos. A partir de la investigación desarrollada, fue formulada la tesis de que las interlocuciones entre Educación y Neurociencias no constituyen un emprendimiento determinista o reduccionista, como abogan algunos de sus críticos: por el contrario, investigadores del área postulan que la adecuada comprensión del sistema nervioso debe llevar en consideración las interacciones constantemente establecidas entre biología y ambiente. Además, esos investigadores vienen intentando dialogar con teorías tradicionales de la Educación, además de reconocer la necesidad de aproximación con los sujetos involucrados en las prácticas educativas, como los profesores. La aproximación de la Educación a las Neurociencias es aquí entendida como un proceso característico del campo de la investigación educacional, que se basa en saberes formulados en diferentes áreas. Sin embargo, se verificó que también hay dificultades en el sentido de producir trabajos *empíricos* en la intersección entre Educación y Neurociencias, conjugando teorías y metodologías de ambas áreas; la mayor parte de los trabajos analizados está compuesta por estudios bibliográficos. La dificultad en producir investigaciones empíricas en esa intersección se comprende en esta tesis como sintomática de la propia escisión – criticada por muchos autores analizados – entre naturaleza y cultura y entre Ciencias Biológicas y Ciencias Humanas.

**Palabras-clave:** Educación; Neurociencias; Neuroeducación; Estudios de la Ciencia; estilo de pensamiento; Fleck, Ludwik.

## CONVENÇÕES

A maior parte do material analisado nesta tese é composta por trabalhos acadêmicos. Com o intuito de distinguir as citações desses trabalhos dos excertos de referenciais teóricos, elas foram reproduzidas no seguinte formato: corpo de texto 10, espaço simples, com recuo de 1,25cm nas margens esquerda e direita. Esse formato foi utilizado mesmo em excertos com menos de três linhas, justamente para destacá-los. Abaixo, um exemplo desse tipo de citação:

A necessidade de aproximar os achados na área da neurociência da educação sustenta a premissa de que instituições responsáveis pela formação de professores precisam examinar e discutir os componentes curriculares das licenciaturas, revendo a estrutura desses cursos, a fim de que os alunos, futuros profissionais da educação, possam buscar otimizar sua ação pedagógica (CARVALHO, 2011: 547).

O padrão acima também foi utilizado na transcrição de trechos das entrevistas. Nesse caso, os excertos foram seguidos pelo código que foi atribuído a cada um dos pesquisadores, de acordo com a ordem cronológica em que as entrevistas foram realizadas. Assim, por exemplo, o código “P1” se refere ao primeiro pesquisador entrevistado. Supressões de falas foram indicadas com o sinal “[...]”; notas explicativas foram colocadas entre colchetes, e pausas feitas pelo próprio entrevistado foram seguidas por reticências:

Eu não sei se é bem uma nova relação [entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas], se se opõe tão fortemente a como a gente tende a ver essas questões, porque... Uma separação dura [entre natureza e cultura], se a gente for pegar na modernidade, por exemplo, que rompe mais fortemente essas áreas... Mas se pegar o Aristóteles, por exemplo, tudo está junto. O mundo físico e o mundo social, eles existem separadamente? Não existem! Não são a mesma coisa, mas... [...] Não sei se é uma coisa tão separada assim como a gente tende a ver (P1).

Cabe ainda ressaltar que os trabalhos selecionados para análise foram arrolados em uma seção à parte das referências gerais. Com isso, a intenção foi facilitar ao leitor a identificação da referência de um ou outro tipo de material.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Quadro 1** – Número de materiais conforme o ano de publicação / 23

**Quadro 2** – Síntese do significado dos nós / 26

**Quadro 3** – Número de fontes e excertos codificados conforme o nó / 26

## LISTA DE SIGLAS

ANPEd – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CNS/MS – Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde

IMBES – *International Mind, Brain and Education Society*

LASchool – *Latin American School for Education, Cognitive and Neural Sciences*

QSR Nvivo – *Qualitative Solutions Research Nvivo*

TAS – Teoria da aprendizagem significativa

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

### INTRODUÇÃO / 12

#### 1 METODOLOGIA / 21

1.1 A COMPOSIÇÃO DO *CORPUS* DE ANÁLISE / 21

1.2 REFERENCIAL DE ANÁLISE: OS ESTUDOS DA CIÊNCIA / 27

**1.2.1 As Opções Realizadas para a Análise do Material Empírico / 32**

1.3 CUIDADOS ÉTICOS DA PESQUISA / 34

#### 2 NOTAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM EDUCAÇÃO / 36

2.1 PRIMÓRDIOS DAS INTERLOCUÇÕES ENTRE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E EDUCAÇÃO: A “BIOLOGIA EDUCACIONAL” / 41

2.2 INTERLOCUÇÕES ENTRE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E EDUCAÇÃO NO “SÉCULO DO CÉREBRO” / 50

**2.2.1 Críticas às Interlocuções entre Neurociências e Educação / 57**

#### 3 O TRÁFEGO DE ESTILOS DE PENSAMENTO ENTRE EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIAS: CONSIDERAÇÕES A PARTIR DO *CORPUS* DE ANÁLISE / 65

3.1 NEUROPLASTICIDADE E RELAÇÕES ENTRE BIOLOGIA E AMBIENTE / 65

3.2 DESAFIOS E PROBLEMAS DA ARTICULAÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO / 74

3.3 RESSIGNIFICAÇÕES, APROPRIAÇÕES, DIÁLOGOS / 88

### CONCLUSÕES / 98

### REFERÊNCIAS / 104

### RELAÇÃO DOS MATERIAIS ANALISADOS / 112

### APÊNDICE / 122

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO / 123**

**APÊNDICE B – ROTEIRO PRÉVIO DE ENTREVISTA / 125**

## INTRODUÇÃO

Em artigo publicado originalmente em 1997, os geneticistas Craig Venter e Daniel Cohen (2004) afirmaram que, assim como o século XX fora o “século da Física”, o século XXI seria o “século da Biologia”. Com essa expressão, os autores se referiram à importância que, conforme eles acreditavam, passaria cada vez mais a ser atribuída ao conhecimento biológico na compreensão e administração dos fenômenos da vida humana.

Dentre as diferentes áreas que compõem as Ciências Biológicas, provavelmente são as Neurociências que têm recebido maior destaque, tanto no meio acadêmico quanto fora dele. Não à toa, o mesmo “século da Biologia” também vem sendo adjetivado de “século do cérebro”, assim como a década de 1990 fora proclamada pelo governo norte-americano como a “década do cérebro”. Essas designações não se tratam de mera formalidade: muito mais do que isso, elas demonstram que o cérebro se tornou um dos principais ícones da cultura contemporânea, o qual tem se manifestado nas artes, nas diferentes áreas do conhecimento, nos meios de comunicação, na medicina, nos tribunais de justiça, para citar apenas alguns exemplos (VIDAL; ORTEGA, 2011; ROSE; ABI-RACHED, 2013).

Para Pickersgill (2013), definir o que são as Neurociências é uma tarefa tão árdua quanto definir o que são as Ciências Sociais: as tentativas de encontrar uma explicação simples e unívoca para o que são esses dois campos podem muito mais ocultar do que revelar a diversidade de discursos e práticas que por eles circulam. De qualquer modo, uma definição que auxilia a caracterizar minimamente as Neurociências é a de que elas envolvem diferentes áreas científicas dedicadas ao estudo do sistema nervoso (PICKERSGILL, 2013).

Segundo Rose e Abi-Rached (2013), o termo “Neurociência” foi utilizado pela primeira vez na década de 1960, para caracterizar um projeto interdisciplinar cujo objetivo era o estudo do cérebro, do sistema nervoso e de fenômenos a eles relacionados, tais como a aprendizagem e a memória. Justamente pelo caráter interdisciplinar dessa área, Rose (2006) prefere o uso do termo “Neurociências”, no plural. Para o autor, embora os neurocientistas tenham o mesmo objeto de estudo, suas pesquisas são feitas em níveis diversos e a partir de inúmeras perspectivas – o

que significa que disciplinas distintas compreendem o cérebro de formas distintas. As contribuições para as Neurociências vêm de áreas como a Genética, a Engenharia e a Física Médicas, as Ciências da Informação, a Biologia Molecular, a Bioquímica, dentre outras (ROSE, 2006; PICKERSGILL, 2013). Em suma, como referem Ortega e Zorzanelli (2010), as Neurociências constituem um mosaico.

Conforme Ehrenberg (2009), as Neurociências tradicionalmente se interessavam pelo estudo do movimento, dos sentidos, da aprendizagem e de doenças neurológicas. A partir da década de 1980, o foco de interesse dessa área foi ampliado, passando a englobar temas que, tradicionalmente, eram pesquisados pelas Ciências Humanas, como a moral, as emoções e os comportamentos sociais. Assim, o autor identifica nas Neurociências a objetivo de unir em um só campo do conhecimento o estudo do cerebral, do mental e do social, de modo a revelar a “essência” do que constituiria o humano.

As indagações e investigações a respeito do cérebro, da mente, dos nervos não são novas, podendo até mesmo ser encontradas em registros da Grécia Antiga. No século XIX, a Frenologia, área que caiu em descrédito posteriormente, já buscava explicar aspectos da conduta humana com base no cérebro – mais especificamente, no formato do crânio (AZIZE, 2010; ROSE; ABI-RACHED, 2013). Entretanto, o cérebro contemporâneo não é mais o mesmo cérebro estudado pelos neurologistas de dois séculos atrás: as novas formas de fazer pesquisa das Neurociências, bem como as teorizações recentes desse campo, modificaram profundamente as maneiras de interpretar esse órgão, redefinindo esse objeto de estudo e constituindo um novo estilo de pensamento, para usar a expressão com que Fleck (2010) se referiu ao caráter fundamentalmente histórico e social do conhecimento científico<sup>1</sup>.

Para Fleck (2010), um estilo de pensamento consiste em uma disposição intelectual para perceber o mundo de determinada forma e para processar o que é percebido, a partir de certos pressupostos. Ele está sempre vinculado a um contexto histórico e social específico e diz respeito não apenas ao modo como o conhecimento é produzido mas também ao que pode, efetivamente, ser conhecido –

---

1 De fato, Fleck (2010) argumenta que um estilo de pensamento se constitui sempre que existe um processo coletivo de produção e troca de ideias, em qualquer domínio da atividade humana, como a religião, a arte e a política. Contudo, o foco do autor são os estilos de pensamento que se desenvolvem na produção de conhecimento científico, e é essa acepção do termo que interessa nesta tese.

o que é passível de se tornar objeto de estudo em dada época e lugar. O conjunto de pessoas que compartilham um estilo de pensamento é denominado por Fleck de “coletivo de pensamento”. Esse coletivo, por sua vez, é composto pelo círculo *esotérico* – pesquisadores especialistas em uma área, que produzem conhecimento a partir de determinada perspectiva – e pelo círculo *exotérico* – leigos que se apropriam de um estilo de pensamento por meio do que o autor chama de “ciência popular”, isto é, uma simplificação do conhecimento científico voltada ao público que não é versado em ciência. Logo, um estilo de pensamento não é algo restrito ao mundo acadêmico: ele pode circular pela sociedade e levar as pessoas, de maneira mais geral, a conceber as coisas de determinada forma (FLECK, 2010).

Os novos conhecimentos neurocientíficos vêm se disseminando e formando círculos exotéricos cada vez maiores, possibilitando que até mesmo indivíduos leigos na área recorram a esses saberes para compreenderem e narrarem a si próprios, bem como para administrarem seus problemas cotidianos – daí a compreensão de que o contexto histórico e social contemporâneo seria o “século do cérebro”. Cabe mencionar alguns exemplos para tornar esse argumento mais compreensível. A abertura dos jogos da Copa do Mundo de 2014, em São Paulo – SP, foi marcada pelo chute de um homem paraplégico, que utilizou um equipamento desenvolvido pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis e sua equipe; desde 2010 é realizada, em diversas cidades brasileiras, a Semana Nacional do Cérebro<sup>2</sup> – evento global que acontece sempre no mês de março e se propõe a divulgar, de forma gratuita, conhecimentos neurocientíficos para o público leigo em Neurociências; o consumo de psicofármacos para o tratamento de problemas psicológicos e transtornos de aprendizagem tem crescido consideravelmente no Brasil, com indícios de abuso e utilização para fins diferentes da indicação original desses medicamentos (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2010); o mercado da autoajuda (supostamente) baseada em saberes sobre o sistema nervoso vem se expandindo, com a promessa de otimização de capacidades e comportamentos humanos (ORTEGA, 2009).

Ao tratar desse contexto histórico e social, Azize (2010) afirma que passamos a falar uma “linguagem da serotonina”, graças à crescente disseminação, na cultura

---

2 Maiores informações a respeito do evento podem ser encontradas em seu sítio na internet (<http://www.dana.org/baw/>). Convém ressaltar que a sigla do nome do evento – “SNC” – é homóloga à sigla de “sistema nervoso central”.

popular, de expressões relacionadas ao sistema nervoso (neurônios, neurotransmissores, sinapses, dentre outras). Em sua pesquisa de doutorado, o autor mostra que essa popularização vem ocorrendo nos mais diversos espaços – de produções cinematográficas a desfiles de escolas de samba, de revistas de divulgação científica a peças publicitárias, de livros infantis a programas de televisão, de peças de teatro a livros de autoajuda. Seguramente não se trata de um fenômeno com implicações sociais homogêneas: para Pickersgill (2013), em certos grupos e espaços os conhecimentos neurocientíficos podem não estar circulando, pois algumas pessoas podem desconhecer esses saberes ou até mesmo resistir a eles. A expansão dos coletivos de pensamento em torno das Neurociências não consiste, portanto, em um fenômeno irrestrito, embora não se possa negar a sua existência, ao menos em certos domínios da sociedade; como sugere Azize (2010: 01), “há algo de novo no ar”. Para esse autor, além de definir uma concepção de pessoa, a centralidade do cérebro marca um modelo de sociedade, visto que os conhecimentos neurocientíficos têm deixado suas marcas na cultura, nas instituições, nas práticas sociais, nas relações interpessoais.

A disseminação de estilos de pensamento neurocientíficos está ocorrendo não só na cultura de massa, entre o público “leigo”, mas também no próprio meio acadêmico, adentrando o território de áreas que, em princípio, não teriam relação com as Neurociências (ORTEGA; ZORZANELLI, 2010; PICKERSGILL, 2013; ROSE; ABI-RACHED, 2013). Assim, áreas do conhecimento híbridas passaram a se constituir, em uma tentativa de dialogar, de alguma forma, com explicações e teorias neurocientíficas. Como exemplo dessas novas áreas, Rose e Abi-Rached (2013) mencionam uma lista formada por disciplinas bastante distintas, tais como o *Neurodireito* – área que postula que descobertas neurocientíficas terão um profundo impacto no sistema jurídico, colocando em xeque noções tradicionalmente utilizadas pelo Direito, como a de livre-arbítrio, e servindo de fundamentação para julgamentos; a *Neuroeconomia*, que busca compreender as bases neurobiológicas da tomada de decisão e do comportamento econômicos; a *Neuropsicanálise*, que se propõe a fundamentar cientificamente as proposições psicanalíticas e a encontrar a localização cerebral de conceitos freudianos; além das interlocuções entre Neurociências e Educação, foco deste estudo.

Denominações diferentes têm sido utilizadas como referência a esse campo de interlocuções, podendo variar de acordo com o idioma. “Neuroeducação”,

“*Neurociencias de la Educación*” ou “*Mind, Brain and Education Science*” são alguns dos termos que foram encontrados na análise desenvolvida nesta tese. Essa área emergente parte do princípio de que a aprendizagem humana pode ser aprimorada a partir do conhecimento de suas bases neurobiológicas. Buscando articular contribuições da Educação com as das Neurociências, pesquisadores envolvidos nessas interlocuções defendem, por exemplo, a modificação de currículos e a adoção de novos métodos de ensino, com base em conhecimentos a respeito do sistema nervoso. Conquanto já houvesse algumas tentativas de colocar as duas áreas em contato antes do fim do século XX, é sobretudo a partir dos anos 2000 que os diálogos entre Neurociências e Educação passaram a ganhar força, o que permite compreendê-los como um fenômeno característico do atual “século do cérebro”, marcado pela expressiva disseminação de estilos de pensamento neurocientíficos.

O presente trabalho teve por objetivo geral investigar os estilos de pensamento que estão se constituindo nesse campo emergente, a partir da análise de artigos científicos e outros trabalhos acadêmicos produzidos na intersecção entre Educação e Neurociências, além da realização de entrevistas com pesquisadores envolvidos nesse diálogo. Como objetivos específicos, foram propostos os seguintes itens:

- 1) conhecer e analisar os argumentos utilizados para justificar a pertinência das interlocuções entre Neurociências e Educação;
- 2) conhecer e analisar os temas de estudo dos pesquisadores envolvidos nessas interlocuções, bem como suas propostas para a produção de conhecimento em Educação e, de forma mais ampla, para o trabalho educativo (e.g., para a atuação do professor em sala de aula);
- 3) investigar se, nessa área híbrida, se estabelecem efetivamente relações entre os estilos de pensamento neurocientíficos e os estilos de pensamento educacionais ou, então, se se trata da “imposição” de estilos de pensamento das Neurociências ao campo da Educação;
- 4) analisar se – e, em caso positivo, como – se evidenciam, nesse novo campo, as tensões, disputas e conflitos entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas, além das possibilidades de diálogo entre essas duas áreas;
- 5) observar e analisar possíveis diferenças entre a Neuroeducação no Brasil e em outros países.

O estudo foi norteado pelas seguintes perguntas, as quais foram formuladas a partir de críticas que têm sido feitas a essa nova área<sup>3</sup>:

1) As interlocuções entre Neurociências e Educação têm implicado, de fato, o diálogo entre os dois campos ou elas têm privilegiado os estilos de pensamento neurocientíficos, deixando de lado o conhecimento tradicionalmente produzido pela Educação?

2) Os conhecimentos produzidos nessa intersecção apresentam uma visão determinista e reducionista<sup>4</sup> dos seres humanos, calcada exclusivamente em aspectos biológicos, ou eles também privilegiam aspectos de ordem sociocultural?

A justificativa para o desenvolvimento desta pesquisa foi baseada em dois argumentos, os quais se relacionam: um deles tem caráter científico, e outro tem caráter social. Ao tratar do atual estágio de desenvolvimento das Neurociências, Rose (2012) argumenta que essa área tem implicações que se estendem para muito além dos debates internos a ela, pois seus impactos se fazem sentir tanto na vida cotidiana (e.g., em políticas públicas e práticas sociais) quanto em outras áreas do conhecimento (e.g., na Educação). Na mesma perspectiva, Pickersgill (2013) afirma que os efeitos sociais das Neurociências não se limitam ao que elas entendem como sendo suas contribuições para a educação, a justiça ou a saúde, visto que esse campo pode colaborar para o exercício de novas formas de poder e de controle, além de endossar explicações deterministas e formas de discriminação baseadas em concepções neurológicas de moralidade, desvio ou doença.

Assim, Rose (2012) acredita que as Neurociências se tornaram demasiado importantes para serem deixadas nas mãos dos neurocientistas, de modo que pesquisadores de outros campos também devem se engajar em um exame crítico dos saberes neurocientíficos. É essa tarefa que o presente trabalho se propôs a realizar, de maneira que fosse possível conhecer os possíveis impactos e implicações das Neurociências na Educação. Trata-se de uma discussão que ainda é bastante incipiente, até porque o próprio surgimento das interlocuções entre Educação e Neurociências é algo novo. Em trabalhos que abordam a emergência

---

3 Essas críticas serão apresentadas detalhadamente no capítulo 2.

4 *Grosso modo*, o reducionismo consiste em explicar um fenômeno complexo, causado por diversos fatores, com base em somente alguns desses fatores. O determinismo biológico é um tipo de reducionismo, pois procura explicar os fenômenos humanos levando em conta apenas os fatores biológicos, deixando de lado outros aspectos causais, como os econômicos ou socioculturais. Além disso, na perspectiva do determinismo biológico, a biologia é entendida como equivalente a predestinação (ROSE, 1997). Essa temática é mais bem explorada no capítulo 2.

desse campo e procuram problematizá-lo, as discussões são voltadas muito menos para a sua análise enquanto disciplina acadêmica do que para outros fenômenos equivocadamente agrupados sob a denominação de Neuroeducação, tais como a ginástica cerebral, a literatura de autoajuda embasada em saberes neurocientíficos, dentre outros (e.g., ORTEGA; ZORZANELLI, 2010; ROSE; ABI-RACHED, 2013; LISBOA, 2014). Logo, a relativa ausência de reflexões sobre essa nova área acadêmica justificou o esforço em executar a presente pesquisa.

Além disso, o desenvolvimento das Neurociências tem suscitado reações de ceticismo, crítica e temor por parte de pesquisadores das Ciências Humanas, os quais entendem que as pesquisas neurocientíficas poderiam tomar o lugar de teorizações baseadas em conceitos como os de cultura ou educação, fazendo-as cair por terra (e.g., RIBEIRO, 2003). Outros autores entendem que as Neurociências estariam colaborando para a constituição de uma visão determinista e reducionista do homem, calcada estritamente no cérebro (e.g., VIDAL; ORTEGA, 2007; ORTEGA, 2008a; 2008b; 2009; EHRENBURG, 2009; ORTEGA; ZORZANELLI, 2010). Por outro lado, pesquisadores como Rose (2013) alegam que as Ciências Humanas e Sociais não podem mais se manter indiferentes aos conhecimentos biológicos e suas potencialidades para a compreensão e explicação dos fenômenos humanos. Existem, pois, diversas mudanças ocorrendo no cenário geral da produção de conhecimento científico, tanto nas Ciências Humanas quanto nas Biológicas; o presente trabalho se propôs a compreender quais os impactos dessas mudanças no campo da pesquisa em Educação.

Para atingir os objetivos propostos nesta tese, foram analisados 93 trabalhos acadêmicos (91 artigos, uma tese de doutorado e uma dissertação de mestrado) produzidos no campo de interlocuções entre Neurociências e Educação. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas com sete pesquisadores envolvidos com essa nova área. A interpretação e discussão dos dados foram desenvolvidas a partir do referencial dos Estudos da Ciência – campo interdisciplinar que propõe uma contextualização radical do conhecimento científico, permitindo, desse modo, entender as relações entre a ciência e a sociedade, a cultura, a política, a economia, dentre outros aspectos normalmente considerados como exteriores à atividade científica. Em vez de prescreverem as formas supostamente mais adequadas de produzir conhecimento, os Estudos da Ciência descrevem e problematizam a ciência tal como ela é, atentando para os modos como o “social” é codificado no

conhecimento científico e como esse conhecimento, em contrapartida, se torna parte constituinte do “social” (HESS, 1997; WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001; JASANOFF, 2004; FONSECA; SÁ, 2011). A abordagem sociológica de Fleck (1986a; 1986b; 2010) acerca do conhecimento científico ocupou lugar central na análise aqui realizada, sendo articulada com outros autores que compartilham alguns de seus pressupostos teóricos.

A partir da pesquisa desenvolvida neste trabalho, foi formulada a tese de que as interlocuções entre Educação e Neurociências não constituem um empreendimento determinista ou reducionista, na medida em que elas postulam que a adequada compreensão do sistema nervoso deve levar em conta as interações constantemente estabelecidas entre biologia e ambiente. Além disso, pesquisadores da área têm procurado dialogar com teóricos tradicionalmente utilizados na Educação, como Jean Piaget e Lev Vygotsky, além de reconhecer a necessidade de aproximação com os sujeitos envolvidos nas práticas educativas, como os professores. Uma vez que a produção de conhecimento em Educação é caracterizada pela intersecção de saberes formulados em diferentes áreas, a aproximação das Neurociências à Educação não pode ser interpretada como uma relação indevida, e sim como uma prática que é própria do campo da pesquisa educacional.

Contudo, foi verificado que ainda há poucos avanços no sentido de produzir trabalhos *empíricos* na intersecção entre Educação e Neurociências, conjugando teorias e metodologias de ambas as áreas; a maior parte dos trabalhos analisados é composta por estudos bibliográficos. A dificuldade em produzir pesquisas empíricas nessa intersecção é compreendida, nesta tese, como sintomática da própria cisão – criticada por muitos autores analisados – entre natureza e cultura e entre Ciências Biológicas e Humanas. Esses aspectos serão devidamente discutidos ao longo do trabalho.

A tese está estruturada em três capítulos. O primeiro deles, intitulado *Metodologia*, aborda o delineamento metodológico levado a cabo para o desenvolvimento desta pesquisa. A primeira seção desse capítulo apresenta os critérios utilizados para a composição do *corpus* de análise e as técnicas de pesquisa adotadas, além dos procedimentos escolhidos para a organização e sistematização dos dados – etapa essa desenvolvida com o auxílio do *software* Nvivo, cujas características são devidamente expostas. Ainda nessa seção, são

apresentadas as categorias de análise criadas a partir do material empírico obtido. Já a segunda seção contextualiza o referencial teórico dos Estudos da Ciência, que orientou a análise desenvolvida na tese. Uma discussão sobre os cuidados éticos adotados nesta pesquisa é realizada na última seção desse capítulo.

O capítulo 2 – *Notas sobre a produção de conhecimento em Educação* – inicia caracterizando os processos de pesquisa e produção de conhecimento no campo educacional, defendendo o argumento de que esses processos são marcados pela intersecção de práticas, políticas e saberes oriundos de áreas diversas (VERGNAUD; PLAISANCE, 2003; CANÁRIO, 2005; CHARLOT, 2006); assim, a introdução das Neurociências no campo educacional não pode ser considerada intrusiva, pois a Educação está calcada em conhecimentos oriundos de campos distintos. Após essa discussão inicial, é realizado um breve resgate histórico das relações entre a Educação e as Ciências Biológicas, a partir do caso da Biologia Educacional. Posteriormente, são apresentadas algumas características das interlocuções entre Neurociências e Educação, bem como algumas das críticas que têm sido feitas a essa nova área. Nesse capítulo já são apresentados excertos dos trabalhos analisados e das entrevistas realizadas, de modo a tornar mais claros os argumentos defendidos.

O capítulo 3 – *O tráfego de estilos de pensamento entre Educação e Neurociências: considerações a partir do corpus de análise* – propõe uma imersão nos dados obtidos para esta tese. Ele está subdividido em três seções, as quais correspondem às três categorias de análise criadas a partir da pesquisa, quais sejam: *Neuroplasticidade e relações entre biologia e ambiente; Desafios e problemas da articulação entre Neurociências e Educação* e *Ressignificações, apropriações, diálogos*. À medida que os dados são apresentados, eles são discutidos com base no referencial teórico dos Estudos da Ciência.

Nas conclusões, são retomados os argumentos que constituem a tese defendida neste trabalho, além de serem apresentadas as possibilidades de estudos que poderão ser desenvolvidos como desdobramentos desta pesquisa.

## 1 METODOLOGIA

### 1.1 A COMPOSIÇÃO DO *CORPUS* DE ANÁLISE

Uma vez que o objetivo deste trabalho foi investigar os estilos de pensamento que estão se constituindo a partir das interlocuções entre Educação e Neurociências, foi feita a opção de analisar materiais em que esses estilos de pensamento, após avaliação por especialistas da área, têm sido registrados e disseminados. Também foram realizadas entrevistas com pesquisadores desse campo emergente, de modo a conhecer melhor algumas de suas práticas e de suas visões acerca dos processos de produção de conhecimento.

Para a seleção dos materiais que compuseram o *corpus* de análise, foram utilizados dois critérios: a submissão do material em questão à avaliação por pares e a gratuidade do seu acesso. Feita essa delimitação, a base de dados escolhida para a busca de materiais foi o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) – biblioteca virtual que permite o acesso livre a periódicos científicos e outras produções acadêmicas publicados nacional e internacionalmente, de todas as áreas do conhecimento<sup>5</sup>. O levantamento de trabalhos foi realizado por meio das seguintes palavras-chave: *Neuroeducação*; *Neuroeducación*; *Neuroeducation*; *Neurociências e Educação*; *Neurociencias y Educación* e *Neurosciences and Education*<sup>6</sup>. Para delimitar a procura, foram considerados apenas os artigos acadêmicos, dissertações e teses (trabalhos avaliados por pares), deixando-se de lado atas de congresso, resenhas e artigos de jornal e revistas não científicas.

Uma vez que essa primeira busca resgatou mais de 2000 materiais, foi necessário realizar um refinamento dessa seleção. Assim, foi feita a leitura do resumo e das palavras-chave de cada um dos trabalhos, de modo que fosse possível excluir aqueles que não tratassem da relação entre Neurociências e

---

5 O acervo do Portal conta com mais de 38 mil títulos com texto completo, além de enciclopédias, obras de referência, manuais técnicos, dentre outros materiais bibliográficos (informação disponível em [http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com\\_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=102](http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=102). Acesso em 15 de abril de 2016).

6 Foram levados em conta os idiomas de domínio do autor do projeto.

Educação<sup>7</sup>. No caso do descritor *Neurosciences and Education* – a partir do qual foram resgatados mais de 1700 trabalhos –, foram considerados apenas os primeiros 250 resultados, distribuídos nas cinco primeiras páginas<sup>8</sup>. Cabe destacar que um mesmo trabalho pode aparecer mais de uma vez em cada uma das buscas, pois o Portal de Periódicos recupera materiais contidos em diversas bases de dados; assim, por exemplo, se um artigo está presente em cinco repositórios diferentes, ele aparecerá cinco vezes na mesma busca. Ademais, palavras-chave distintas permitiram recuperar materiais idênticos: praticamente todos os artigos obtidos com o descritor *Neuroeducation* estavam presentes nos resultados recuperados com a expressão *Neurosciences and Education*. Portanto, a despeito de a busca inicial ter retornado um número bastante expressivo de trabalhos, muitos deles eram repetidos, e a maior parte deles não tinha relação direta com o tema que interessa a este trabalho.

Após a realização desse refinamento, foi composta uma amostra de 93 trabalhos, incluindo 91 artigos científicos, uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado, publicados entre 1973 e 2014<sup>9</sup>. O fechamento da amostra ocorreu a partir da saturação das informações, isto é, quando não foram mais encontradas informações inéditas ou relevantes para os propósitos da tese. Tendo em vista que o presente estudo tem caráter qualitativo, não houve a intenção de compor uma amostra representativa do ponto de vista estatístico, a partir da qual fosse possível fazer extrapolações para um universo mais abrangente. De qualquer modo, mesmo que tenham sido deixados de lado outros materiais produzidos a partir da intersecção entre Neurociências e Educação, divulgados em outros espaços que não o Portal de Periódicos da CAPES, os trabalhos analisados estão embasados em outras referências, produzidas a partir dos mesmos estilos de pensamento. Assim,

---

7 Com relação a isso, é necessário ressaltar que os descritores permitiram recuperar inúmeros trabalhos que não guardavam relação alguma com o propósito deste estudo, mas nos quais apareciam, de forma dispersa e descontextualizada (e.g., no nome da unidade de atuação profissional do autor de algum texto ou no título de algum periódico), alguma das palavras-chave utilizadas na busca.

8 A partir da página 4, praticamente não houve nenhum material que abordasse o assunto que interessa a esta pesquisa.

9 A busca de trabalhos foi feita em diferentes momentos, entre os meses de julho de 2014 e janeiro de 2015. Após esse período, foram realizadas outras pesquisas, a partir das quais foi constatado um aumento significativo na produção de materiais: apenas em 2014 foram publicados mais de 30 trabalhos, os quais só puderam ser resgatados pelo Portal de Periódicos a partir de meados de 2015. Entretanto, esses trabalhos não foram analisados nesta tese, uma vez que já havia sido constituída uma amostra expressiva de materiais, além de terem sido feitas entrevistas com pesquisadores da área – o que resultou em um grande volume de informações a serem tratadas.

em alguma medida foi possível mapear concepções teóricas presentes em outros trabalhos da área, os quais não foram analisados diretamente.

O idioma predominante nos materiais selecionados é o inglês: 61 trabalhos analisados foram publicados nesse idioma, enquanto 20 foram publicados em espanhol e doze em língua portuguesa. O volume de publicações começa a aumentar a partir do ano de 2009 – o que mostra, mais uma vez, que os esforços em estabelecer interlocuções entre a Educação e as Neurociências começam a ganhar fôlego efetivamente a partir dos primeiros anos do “século do cérebro”, conquanto já houvesse, antes desse período, tentativas de articulação entre as duas áreas. O quadro abaixo apresenta o número de trabalhos selecionados para análise, conforme seu ano de publicação:

**Quadro 1 – Número de materiais conforme o ano de publicação**

| <b>Ano de publicação</b> | <b>Resultados</b> |
|--------------------------|-------------------|
| 1973                     | 01                |
| 1984                     | 01                |
| 2002                     | 01                |
| 2003                     | 01                |
| 2006                     | 03                |
| 2007                     | 01                |
| 2008                     | 06                |
| 2009                     | 13                |
| 2010                     | 18                |
| 2011                     | 09                |
| 2012                     | 16                |
| 2013                     | 13                |
| 2014                     | 10                |
| <b>Total</b>             | <b>93</b>         |

Como recurso complementar à análise desses trabalhos, foram realizadas entrevistas semiestruturadas<sup>10</sup> com sete pesquisadores da área, que atuam nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo. Essa amostra foi definida a partir da constatação de que há pesquisadores oriundos de diversas áreas

10 O roteiro prévio utilizado para a entrevista está incluído como apêndice da tese.

envolvidos com as articulações entre Neurociências e Educação; assim, a intenção foi contemplar essa diversidade de formações<sup>11</sup>. Entretanto, mais uma vez, não se trata de uma amostra representativa estatisticamente. O objetivo das entrevistas foi conhecer as razões que levaram os pesquisadores a se envolver com as interlocuções aqui em questão, os trabalhos (de ensino, pesquisa e extensão) que eles têm desenvolvido e seus posicionamentos a respeito não só da produção de conhecimento na interface entre Educação e Neurociências mas também das contendas entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas. Dentre os entrevistados, há pesquisadores com graduação em Biologia, Educação Física, Farmácia, Filosofia, Física e Medicina, com pós-graduação nas áreas de Ciências Biológicas, Educação, Medicina e Psicologia<sup>12</sup>. Desses sete pesquisadores, seis possuem título de doutor e uma possui título de mestre.

Em relação à análise dos dados obtidos, foi levado em conta o argumento defendido por Almeida (2014), para quem o melhor método de análise é aquele que o próprio pesquisador elabora criativamente, considerando o tipo de material empírico obtido, os objetivos do estudo e o problema de pesquisa. De acordo com a autora, a análise de dados tem sido um processo negligenciado na pesquisa social qualitativa: nas Ciências Sociais, são notáveis o rigor e a sofisticação no uso de técnicas de coleta de informações, mas a análise de dados permanece sendo uma dificuldade. Isso provavelmente ocorre por consequência da concepção de que os dados fariam por si mesmos – ideia que constitui um equívoco, pois as informações obtidas só adquirem sentido quando interpretadas à luz de um referencial teórico, a partir do qual é possível atribuir-lhes significados, para além do que elas fornecem descritivamente (ALMEIDA, 2014).

Ainda segundo a pesquisadora, existem técnicas consagradas de análise de dados, como a análise de conteúdo e a análise discursiva. No entanto, essas técnicas apenas fornecem pistas ao pesquisador: a análise de dados depende fundamentalmente da criatividade e capacidade de reflexão do analista, de maneira que não há uma “receita” a ser seguida (ALMEIDA, 2014). Nesse sentido, para a

---

11 Ao todo, foram convidados dez profissionais, dos quais dois não responderam ao convite e uma, em um primeiro momento, aceitou participar da entrevista, mas posteriormente não respondeu aos *e-mails* do autor da tese.

12 Propositadamente, não serão apresentadas informações detalhadas sobre os pesquisadores, de modo a evitar sua possível identificação. O compromisso com o anonimato das entrevistas foi assumido no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), incluído como apêndice do trabalho.

realização da análise dos dados obtidos nesta pesquisa, foram desenvolvidas algumas estratégias, as quais são descritas a seguir.

Após a leitura de cada um dos trabalhos e a transcrição das entrevistas, foi iniciado o processo de organização e sistematização dos dados, de modo a criar categorias de análise, a partir dos temas que foram mais recorrentes na totalidade do material. Para tanto, foi utilizado um *software* específico para a pesquisa qualitativa: o *Qualitative Solutions Research Nvivo* – QSR Nvivo, versão 10. Trata-se de um programa que permite trabalhar com arquivos salvos em diferentes formatos (textos, imagens estáticas ou dinâmicas, gravações sonoras, dentre outros), auxiliando na organização, sistematização, categorização e recuperação de dados.

No jargão do programa, os arquivos com que o pesquisador trabalha constituem *fontes*, as quais podem ser codificadas de acordo com *nós* – categorias de análise criadas pelo próprio pesquisador. O processo de codificação consiste em selecionar, nas fontes, trechos que o analista considere representativos de certa categoria, atribuindo-lhes o devido nó; cada excerto codificado constitui uma *referência*. O programa permite criar relatórios com os trechos codificados, além de fornecer informações quantitativas que se mostraram pertinentes para esta pesquisa – por exemplo, o número de fontes e de excertos codificados segundo cada um dos nós, o que possibilitou constatar quais categorias de análise eram mais frequentes<sup>13</sup>.

Neste trabalho, foram criadas três categorias analíticas: *Neuroplasticidade e relações entre biologia e ambiente*; *Ressignificações, apropriações, diálogos*; e *Desafios e problemas da articulação entre Neurociências e Educação*. O quadro 2 apresenta uma síntese do significado geral de cada um desses nós:

---

13 O programa ainda oferece outras facilidades, as quais não serão abordadas aqui, pois não se mostraram profícuas para o presente trabalho.

**Quadro 2 – Síntese do significado dos nós**

| <b>Nó</b>  | <b>Significado</b>   |
|--|--|
| Neuroplasticidade e relações entre biologia e ambiente             | Críticas a visões reducionistas do ser humano. Ênfase na capacidade de o sistema nervoso se modificar a partir de situações de aprendizagem. Necessidade de se levarem em conta as transações estabelecidas entre biologia e ambiente (incluindo aspectos culturais, econômicos, sociais).                     |
| Ressignificações, apropriações, diálogos                           | “Ressignificação”, com base nas Neurociências, de pressupostos teóricos clássicos da Educação. Diálogos entre perspectivas das duas áreas.   |
| Desafios e problemas da articulação entre Neurociências e Educação | Ênfase na necessidade de apropriação recíproca de referenciais teórico-metodológicos de ambas as áreas. Problemas epistemológicos da aproximação entre Educação e Neurociências. Crítica a apropriações equivocadas de conhecimentos neurocientíficos e à divulgação dessas apropriações no campo educacional. |

Já o quadro 3 apresenta o número de fontes e de excertos codificados de acordo com cada uma das categorias:

**Quadro 3 – Número de fontes e excertos codificados conforme o nó**

| <b>Nó</b>  | <b>Número de fontes codificadas</b> | <b>Número de referências</b> |
|--|-------------------------------------|------------------------------|
| Neuroplasticidade e relações entre biologia e ambiente             | 52                                  | 190                          |
| Desafios e problemas da articulação entre Neurociências e Educação | 51                                  | 205                          |
| Ressignificações, apropriações, diálogos                           | 46                                  | 149                          |

O programa QSR Nvivo se mostrou bastante útil para a etapa de organização e sistematização dos dados. Todavia, como lembra Cisneros Puebla (2003), a compreensão dos significados de informações adquiridas em uma pesquisa não pode ser obtida por meio de programas de computador, na medida em que o trabalho de interpretação não é uma atividade mecânica, passível de ser informatizada. O recurso à tecnologia não prescinde das tarefas humanas de interpretação e atribuição de sentidos, as quais, por sua vez, pressupõem a apropriação de um referencial teórico – um estilo de pensamento, para usar um conceito caro a esta tese – *a partir do qual* analisar e interpretar os dados. Assim, levando em conta os objetivos desta tese e os pressupostos teóricos aqui

assumidos, a análise dos dados foi realizada a partir da perspectiva dos Estudos da Ciência – campo interdisciplinar de pesquisa contextualizado na próxima seção.

## 1.2 REFERENCIAL DE ANÁLISE: OS ESTUDOS DA CIÊNCIA

Os Estudos da Ciência constituem um campo para o qual é difícil encontrar uma definição simples e unívoca, uma vez que a pluralidade – de teorias, de metodologias, de perspectivas de análise – é a marca desse campo de estudos. Prova disso é o fato de que eles são denominados por meio de expressões distintas, como *Estudos Culturais da Ciência*, *Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia*, *Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, dentre outras (cf. HESS, 1997; WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001; PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011). A existência dessas diversas denominações já é um indicador da complexidade e heterogeneidade do campo em questão.

Segundo Hess (1997)<sup>14</sup>, o uso de cada uma dessas expressões varia de acordo com os interesses dos autores que as empregam. Também há pesquisadores que preferem utilizar a designação de sua área de origem para se referir a suas discussões sobre o conhecimento científico; esse é o caso, por exemplo, das expressões *Antropologia da Ciência* ou *Sociologia do Conhecimento Científico*. Já aqueles que têm maior interesse pelo estudo da tecnologia adicionam essa palavra à designação escolhida, assim como tem ocorrido, mais recentemente, com o termo “ambiente”, o qual passou a ser utilizado em decorrência da compreensão de que, ao se tratar das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, não se pode desconsiderar o mundo natural – tanto no que tange às intervenções humanas sobre ele quanto às intervenções da natureza sobre os empreendimentos humanos, o que significa que o ambiente é simultaneamente natural e social (VON LINSINGEN, 2007).

Hess emprega o termo “Estudos da Ciência” de forma genérica, referindo-se a diferentes discussões teóricas a respeito da ciência, as quais guardam suas especificidades e divergem entre si no que tange a determinados aspectos. Contudo,

---

14 Em sua página pessoal na internet ([www.davidjhess.org](http://www.davidjhess.org)), Hess publicou materiais suplementares ao livro aqui referido, de forma a atualizar as discussões apresentadas nessa obra, que data do ano de 1997. Entretanto, a partir da confrontação do livro de 1997 com os materiais mais recentes, foi constatado que não houve mudanças substanciais nos argumentos do autor que são expostos nesta tese. Em outras palavras, a argumentação de Hess não se tornou datada, a despeito de terem se passado quase 20 anos desde sua publicação.

o autor propõe uma abordagem conciliatória entre essas distintas perspectivas: sua preocupação é em encontrar afinidades e possibilidades de diálogo entre diferentes autores e suas produções. O uso dessa expressão mais abrangente – *Estudos da Ciência* – resguarda essa possibilidade de diálogo, na medida em que outras denominações podem ser mais restritas<sup>15</sup> (HESS, 1997).

Os Estudos da Ciência abrangem investigações feitas em diferentes áreas das Ciências Humanas e Sociais, a partir de diferentes referenciais teóricos e por meio de distintas metodologias. Trata-se, pois, de um campo interdisciplinar ou até mesmo não disciplinar, tendo em vista que rejeita sua constituição em uma disciplina rígida e com fronteiras bem definidas (WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001). Para Fonseca e Sá (2011), os Estudos da Ciência se caracterizam pela diversificação contínua, o que, para alguns analistas, pode ser inquietante; contudo, é justamente nessa diversidade de perspectivas que reside a potência desses estudos, visto que eles permitem atentar para inúmeros aspectos relacionados à ciência – o que talvez não fosse possível de ser feito a partir de uma única disciplina.

Para von Linsingen (2007), os Estudos da Ciência se constituíram como reação à compreensão tradicional do conhecimento científico, segundo a qual a ciência consistiria no processo de desocultamento de aspectos da realidade, por meio da descoberta de leis universais que regeriam o mundo. Nessa compreensão tradicional, as leis científicas possibilitariam a transformação da realidade a partir da criação de tecnologias, proporcionando a melhoria contínua e linear da vida humana. Tanto a ciência quanto a tecnologia estariam alheias a interesses, opiniões e valores, pois seriam supostamente regidas por uma lógica interna, isenta de interferências que “maculariam” sua suposta neutralidade e imparcialidade.

Os Estudos da Ciência ganharam fôlego a partir dos anos 1960 e 1970, como resposta ao sentimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico não ocorria de maneira linear e progressiva, de modo a sanar os males da humanidade. Fenômenos como as catástrofes ambientais, os problemas trazidos por armas nucleares, as relações entre a ciência e a indústria bélica, entre conhecimento científico e regimes políticos autoritários, dentre outros exemplos, colocaram em xeque a visão idealizada de que a ciência estaria imune a fatores políticos e sociais.

---

15 Evidentemente, as próprias restrições atribuídas a uma denominação dependem da forma como ela é utilizada. Wortmann e Veiga-Neto (2001), por exemplo, empregam a expressão “Estudos Culturais da Ciência” de uma forma mais abrangente que Hess (1997), que limita esse termo às discussões que tratam da cultura e do poder no âmbito do conhecimento científico.

Tratava-se, pois, de uma abordagem de caráter sociológico, que se contrapunha a análises filosóficas da ciência, as quais tendiam a se focar em aspectos “internos” do conhecimento científico e a estabelecer prescrições a serem seguidas, de modo a se atingir a “boa” ciência – ou seja, como ela *deveria* ser. Ao contrário disso, a abordagem dos Estudos da Ciência passou a se focar em como a ciência *efetivamente* se constitui, considerando-a como uma prática social (HESS, 1997; VON LINSINGEN, 2007).

Entretanto, nas primeiras três décadas do século XX – portanto, antes do período de consolidação dos Estudos da Ciência – já haviam se desenvolvido abordagens sociológicas a respeito do conhecimento científico: exemplo disso são os trabalhos do sociólogo húngaro Karl Mannheim (1893-1947), além do próprio Fleck (HESS, 1997; PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011; MAIA, 2012). Para Löwy (2012), Fleck desenvolveu em sua época ideias que, décadas mais tarde, se tornaram centrais para os Estudos da Ciência, como a concepção de que a produção de conhecimento científico é um processo fundamentalmente coletivo, em vez de ser o resultado da atividade isolada de “gênios”; de que é necessário atentar para as práticas efetivamente desenvolvidas pelos pesquisadores, e não para como a ciência supostamente deveria ser; e de que não se podem separar os objetos e fenômenos estudados pelos cientistas dos métodos e tecnologias que são utilizados para tanto. A obra de Fleck não foi devidamente reconhecida em seu tempo<sup>16</sup>, embora tenha passado a exercer grande influência em análises contemporâneas sobre o conhecimento científico, como em trabalhos a respeito da disseminação de saberes neurocientíficos no mundo atual (e.g., ROSE, 2007; 2013; AZIZE, 2010; ROSE; ABI-RACHED, 2013).

Uma das proposições fundamentais dos Estudos da Ciência é a contextualização radical do conhecimento científico: eles afirmam a ciência no contexto em que é produzida, reconhecendo a impossibilidade de separar esse tipo de conhecimento das dinâmicas da cultura, da política e da sociedade (FONSECA; SÁ, 2011). Em outras palavras, a ciência é analisada como prática social, constituída em meio a relações sociais e por meio dessas relações. Esse campo de estudos

---

16 Condé (2012) enumera algumas razões para essa falta de reconhecimento do autor em sua época, a saber: o fato de ele não estar inserido em uma comunidade profissional de filósofos, historiadores e sociólogos da ciência (Fleck era médico e microbiologista); a dificuldade de acesso às línguas em que o autor escreveu (polonês e alemão); problemas políticos trazidos pela Segunda Guerra Mundial (Fleck era judeu).

mostra que aspectos supostamente exteriores à ciência (interesses econômicos, princípios morais, relações de poder, concepções culturais de gênero, sexualidade, etnia) podem estar codificados em teorias e explicações científicas, de modo que tudo aquilo que a ciência entende por ser a “natureza” também carrega marcas da cultura, da história, da sociedade em que o conhecimento sobre essa “natureza” foi produzido. Portanto, mais do que simplesmente descrever a realidade de forma neutra e imparcial, a ciência também constitui essa realidade, atribuindo-lhe sentido a partir de certos pressupostos (WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001; PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011). Para usar novamente a expressão de um dos precursores dos Estudos da Ciência, o conhecimento é sempre produzido a partir de um estilo de pensamento (FLECK, 2010).

Todavia, não se trata de afirmar que esses fatores “influenciam” negativamente o conhecimento científico, pois a concepção de “influência” pressupõe que esses fatores podem ser eliminados e que, assim, é possível obter um conhecimento “puro”. Na perspectiva dos Estudos da Ciência, a ideia de “pureza” não faz sentido, pois a ciência é necessariamente “impura” (WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001). No entanto, esses estudos não deixam de reconhecer a dimensão material do mundo: assim como rejeitam análises que não considerem a influência humana na constituição do mundo natural, eles também rejeitam uma posição completamente idealista, segundo a qual o mundo só passa a existir a partir do momento em que sua existência é enunciada (FONSECA; SÁ, 2011). Nas palavras de Hess (1997), o conhecimento científico é bidimensional, isto é, ele possui simultaneamente uma dimensão sociocultural (que se refere aos aspectos da cultura, da economia, da política, da sociedade que estão codificados em teorias e explicações científicas) e uma dimensão referencial (aspectos concretos da realidade aos quais a ciência se refere).

Com relação a isso, Latour (2001) afirma que, em vez de negarem a existência da realidade, os Estudos da Ciência justamente acrescentam realidade à própria ciência, na medida em que situam essa atividade no “mundo da vida” e resgatam seu caráter cultural, histórico, social:

Em lugar dos pomposos cientistas dependurados nas paredes dos filósofos de gabinete do passado, nós pintamos personagens vivas, imersas em seus laboratórios, estuantes de paixão, carregadas de instrumentos, ricas em conhecimento prático, estreitamente relacionadas com um meio mais vasto e mais trepidante (LATOUR, 2001: 15).

Contudo, ao acrescentarem realidade ao conhecimento científico, os Estudos da Ciência demonstram que a elaboração científica do que se entende por realidade envolve um processo complexo de organização de um mundo que é constitutivamente desordenado, caótico. Em etnografia sobre pesquisadores do solo da Floresta Amazônica, Latour (2001) mostra que esse processo de organização envolve o trabalho de seleção de determinados elementos da “realidade” que serão estudados posteriormente, em um contexto diferente do ambiente natural de que foram retirados; a classificação desses elementos; a sistematização de dados; dentre outros aspectos. Essas tarefas sempre são desempenhadas com o auxílio de tecnologias e de um conhecimento teórico prévio, que, de maneira geral, não é colocado em xeque. Latour argumenta, pois, que não conhecemos o mundo tal qual ele realmente é, mas conforme ele é elaborado nesse processo e posteriormente acondicionado em palavras (LATOURE, 2001).

Em relação a essa temática, Fleck (1986a) afirma que diferentes realidades (muitas vezes contraditórias) coexistem no mundo social: cada esfera da sociedade tem seu próprio sistema cognitivo, ao qual corresponde uma realidade distinta. Por exemplo, a realidade da ciência não é a mesma realidade da religião; a realidade da medicina chinesa não é a mesma da medicina ocidental; a realidade das Ciências Humanas não é a mesma das Ciências Naturais. Assim, um pesquisador com formação humanística pode simplesmente não compreender a realidade de um cientista natural, e vice-versa – o que não significa que um seja tolo por não enxergar o que o outro é capaz de ver. Cada coletivo de pensamento produz diferentes fatos, com base em seus estilos de pensamento; aos olhos de alguém vinculado a outro coletivo, esses fatos podem ser vistos como equivocados ou incoerentes (FLECK, 1986a). No capítulo 3, será discutido como os estilos de pensamento educacionais e os neurocientíficos dão origem a fatos distintos, o que origina problemas nas tentativas de diálogo entre os dois campos.

Além de analisarem e enfatizarem o caráter social do conhecimento científico, os Estudos da Ciência abordam o efeito retroativo da ciência sobre as relações sociais. Ao se disseminar pela sociedade, o conhecimento científico se torna constitutivo de suas relações, instituições, práticas, normas, valores. Exemplo disso são as tecnologias, que são elaboradas a partir de saberes científicos e podem ter implicações incisivas na vida de pessoas que, em princípio, não guardam relação direta com a ciência. Jasanoff (2004) se refere a esse fenômeno com o termo

“coprodução”. Para a autora, o trabalho científico não ocorre à revelia de opções morais e convicções políticas dos sujeitos nele envolvidos: o conhecimento científico e suas materializações (e.g., em tecnologias) são sempre constituídos por crenças, identidades, normas, significados, interesses – em suma, por tudo aquilo que pode ser caracterizado como “social”. Em contrapartida, esse mesmo conhecimento se dissemina pela sociedade, tornando-se constituinte de crenças, normas, significados, interesses, práticas, relações, instituições e gerando, assim, um movimento contínuo, em que ciência e sociedade se constituem e transformam constantemente. Desse modo, não é possível estabelecer uma fronteira rígida e bem definida entre o que é “social” e o que é “científico”<sup>17</sup> (JASANOFF, 2004). Em função desse impacto que a ciência exerce na sociedade, os Estudos da Ciência não concedem aos cientistas o privilégio de falarem sobre seu próprio trabalho – o que, evidentemente, não significa que eles não possam fazer isso (WORTMANN; VEIGANETO, 2001).

Os Estudos da Ciência não estão preocupados em prescrever as melhores formas de produzir conhecimento científico, tal como o faz a Filosofia da Ciência: pelo contrário, sua preocupação é muito mais em descrever e compreender a ciência tal como ela é, e não como supostamente deveria ser (HESS, 1997). Como lembram Fonseca e Sá (2011), a ênfase desses estudos é na “experiência vivida”, e não somente em discussões abstratas. Isso não significa que eles sejam contrários à ciência: problematizar o conhecimento científico ou enfatizar seu caráter social não implica negar sua importância. Paraphraseando Latour (2001), assim como as Neurociências não se opõem ao cérebro ou ao sistema nervoso, os Estudos da Ciência não se opõem ao seu objeto de pesquisa.

### **1.2.1 As Opções Realizadas para a Análise do Material Empírico**

Tendo em vista a pluralidade inerente ao campo dos Estudos da Ciência, foi necessário proceder à realização de algumas opções para o desenvolvimento da análise do material empírico obtido para esta tese de doutoramento. Dada a complexidade do fenômeno aqui estudado, foi necessário colocar em diálogo autores dos Estudos da Ciência com vertentes teóricas distintas, de maneira que

---

17 Contudo, não se pode esquecer que a ciência possui, sim, certas características que a diferenciam de outras instâncias sociais. A ideia de coprodução apenas enfatiza que a ciência não está isolada do mundo social (e vice-versa).

fosse possível elaborar uma interpretação à altura da complexidade do objeto de estudo desta tese. Esta seção procura evidenciar essas opções, de modo a facilitar ao leitor a compreensão das discussões que seguem nos próximos capítulos.

Levando em conta as proposições de Hess (1997), nesta tese é utilizada a expressão *Estudos da Ciência* tal como o autor o faz, justamente pelo caráter genérico que ele atribui a essa expressão e pela conseqüente possibilidade de estabelecer interlocuções com autores que, desde outras perspectivas, também estão engajados na compreensão do conhecimento científico e suas implicações sociais. Exemplo disso são pesquisadores que vêm analisando e problematizando a centralidade das Neurociências na sociedade contemporânea e seus impactos em diversas esferas (e.g., ORTEGA; VIDAL, 2007; ORTEGA, 2008a; 2008b; 2009; ORTEGA; ZORZANELLI, 2010; VIDAL; ORTEGA, 2011; PICKERSGILL, 2013; ROSE, 2007; 2013; ROSE; ABI-RACHED, 2013). Conquanto as análises desses autores possam guardar especificidades em relação aos Estudos da Ciência, é possível encontrar pontos de convergência com essa última perspectiva teórica, como a ênfase nos efeitos sociais do conhecimento científico e o questionamento de sua neutralidade e isenção em relação a fatores supostamente externos à ciência.

Partindo do pressuposto de que um autor não se torna datado apenas por ter vivido em outro momento histórico, trabalhos clássicos de Fleck (1986a; 1986b; 2010) sobre o conhecimento científico foram de fundamental importância para a análise do material empírico da tese. As proposições do autor foram conjugadas com produções mais recentes, que se embasam nele para tratar do desenvolvimento e da expansão dos estilos de pensamento neurocientíficos na contemporaneidade (e.g., AZIZE, 2010; ROSE, 2013; ROSE; ABI-RACHED, 2013).

A discussão sobre os processos de produção de conhecimento em Educação está embasada em autores do próprio campo educacional, os quais desenvolvem suas análises a partir de diferentes perspectivas teóricas. Mesmo que essas perspectivas tenham especificidades em relação aos Estudos da Ciência, foi necessário levá-las em conta, para que fosse possível compreender apropriadamente o surgimento das interlocuções entre Neurociências e Educação. Em outras palavras, ao entender as características peculiares ao campo educacional, torna-se mais fácil compreender a própria emergência de seus diálogos com o campo neurocientífico.

Portanto, para ser coerente com a proposta dos Estudos da Ciência, a

interdisciplinaridade, o hibridismo e a “impureza” constituem a marca principal desta tese de doutoramento. Para Hess (1997), muitos estudiosos tendem a desqualificar ou a relegar autores cujos pontos de vista estão em desacordo com os seus. Na contramão dessa conduta bastante frequente no meio acadêmico, o pesquisador propõe uma leitura em que seja possível valer-se daquilo que outros pesquisadores podem oferecer de produtivo para determinada análise, pois, ao juntar as potencialidades de diferentes perspectivas teóricas, é possível vislumbrar aspectos que poderiam não ser percebidos ao se privilegiar um único estilo de pensamento. Como o próprio leitor da tese poderá constatar, esse princípio foi assumido em sua radicalidade neste trabalho.

### 1.3 CUIDADOS ÉTICOS DA PESQUISA

O tema da ética em pesquisa nas Ciências Humanas passou a ganhar força no Brasil bastante recentemente, a partir da primeira década dos anos 2000 (DINIZ, 2008). Trata-se de uma discussão que está mais avançada no campo da Antropologia; na Educação, especificamente, esse debate ainda está em fase inicial (DE LA FARE; MACHADO; CARVALHO, 2014).

Essa discussão foi suscitada, dentre outros fatores, pelas regulamentações da ética em pesquisa com seres humanos nas Ciências Biomédicas, bem como pelas (im)possibilidades de aplicação dessas regulamentações às Ciências Humanas. Conforme Diniz (2008), pesquisadores desse último campo tendem a assumir uma postura crítica com relação a essas regulamentações, na medida em que elas não levam em conta as especificidades epistemológicas e metodológicas das Humanidades: para se adequar a essas regulamentações, as Ciências Humanas também teriam de se adequar ao modelo de cientificidade do campo biomédico. Assim, pesquisadores das Humanidades têm discutido se é necessário submeter suas pesquisas à avaliação por comitês de ética (tentando adaptar-se, pois, às características da pesquisa biológica) ou se esse debate tem de ser feito entre pares (DINIZ, 2008).

Recentemente, foi aprovada a Resolução nº 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde (CNS/MS), a qual regulamenta a ética na pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. Com isso, as especificidades da área passarão a ser levadas em conta no momento de avaliação dos eventuais dilemas éticos que

um estudo possa acarretar (cf. BRASIL, 2016). Entretanto, no período em que a coleta de dados para este trabalho foi realizada, a regulamentação da ética em pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil era feita pela Resolução nº 466/2012, do CNS/MS. Conforme essa Resolução, a pesquisa envolvendo seres humanos é aquela que, “individual ou coletivamente, tenha como participante o ser humano, em sua totalidade ou partes dele, e o envolva de forma direta ou indireta, **incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos**” (BRASIL, 2012) [grifos do autor]. Além disso, a Resolução já reconhecia que a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais tem suas particularidades, as quais passariam a ser contempladas em uma resolução complementar, que só foi aprovada poucos meses antes da defesa desta tese.

Uma vez que neste estudo não foi desenvolvida uma pesquisa que envolvesse o manejo de dados, informações ou materiais biológicos, ele não foi submetido à avaliação por comitê de ética. Porém, isso não significa que a pesquisa foi desenvolvida à revelia de cuidados éticos; pelo contrário, foi levado em conta o argumento de Diniz (2008), que afirma que, nas Ciências Humanas, cada pesquisa apresenta desafios éticos específicos, que devem ser resolvidos em cada situação, em diálogo com os sujeitos pesquisados. Assim, nas entrevistas que foram realizadas para a tese, foi utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (cf. Apêndice A), no qual foram asseguradas ao entrevistado a manutenção de seu anonimato e a omissão de informações que pudessem facilitar sua identificação (e.g., local de atuação profissional). Já a análise dos trabalhos acadêmicos aqui efetivada não suscitou nenhum dilema ético, tendo em vista que esses materiais estão disponíveis para acesso e consulta públicos.

## 2 NOTAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM EDUCAÇÃO

Para compreender apropriadamente a emergência das interlocuções entre Educação e Neurociências, faz-se necessário atentar para certas peculiaridades dos processos de pesquisa e produção de conhecimento em Educação. Dessa forma, é possível constatar que a circulação de saberes neurocientíficos no campo educacional não consiste em uma intrusão, em uma imersão indevida: pelo contrário, uma das principais marcas da Educação é justamente o hibridismo, o diálogo com diferentes áreas do saber.

Charlot (2006) afirma que a Educação é um campo disciplinar impreciso, que pode se referir tanto a uma área específica do conhecimento quanto a um objeto de estudo. Assim, o autor se pergunta: haveria uma pesquisa educacional específica, original, ou o que existe são pesquisas realizadas em outros campos científicos acerca de um objeto chamado educação? Haveria uma área do saber chamada “Educação” ou “Ciências da Educação” ou essa área consistiria, de fato, em um campo de práticas e políticas, sobre o qual diferentes ramos das Ciências Humanas produziram conhecimento? Na mesma direção, Plaisance e Vergnaud (2003) questionam: o objeto “educação” bastaria para delimitar as fronteiras de uma ciência particular, “autossuficiente”, ou diferentes áreas do saber seriam as responsáveis por fornecer as matrizes fundamentais de análise dos fatos educativos?

As respostas a essas perguntas variam enormemente. Em análise do campo da pesquisa educacional na França, Plaisance e Vergnaud (2003) mostram que diferentes autores vêm tentando demarcar, a partir de perspectivas distintas, qual seria o “verdadeiro” objeto de estudo da Educação, de que forma essa área se definiria em relação às demais Ciências Humanas. Para os autores, todas essas tentativas são arbitrárias, visto que elas não levam em conta que o objeto “educação” não tem existência própria, mas é construído no processo de pesquisa, com base em referenciais teóricos que levam a entendimentos divergentes sobre o que seria esse objeto. Outro empecilho na delimitação de uma especificidade para o campo educacional é mencionada por Charlot (2006), que lembra que diversos autores de grande penetração nesse campo, como Jean Piaget, Lev Vygotsky ou Pierre Bourdieu, eram pesquisadores vinculados a outras áreas do conhecimento – fato que não diminui a importância desses teóricos para a Educação.

As considerações de Wortmann (2005) sobre a articulação entre Educação e Estudos Culturais ajudam a endossar – a partir de outra perspectiva teórica – os argumentos elencados no parágrafo anterior. A autora mostra como a intersecção entre os dois campos de estudo tornou mais abrangente o entendimento do que é “educação” ou “educativo”, o que acarretou a ampliação dos temas estudados a partir da pesquisa educacional, para além do contexto da sala de aula ou da prescrição das formas supostamente melhores de condução da atividade docente<sup>18</sup>. Graças a esse deslocamento, trabalhos desenvolvidos nessa articulação têm sido alvo de inúmeras críticas, pois eles não se ocupariam do que muitos entendem como sendo “eminente” educativo. Contudo, de acordo com a pesquisadora, demarcar o que é “eminente” educativo implica a realização de escolhas e a naturalização de certas compreensões e teorizações como sendo as mais apropriadas. Logo, essa busca sempre possui uma dimensão essencialista e redutora (WORTMANN, 2005).

Em função de seu hibridismo, da ausência de fronteiras que demarquem a sua especificidade, a Educação muitas vezes é considerada uma área epistemologicamente fraca, alijada da suposta pureza de campos como a Psicologia ou a Sociologia. Assim, ela é pouco desenvolvida e valorizada no interior das Ciências Humanas, não gozando de prioridade no recebimento de recursos financeiros para o desenvolvimento de seus estudos. Ademais, as bases que sustentam a pesquisa educacional frequentemente são contestadas, pois se entende que elas seriam frágeis do ponto de vista metodológico e teórico. De qualquer modo, a dificuldade em delimitar fronteiras não é exclusividade da Educação, na medida em que outras disciplinas também envolvidas com a formação de pessoal engajado em atividades práticas, como a Administração, a Ciência Política e a Medicina, enfrentam esse mesmo problema (PLAISANCE; VERGNAUD, 2003; CHARLOT, 2006).

A partir da constatação das características discutidas anteriormente, Charlot (2006) propõe uma definição para o que seria a Educação, com base no que ele entende por ser um aspecto basilar desse campo. Ainda que possa ser considerada

---

18 *Grosso modo*, as pesquisas desenvolvidas nessa articulação abrangem a análise de uma miríade de artefatos culturais, como filmes, livros, peças publicitárias, programas televisivos, para citar apenas alguns exemplos. Esses artefatos são considerados educativos, na medida em que ensinam valores morais, visões de mundo, formas de comportamento. Para uma discussão mais aprofundada a respeito dessa temática, cf. Wortmann (2005).

arbitrária – justamente por ser uma definição para um campo híbrido, polimorfo –, ela sintetiza diversas características próprias do campo educacional, mostrando-se bastante útil para os propósitos da presente tese:

O que é específico da educação como área de saber é o fato de ela ser uma área na qual circulam, ao mesmo tempo, conhecimentos (por vezes de origens diversas), práticas e políticas. Delimita-se assim uma primeira definição da disciplina educação ou ciências da educação: é um campo de saber fundamentalmente mestiço, em que se cruzam, se interpelam e, por vezes, se fecundam, de um lado, conhecimentos, conceitos e métodos originários de campos disciplinares múltiplos, e, de outro lado, saberes, práticas, fins éticos e políticos. O que define a especificidade da disciplina é essa mestiçagem, essa circulação (CHARLOT, 2006: 09).

Na mesma direção de Charlot, Canário (2005) afirma que a constituição do campo da pesquisa em Educação se dá a partir da confluência de, por um lado, saberes e práticas profissionais e, por outro, conhecimentos oriundos de áreas científicas estabelecidas anteriormente à Educação, como a Psicologia e a Sociologia. Dessa forma, a Educação é uma área eminentemente interdisciplinar, na qual a produção de conhecimento está imbricada com políticas e práticas educativas. O autor defende essa tese ao argumentar que a emergência e consolidação das Ciências da Educação foram concomitantes ao desenvolvimento dos sistemas de educação escolar no âmbito de diferentes Estados-Nações, durante os séculos XIX e XX. Assim, a institucionalização da pesquisa educacional no meio universitário passou a se ampliar e consolidar à medida que o próprio acesso à escola se intensificou, a partir da década de 1960 (CANÁRIO, 2005).

A formação do campo da pesquisa em Educação no Brasil é ilustrativa dessa intersecção de conhecimentos, políticas e práticas que caracteriza a área. De acordo com Gatti (2001), a pesquisa educacional no país começou a se constituir a partir da década de 1930, com a criação do Instituto Nacional de Pedagogia (INEP), em 1937 – o qual, no ano seguinte, recebeu a denominação de Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos e, em 1972, de Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Em seus primórdios, os objetivos do Instituto abrangiam, dentre outros aspectos, a assessoria técnica aos serviços de educação municipais, estaduais e particulares e o desenvolvimento de estudos que pudessem subsidiar a formulação de políticas educacionais<sup>19</sup>. A institucionalização da pesquisa

---

19 Informação obtida em <http://portal.inep.gov.br/institucional-historia>. Acesso em 03 de maio de 2015.

educacional no meio acadêmico ocorreu apenas a partir dos anos 1960, com a criação dos primeiros cursos de pós-graduação em Educação, o que implicou a intensificação do desenvolvimento da área. Nessa época, formularam-se programas de incentivo à formação de profissionais no exterior, com a posterior absorção desses profissionais nos cursos recém-criados (GATTI, 2001).

Assim como no “século do cérebro” tem aumentado o número de pesquisadores envolvidos na articulação entre Educação e Neurociências, em outros períodos históricos também é possível verificar a predominância de algumas tendências temáticas e teóricas específicas na pesquisa educacional do país. Segundo Gatti (2001), primeiramente houve um maior enfoque em temáticas psicopedagógicas. Nos anos 1950, o foco foi dirigido para as condições culturais e as tendências de desenvolvimento da sociedade brasileira. Na década de 1960, o interesse se voltou para estudos econômicos, técnicas de ensino e formação de recursos humanos. Nos anos 1970, houve uma diversificação dos temas de estudo – conquanto predominasse o enfoque tecnicista – e um aprimoramento das bases metodológicas da pesquisa na área. No fim dessa década e a partir dos anos 1980, as abordagens críticas, de inspiração marxista, começaram a predominar no campo educacional. Nos anos 1980 e 1990, expandiu-se a formação de pessoal no exterior; após o retorno desses profissionais ao país, a pesquisa educacional brasileira se diversificou ainda mais, com a criação de inúmeros grupos de pesquisa, dedicados ao estudo de uma miríade de temas. A ANPEd (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação) também desempenhou, a partir do fim dos anos 1970, importante papel no desenvolvimento da pesquisa educacional.

Conforme Sousa e Bianchetti (2007), a primeira reunião da ANPEd se realizou em 1978, e foi apenas em 1981, por ocasião de sua quarta reunião anual, que ocorreu a inclusão do termo “pesquisa” em sua sigla, que até então significava “Associação Nacional de Pós-Graduação em Educação”. A partir de então, a pós-graduação se tornou o principal espaço de desenvolvimento de pesquisas educacionais, ainda que, até o fim dos anos 1980, o foco da pós-graduação na área fosse a formação (desenvolvida de maneira bastante sólida), e não a pesquisa, que era realizada sobretudo pelos alunos dos cursos existentes. Mais recentemente, passou a crescer a produção de investigações por parte de docentes universitários não necessariamente ligados à pós-graduação, além de estudos conduzidos por organizações não governamentais e estabelecimentos privados, os quais

paulatinamente têm se inserido na atividade de pesquisa (SOUSA; BIANCHETTI, 2007).

Gatti (2001) entende que existem alguns problemas na produção de conhecimento em Educação, relacionados justamente ao hibridismo da área. Embora possam ser questionáveis, cabe mencionar quais são os posicionamentos da autora, tendo em vista que eles convergem com certas críticas encontradas no material empírico desta tese. Para a pesquisadora, muitos pesquisadores em Educação têm a propensão a aderir, de forma ingênua e inconsistente, a certos modismos teóricos; exemplo disso é a apropriação simplista de teorias construtivistas e de outras perspectivas desenvolvidas em países da Europa e nos Estados Unidos. Além disso, tendem a predominar o imediatismo e o pragmatismo na constituição dos objetos de estudo: muitas vezes os problemas de pesquisa são elaborados com base em demandas profissionais, à revelia do aprofundamento teórico necessário. Uma vez que a busca pela transformação das práticas pedagógicas é uma constante na pesquisa educacional, verifica-se a tendência a estabelecer uma relação automática entre pesquisa, ação e mudança (GATTI, 2001).

Em relação a isso, a autora alerta, em outro trabalho, que os impactos da pesquisa educacional não ocorrem de forma automática e linear, tal como idealizam certos pesquisadores da área. Existe, sim, uma porosidade entre o que se produz na academia e os espaços de ensino e de formulação de políticas educacionais; contudo, o conhecimento é apropriado de modos muito variados, e frequentemente são apropriados apenas fragmentos do conhecimento produzido. Ademais, o tempo de elaboração de uma pesquisa – que exige um período de maturação – não é o mesmo tempo do professor que está atuando em sala de aula, o qual frequentemente precisa responder a demandas imediatas. O impacto da pesquisa em Educação não assume, pois, a feição do idealizado, mas a do factível (GATTI, 2006).

As críticas da autora ao imediatismo na aplicação de resultados de pesquisa são compartilhadas por muitos estudiosos que atuam na intersecção entre Educação e Neurociências. Conforme será discutido no capítulo 3, em vários trabalhos analisados foi verificada a cautela quanto à realização de interlocuções entre os dois campos, tendo em vista que as Neurociências podem se constituir em um novo modismo e que certos educadores têm a expectativa de que elas possam apresentar respostas simples e definitivas para as mais diversas demandas educacionais – por

exemplo, a prescrição das metodologias de ensino mais eficazes ou a solução derradeira para as dificuldades de aprendizagem. Os excertos a seguir, retirados de alguns dos materiais analisados, exemplificam a precaução que é recomendada a educadores ao se apropriarem de referenciais neurocientíficos:

Por lo tanto, los resultados y conclusiones de los biólogos deben ser filtrados. Los educadores deben aprender a cómo pensar sobre la investigación del cerebro, porque nadie trabaja más íntimamente con los cerebros vivos que ellos. Reducir la investigación en neurociencia a prescripciones de estrategias de enseñanza minimiza la inmensa promesa de esa investigación para los educadores (SALAS SILVA, 2003: 167).

It is highly doubtful that any single given study in neurology will have a direct application to the classroom [...] It will not suffice to assume that once neuroscientific results are established they can be easily transferred directly into the classroom. The warning must even be made that the oversimplification of this relationship risks placing pressure upon educationists to adapt what is known about particular topics at the neurological level into teaching programmes far too early, thereby creating ineffective new pedagogies called 'brain-based' but lacking a legitimate evidence base (TOMMERDAHL, 2010: 98).

A pesquisa educacional tradicionalmente está embasada em saberes oriundos das Ciências Humanas e Sociais, como a Filosofia, a História, a Psicologia e a Sociologia (cf. PLAISANCE; VERGNAUD, 2003). Entretanto, a disseminação de conhecimentos biológicos no campo educacional não constitui uma novidade do “século do cérebro”, conforme atesta a história da “Biologia Educacional” – disciplina que procurou colocar a Educação em contato com as Ciências Biológicas, mas que não conseguiu se consolidar entre os Fundamentos da Educação, conquanto tenha tido certa importância na primeira metade do século XX. A seção a seguir discute esse tema.

## 2.1 PRIMÓRDIOS DAS INTERLOCUÇÕES ENTRE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E EDUCAÇÃO: A “BIOLOGIA EDUCACIONAL”

Segundo Asensio (1987a), a Biologia Educacional (também denominada “Biologia da Educação”, “Biologia Aplicada à Educação” ou “Fundamentos Biológicos da Educação”) consiste no estudo da biologia humana orientada à compreensão, por parte de educadores, dos fatores e condicionantes naturais dos processos educativos, bem como dos efeitos que esses processos exercem sobre a biologia dos sujeitos. De fato, essa disciplina se constitui muito mais em uma Biologia *relacionada* à Educação do que propriamente uma Biologia *da* Educação.

Ainda conforme Asensio (1987a), dentre as chamadas Ciências da Educação ou Fundamentos da Educação, a Biologia Educacional foi relegada a segundo plano – embora, para o entendimento do autor, ela seja a única área desses Fundamentos a gozar, efetivamente, do *status* de ciência, visto que as outras disciplinas que os compõem pertencem às Humanidades. Esse “esquecimento” do biológico se deve ao fato de que “biologia” e “educação” são termos vistos como polos opostos, que se contrapõem completamente. O autor considera que, no campo da Educação, há pouca abertura para o diálogo com as Ciências Biológicas; poucos seriam sensíveis ao fato de que a educação é um processo que se exerce sobre um ser vivo, o *Homo sapiens*, dotado de determinadas características biológicas que, justamente, permitem que ele aprenda. Por outro lado, também não há, por parte de biólogos, uma disponibilidade para dialogar com pesquisadores da Educação (ASENSIO, 1987a).

A ausência de diálogo entre as duas áreas pode ser atribuída à própria divisão do conhecimento em Ciências Humanas e Ciências Biológicas – divisão essa que dificulta a apropriação, por parte de um campo, dos conceitos e teorias das ciências que lhe são alheias. Além disso, para Asensio (1987a), Ciências Humanas e Biológicas têm compreensões distintas acerca do que é ser humano: enquanto as primeiras dão maior ênfase ao meio, as últimas reconhecem a existência de certos condicionamentos de caráter natural. As Ciências Biológicas entendem que o ser humano não é apenas dependente do meio em que vive, mas que existem certos traços biológicos relacionados à conduta e às capacidades de aprendizagem humanas. Assim, em função dessas incompatibilidades disciplinares, a Biologia Educacional não conseguiu se consolidar como uma ramificação dos Fundamentos da Educação, até porque eles estão muito mais próximos das Humanidades (ASENSIO, 1987a).

No Brasil, a Biologia da Educação foi introduzida na década de 1930, quando ocorreu sua inclusão em currículos de escolas normais e cursos de licenciatura (PINHEIRO, 1993). Conforme Hora (2000), desde o século XIX eram ministrados conteúdos biológicos em cursos de formação de professores, mas isso ocorria de forma dispersa: a Biologia era ensinada de forma propedêutica, visando a oferecer conhecimentos considerados úteis para outras áreas, como a Psicologia. Posteriormente, a Biologia da Educação passou a ganhar um contorno mais específico: de conhecimentos gerais sobre anatomia e fisiologia humanas, a

disciplina passou a abordar assuntos como higiene pessoal e escolar, cuidados com a saúde e alimentação das crianças, puericultura, gestação, reprodução, dentre outros (PINHEIRO, 1993; VIVIANI; BUENO, 2006).

A introdução da Biologia Educacional no Brasil ocorreu por conta de fatores políticos e sociais mais amplos. Nas primeiras décadas do século XX, o país passava pelo processo de urbanização e industrialização, com o surgimento das classes sociais ligadas a esse processo – burguesia e proletariado – e, conseqüentemente, das reivindicações operárias. Além disso, boa parte da população vivia em condições miseráveis, e os índices de doenças que assolavam o país eram bastante elevados (HORA, 2000). Fazia-se necessário, pois, intervir nesses problemas, e os movimentos eugenista e higienista buscaram oferecer uma “solução” possível.

Segundo Viviani e Bueno (2006), interpretações teóricas do país correntes nessa época concebiam a população brasileira de forma negativa, em função da “mistura de raças” aqui existente. O movimento eugenista propunha a regeneração racial como forma de administração dos problemas sociais, conquanto tenha assumido, no Brasil, contornos diferentes em comparação a países europeus: aqui se acreditava que seria possível obter o melhoramento da raça por meio da intervenção em comportamentos, da mudança de hábitos, do desenvolvimento de certas práticas; tratava-se, pois, de uma visão menos determinista, que não atribuía um peso tão decisivo à biologia e que considerava que o meio exercia um papel fundamental na transformação de certas características (VIVIANI; BUENO, 2006).

Articulado à eugenia no Brasil, o movimento higienista propunha a regeneração física, intelectual e moral da sociedade por meio da higiene, de maneira que fosse possível construir uma nação mais saudável, com uma população apta a suprir as demandas do mercado de trabalho. De acordo com Rocha (2003), crianças e professores se constituíam em alvos estratégicos desse movimento: as primeiras porque eram consideradas mais maleáveis, dotadas de cérebros mais plásticos, passíveis de serem “moldados”, de modo que seriam mais propensas a internalizar novos hábitos e cuidados com o corpo e a saúde; os segundos porque, além de atuarem na disseminação de informações consideradas relevantes, colaborariam com a fiscalização da higiene corporal dos alunos e da adequação sanitária das instalações escolares, auxiliariam na profilaxia e tratamento de doenças, controlariam a vacinação de crianças, verificariam a qualidade nutricional da

merenda escolar, dentre outras ações.

Para tanto, urgia formar professores habilitados a desenvolver essas práticas, e foi a Biologia Educacional que cumpriu esse papel formativo, transformando os educadores em agentes da mudança social desejada: a fundamentação científica do trabalho pedagógico garantiria a concretização dos objetivos de construção de um povo hígido e saudável (HORA, 2000; VIVIANI; BUENO, 2006). Para Pinheiro (1993), o ensino da Biologia Educacional exerceu uma função compensatória, na medida em que visava a capacitar os professores para exercer funções que eram próprias das áreas da saúde, tornando-os aliados das autoridades sanitárias.

Outro fator que contribuiu para a consolidação da Biologia Educacional – e que não pode ser dissociado dos movimentos eugenista e higienista – foi o Movimento da Escola Nova, que defendia a fundamentação do trabalho docente em bases científicas e experimentais (VIVIANI; BUENO, 2006). Segundo Carvalho (2000), esse movimento se contrapunha ao que denominava – pejorativamente – de “pedagogia tradicional”, que partia do pressuposto de que o ensino deveria ser norteado pela imitação de modelos bem-sucedidos. Na “pedagogia tradicional”, o trabalho docente era visto como arte, e não como ciência, e havia uma grande valorização de saberes práticos, gerados a partir da experiência em sala de aula.

Já a Escola Nova apregoava que uma pedagogia embasada cientificamente auxiliaria na superação de certas mazelas da educação brasileira, aprimorando os processos de ensino-aprendizagem. A Biologia Educacional era uma disciplina crucial no ideário desse movimento, pois ela forneceria a fundamentação científica necessária para a proposição dos objetivos pedagógicos “corretos” a serem atingidos, além dos meios “adequados” que deveriam ser utilizados para esse fim. Para Viviani e Bueno (2006: 50),

A biologia e a higiene tiveram um papel essencial para fundamentar essa nova pedagogia (...). Por um lado, oferecendo formas de desenvolver a "base biológica" por meio da defesa da saúde individual e, por outro, dotando o professor de uma sólida base científica. A importância desses conhecimentos, em conjunção à formação de uma cultura geral, associava-se ao entendimento dos fins e meios da educação e teve importante papel no delineamento de perfis de conduta social desejáveis tanto para os profissionais — mulheres em sua maioria — como para as crianças.

A Biologia Educacional começou a entrar em declínio no Brasil a partir dos anos 1950, com a derrocada dos ideais eugenistas e higienistas. Nesse mesmo período, categorias profissionais ligadas ao campo da saúde, como a pediatria, passaram a se expandir, assumindo papéis outrora desempenhados pelos educadores; assim, passou a haver uma restrição do trabalho docente nas práticas de higiene e de profilaxia e tratamento de doenças, de modo que os saberes proporcionados pela Biologia da Educação deixaram de ser considerados tão relevantes. Com as reformas educacionais ocorridas a partir dos anos 1960, a disciplina deixou de ser obrigatória nos cursos de formação de professores e caiu em certo ostracismo a partir dos anos 1970, sem ter conseguido consolidar uma tradição acadêmica, ao contrário das outras áreas que compõem os Fundamentos da Educação (PINHEIRO, 1993; VIVIANI; BUENO, 2006).

Alguns conteúdos da Biologia Educacional passaram a ser ensinados na disciplina de Psicologia da Educação (PINHEIRO, 1993), o que permite supor que a Biologia não foi completamente escanteada nos cursos de formação de professores, ainda que ela tenha perdido espaço. Também é preciso levar em conta que certos conhecimentos psicológicos guardam relação direta com as Ciências Biológicas, tais como as teorizações de Piaget, pesquisador de grande importância na Educação e na Psicologia. Biólogo de formação, Piaget se embasou fortemente na Biologia – sobretudo na Biologia Evolutiva – para fundamentar suas teorias a respeito da aprendizagem humana, a despeito de o autor não ter sido bem aceito no campo biológico, na medida em que suas pesquisas não se enquadravam no modelo dominante de ciência, suas proposições tinham um caráter especulativo e sua retórica se aproximava à da Filosofia (ALMEIDA; FALCÃO, 2008).

Apesar dessas críticas, nos materiais analisados nesta tese são bastante frequentes as referências a Piaget, o que demonstra e corrobora a ligação existente entre as Ciências Biológicas e o pensamento do autor. Clement e Lovat (2012), por exemplo, afirmam que não há exatamente nenhuma novidade na incorporação de saberes biológicos em teorias educacionais, tendo em vista que Piaget já procedeu a essa interlocução em outro momento histórico. Além disso, dois dos pesquisadores entrevistados (P1 e P4) têm desenvolvido trabalhos em que articulam as teorizações do epistemólogo suíço com as Neurociências. Um desses pesquisadores, inclusive, afirmou o seguinte:

[...] eu não tenho a mínima dúvida de que, se Piaget vivesse hoje, ele ia estar completamente mergulhado nas Neurociências e na Genética, porque ele dizia, no “Biologia e Conhecimento”, que é de 1967, que ele estudou o conhecimento a partir do nascimento da criança, mas que a Genética e a Neurologia deveriam dizer o que acontece antes, ou seja, tem ali um mundo de coisas a saber e que Piaget sempre prestou atenção, de tal maneira que no “Biologia e Conhecimento” ele faz uma ampla discussão do que a Neurologia estava fazendo, especialmente na década de 50. Hoje ele estaria, não tenho dúvidas, completamente mergulhado nisso, para trazer tudo o que as Neurociências estão descobrindo, estão mostrando, como a plasticidade cerebral, que está presente em toda a obra do Piaget, e presente de uma forma central. Quer dizer, o cérebro se faz a partir da interação, ele não vem pronto. Isso é tese fundamental do Piaget, pelo menos desde “O Nascimento da Inteligência na Criança”, em 1936 (P4).

Posição similar à do entrevistado acima foi encontrada em um dos trabalhos analisados (ALONSO, 2011). Para o autor do texto, se Piaget fosse vivo, estaria encantado com as tecnologias de imageamento cerebral utilizadas pelas Neurociências:

Tal vez Piaget fue el primero en revelar la importancia del desarrollo biológico en la concepción que tiene un niño sobre su entorno, por ejemplo en su aproximación al número (Piaget, 1965) y del espacio (Piaget e Inhelder, 1967). De manera simple, Piaget planteó que hay comprensiones que se desarrollan a medida que el niño crece. En un experimento clásico, demostró que los niños no manejaban la idea de conservación de la materia. Al pedirles que llenaran un recipiente alto y angosto con un líquido (e.g. agua) al mismo volumen que otro, el cual era chato y ancho, los niños igualaban los niveles/alturas en ambos recipientes, aun cuando el recipiente alto y angosto claramente debía llenarse a más altura, precisamente por sus características físicas. Este y otros resultados llevaron a Piaget a concluir que ciertas comprensiones deben esperar dinámicas de crecimiento. Sus interpretaciones de los experimentos no son absolutas ni están libres de controversia, pero sí se le debe a este gigante suizo pensar que la biología era central en comprensiones y epistemologías individuales, tanto que uno de sus libros se tituló Biología y conocimiento (Piaget, 1969). Piaget sería el primero en maravillarse de los avances actuales (e.g. resonancia magnética funcional, fMRI por sus siglas en inglés). Conceptos como inteligencia se pueden abordar ahora de maneras inimaginables veinticinco años atrás. Interesantemente, se ha encontrado que esta habilidad de comprensión, creación y adaptación parece depender tanto de nuestro entorno como de nuestra biología (ALONSO, 2011: 15-16).

Conquanto a interface entre Biologia e Educação não seja uma novidade trazida pelo “século do cérebro” – ainda que tenha passado a receber outra roupagem –, a legislação atual que trata da formação de professores no Brasil não faz referências diretas ao ensino de Ciências Biológicas. Por exemplo, as *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, Licenciatura* (BRASIL, 2006) afirmam que esse curso deve se valer de “conhecimento multidimensional” sobre o ser humano e aplicar conhecimentos a respeito do desenvolvimento biossocial dos indivíduos; logo, até mesmo a referência à dimensão biológica do ser humano é vaga ou implícita. Já nas *Diretrizes Curriculares*

*Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena* (BRASIL, 2002) não há nenhuma referência ao ensino de conteúdos de Biologia para os professores em formação.

É possível dizer que o arrefecimento da Biologia Educacional não ocorreu apenas no Brasil, mas foi um fenômeno mais geral, conforme se pode concluir a partir da leitura do volume 12 da revista *Educar*, do Departamento de Pedagogia Aplicada da Universidade Autônoma da Barcelona, Espanha. Publicado em 1987, o volume foi inteiramente dedicado à Biologia da Educação; em seus artigos, é recorrente o argumento de que a Educação não dá a devida atenção à Biologia. Nesse volume, o impacto das Neurociências – então em desenvolvimento – sobre a Educação já era antecipado. Burunat e Arnay (1987) entendiam que essa última área estaria atrelada a uma compreensão “mentalista” do ser humano, preterindo o estudo do sistema nervoso e, assim, deixando de reconhecer a base “material” sobre a qual se dá a aprendizagem. Entretanto, os autores afirmaram que estaria começando uma época – ainda que isso pudesse estar ocorrendo de forma diferente em países distintos – em que a Pedagogia começava a se interessar pelo estudo do funcionamento cerebral, passando a desenvolver uma educação voltada para o cérebro, e não para a mente. Na visão dos autores, esse fenômeno poderia ter, na Educação, um impacto similar ao que teve na Medicina o começo da investigação da anatomia e do funcionamento do corpo humano (BURUNAT; ARNAY, 1987).

Referências ao cérebro e aos conhecimentos neurocientíficos também são feitas por Asensio (1987a; 1987b), que publicou dois artigos no referido volume. Para o autor, os avanços das Neurociências no estudo da estrutura e organização funcional do cérebro estavam mostrando que, no que tange à aprendizagem, ela poderia ser mais ou menos eficaz, dependendo da acomodação que se produzisse entre a metodologia aplicada pelo professor e a estratégia que o cérebro adotasse para o processamento das informações recebidas. Assim, o êxito da atuação ambiental (i.e., do que pode ser situado no âmbito das relações sociais) dependeria de características neurológicas. Algumas dessas características seriam gerais e estariam relacionadas ao patrimônio genético da espécie humana; outras seriam peculiares a cada pessoa (ASENSIO, 1987a). Em outro artigo (ASENSIO, 1987b), o autor defende que a ação educativa precisa estar adequada às etapas de desenvolvimento do indivíduo; para tanto, as aprendizagens devem ser desenvolvidas em contextos e situações que permitam a expressão das atitudes

inatas que foram pré-programadas em nosso cérebro, devido ao seu valor adaptativo.

Na mesma direção, Alonso-Geta (1987) afirma que a aprendizagem humana só é possível porque temos um sistema nervoso especializado em processar informações. Alonso-Geta também menciona o que denomina de “limites biológicos à educabilidade” – por exemplo, a dificuldade do sistema nervoso em processar informações diferentes ao mesmo tempo; as limitações quanto à forma de armazenar a informação (i.e., armazenam-se informações gerais e mensagens, e não frases ou conceitos isolados); o esquecimento; a restrição de possibilidades de aprendizagem conforme o amadurecimento e o desenvolvimento do sujeito. Assim, para a autora, o sucesso da prática pedagógica depende do conhecimento dessas possibilidades e limitações.

A revista *Educar* não publicou mais nenhum volume relacionado à Biologia Educacional ou às mais recentes articulações entre Neurociências e Educação, conforme foi possível constatar a partir do sistema de resgate de artigos disponível na página do periódico<sup>20</sup>. Entretanto, os artigos do volume 12 da revista mostram que as referências ao sistema nervoso e o entusiasmo com o desenvolvimento das Neurociências no campo da Educação remontam a períodos anteriores ao “século do cérebro” – ainda que as interlocuções entre os dois campos tenham começado a ganhar força principalmente a partir do século XXI. No caso da Biologia Educacional no Brasil, um dos temas estudados na disciplina era o sistema nervoso humano (PINHEIRO, 1993); além disso, a maior plasticidade do cérebro infantil era um argumento utilizado para justificar a disseminação de hábitos de higiene entre as crianças.

No conjunto do material empírico analisado nesta tese, praticamente não foram encontradas referências à Biologia Educacional. Exceção a isso foi um dos pesquisadores entrevistados, o qual é professor de uma Faculdade de Educação há mais de quatro décadas e fez menção ao tempo em que a disciplina era ministrada. Ao ser questionado sobre as causas da reserva de certos pesquisadores em Educação quanto às Ciências Biológicas, o entrevistado relatou que a forma como a

---

20 Cf. <http://educar.uab.cat/> (acesso em 02 de maio de 2016). Foram utilizados os seguintes termos na busca: “Neuroeducación”, “Neurociencia(s)” e “Biología” (com e sem acentos). Além dos artigos do já referido volume de 1987, a busca retornou um artigo que trata do uso de tecnologias de comunicação e informação no ensino de biologia vegetal – texto este que não apresenta nenhuma informação relacionada ao tema aqui em questão.

Biologia Educacional era ensinada teria deixado um rastro negativo no campo da Educação:

[...] há todo um histórico de presença da Biologia na Educação que foi negativo, deixou um saldo negativo. Existia, aqui [na Faculdade em que o professor atua], não sei até que data, uma disciplina chamada Biologia da Educação. O que essas pessoas faziam? Eram professores de Biologia que vinham simplesmente dar aula de Biologia, e que não entendiam nada de Educação. Vinham dar aula de citologia, de iniciação à genética, e os alunos ficavam, assim... “O que eu vou fazer com isso?” Não tinha nada a ver. Faltava, sempre faltou nisso, uma visão como a de Piaget, que mostra que há uma conexão profunda; quando ele diz que o conhecimento é a forma mais especializada de adaptação que existe, ele está unindo, ele está propondo uma união entre Biologia, Psicologia, Epistemologia, Educação, pelo menos; ele põe um elo de ligação entre todas essas áreas, mas não se pode tratar simplesmente como aula de Biologia (P4).

Outra exceção foi o trabalho de Théodoridou *et alii* (2013), no qual os autores resgatam a história de Christofredo Jakob (1866 – 1956) – médico alemão radicado na Argentina que, na década de 1920, foi responsável por criar e ministrar, na Faculdade de Humanidades e Ciências da Educação da Universidade Nacional de La Plata, a disciplina “Biologia, Anatomia e Fisiologia do Sistema Nervoso”, a qual fazia parte do currículo de cursos de formação de professores<sup>21</sup>. Jakob defendeu argumentos similares aos que, anos mais tarde, Piaget defenderia – por exemplo, a concepção de que a aprendizagem é subordinada às etapas de desenvolvimento (THÉODORIDOU *et alii*, 2013). Os autores do texto consideram que Jakob teria sido um dos precursores das interlocuções entre Neurociências e Educação, na medida em que teria ensinado, em sua época, conteúdos neurocientíficos para futuros educadores. Entretanto, a afirmação dos autores constitui um anacronismo, tendo em vista que o termo “Neurociência” só foi utilizado pela primeira vez na década de 1960 (ROSE; ABI-RACHED, 2013) – anos após o falecimento de Jakob. Mais correto, portanto, é dizer que a disciplina ministrada pelo médico alemão guardava *similaridades* com os esforços contemporâneos de articular Educação e Neurociências.

De fato, essas similaridades foram identificadas nos materiais analisados para esta tese. A despeito das escassas referências à Biologia Educacional que neles foram encontradas, muitas das temáticas que eles abordam coincidem com as que

---

21 Disciplina similar ainda é oferecida ao curso de licenciatura em Ciências da Educação da universidade, com a denominação de “Fundamentos Biológicos da Educação” (informação disponível em [http://www.unlp.edu.ar/articulo/2010/6/7/planes\\_de\\_estudio\\_humanides\\_licenciatura\\_en\\_ciencias\\_de\\_la\\_educacion](http://www.unlp.edu.ar/articulo/2010/6/7/planes_de_estudio_humanides_licenciatura_en_ciencias_de_la_educacion). Acesso em 20 de setembro de 2015).

eram tratadas naquela disciplina – por exemplo, a neuroplasticidade e a constatação de que a aprendizagem só é viável para os seres humanos graças à sua constituição biológica. No capítulo 3, esses aspectos serão discutidos mais aprofundadamente. Antes disso, convém fazer uma apresentação sobre o campo de interlocuções entre Educação e Neurociências.

## 2.2 INTERLOCUÇÕES ENTRE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E EDUCAÇÃO NO “SÉCULO DO CÉREBRO”

Conforme já anunciado na Introdução, expressões diferentes têm sido utilizadas para denominar as interlocuções entre Educação e Neurociências, havendo variações de acordo com o idioma. Em língua portuguesa, as mais frequentes são *Neuroeducação* ou simplesmente *Neurociência(s) e Educação*. Em espanhol, além das expressões anteriores, é utilizada a denominação *Neurociencias de la Educación*. Já em língua inglesa, são usuais as expressões *Mind, Brain and Education Science* e *Educational Neuroscience(s)*, além de *Neuroeducation*.

A existência dessas diferentes denominações pode ser entendida como sintomática do fato de que as interlocuções entre Educação e Neurociências são bastante recentes, não constituindo, ainda, um campo disciplinar bem consolidado. Além disso, a pluralidade das áreas de origem dos pesquisadores interessados em estabelecer esse diálogo pode contribuir para a proliferação dessas diferentes denominações. Em relação a isso, é ilustrativo o relato feito por um dos entrevistados – professor responsável por ministrar disciplinas de Neurociências em cursos de graduação e pós-graduação da área educacional. O docente se mostrou surpreso ao saber que essas disciplinas poderiam ser denominadas de “Neuroeducação”:

Mas o que a gente dá nessas disciplinas, como a gente pensa? Basicamente eu ainda uso muito o Vygotsky e o Luria, e daí a gente faz os nexos: “saiu no Drauzio Varela, no Fantástico!”; aí a gente traz, passa um filmezinho. Tem a Suzana Herculano; aí a gente pega e traz. Então, eu tenho os vídeos, tenho as coisas, aí a gente faz. Tem um material sobre autismo, a gente traz. Então, a gente faz para inclusão, faz para distúrbios de aprendizagem, faz para normalidades, faz para... Esse material da Herculano... Rima Shore, “Repensando o cérebro”... Então, a gente vai montando. Algumas respostas a necessidades que a gente vê que a formação do pedagogo e do psicopedagogo necessita... [...] como a aprendizagem é mais fácil para algumas pessoas, como são algumas perturbações quando tem uma doença instalada; então, nessa sequência. Eu ainda trabalho muito, muito nisso, incorporando o que a gente hoje chama de Neurociências. Se isso é “Neuroeducação”, eu não uso a nomenclatura. Aí tu usas outras nomenclaturas em inglês, quer dizer...

Empoderamento... Tu começa a usar algumas outras coisas que a gente já conversava, já colocava, e não tinha essa [nomenclatura] (P3).

Em linhas bastante gerais, essa área emergente sugere que os processos de ensino-aprendizagem podem ser aprimorados a partir do conhecimento das bases neurobiológicas da aprendizagem humana. Conforme Zaro *et alii* (2010) – pesquisadores brasileiros envolvidos com essa área –, a disciplina procura articular contribuições das Neurociências, das Ciências Cognitivas e da Educação, de modo a produzir conhecimentos que possam gerar melhorias nos currículos escolares, nas metodologias de ensino, nas relações entre professores e alunos, dentre outros componentes do trabalho educativo.

Com base na análise dos trabalhos acadêmicos selecionados e das entrevistas realizadas, foi possível constatar que a constituição dessa nova área é bastante recente: embora já houvesse alguns esforços no sentido de articular Neurociências e Educação antes do início do século XXI, é sobretudo a partir dos últimos dez anos que vem se intensificando o diálogo entre os dois campos. Todavia, há mais fenômenos que demonstram que a promoção desse diálogo é um processo contemporâneo. A partir de 2011, por exemplo, passou a ser realizada a *Latin American School for Education, Cognitive and Neural Sciences* (LASchool) – escola de estudos avançados que vem sendo promovida anualmente em diversos países da América Latina, reunindo pesquisadores de todo o mundo interessados em articular Educação e Neurociências. Os participantes do curso trabalham em conjunto por duas semanas, analisando ideias e achados científicos que possam ser relevantes tanto para educadores quanto para cientistas. O evento é financiado pela fundação norte-americana *James S. McDonnell*, que custeia as despesas de todos os participantes<sup>22</sup>. Outro exemplo que atesta que as interlocuções entre Educação e Neurociências consistem em um empreendimento recente é a constituição da *International Mind, Brain and Education Society* (IMBES), que desde 2004 tem se dedicado a fomentar o diálogo entre Ciências Cognitivas, Neurociências, Genética e Educação. A sociedade realizou conferências em 2007, 2009, 2011, 2014 e 2016, nos Estados Unidos e Canadá, e edita, desde 2007, a revista *Mind, Brain and Education*<sup>23</sup>.

---

22 Informação disponível em <http://2016.laschool4education.com/>. Acesso em 23 de setembro de 2015.

23 Informação disponível em <http://www.imbes.org/>. Acesso em 11 de janeiro de 2016.

Apesar de estarem mais desenvolvidas em países de língua inglesa, as interlocuções entre Neurociências e Educação também estão ganhando fôlego no Brasil. Cursos de graduação em Pedagogia, por exemplo, paulatinamente vêm incluindo conteúdos neurocientíficos em suas grades curriculares, conforme mostram Grossi, Lopes e Couto (2014). No ano de 2012, os autores analisaram as matrizes curriculares de 352 cursos de Pedagogia do país. Desse universo, 6,25% ofereciam disciplinas que abrangiam o estudo de Neurociências, ainda que as Diretrizes Curriculares Nacionais para o referido curso não exijam diretamente o estudo de temáticas relacionadas ao sistema nervoso. Para os autores, a porcentagem de cursos de Pedagogia que contemplam o ensino de Neurociências é irrisória; por outro lado, ainda que incipiente, a inclusão de discussões neurocientíficas na formação de pedagogos pode ser vista como mais um indício de que a intersecção entre Neurociências e Educação é um fenômeno atual, que vem ganhando força gradativamente.

Em relação a isso, um dos entrevistados (P3) mencionou como uma disciplina anteriormente denominada de “Neuropsicopedagogia” passou a se chamar, após processo de mudança curricular, “Neurociências e Aprendizagem”. O professor relatou como a terminalidade, criada no início da década de 1990, passou por mudanças em função da própria expansão e disseminação de estilos de pensamento neurocientíficos, bem como pela realização de pesquisas em Neurociências no estabelecimento em que ele atua:

[...] nas reestruturações que a gente faz constantemente, começaram a perguntar por que nós não colocávamos uma disciplina de “neuro” no mestrado e no doutorado, que não tinham; a da graduação, existia um curso de educação especial, e aí tinha uma disciplina de “neuro” na educação especial, que era a parte de “neuro” mais direcionada para os transtornos mentais e coisas desse tipo. E como no mestrado eu já tinha acesso à obra de Vygotsky e à obra de Luria, que recém estavam saindo... Eu comprei tudo o que eu podia em Montevideu, em espanhol; depois, quando eu fazia as viagens para a Espanha e Portugal, a gente comprava livros do Vygotsky e do Luria em espanhol e pouca coisa que saía em português... Aí começaram a lançar as coisas aqui. Aí, nós resolvemos montar, no nosso mestrado, aqui, uma disciplina de Neuropsicopedagogia. Explicando bem: a Neuropsicologia de Vygotsky e Luria (o neurologista) mais a parte psicopedagógica ou psicológica. Então, Neuropsicopedagogia. Substituiu, entrou dentro do nosso curso aqui, uma coisa interessante, que era aconselhamento psicopedagógico, uma das terminalidades – que origina, por sua vez, no final, o que hoje se chama psicopedagogia. Nisso, quando a gente começou a montar os primeiros cursos de psicopedagogia, entrou essa disciplina também. Quando começamos a montar os primeiros cursos aqui dentro de educação inclusiva, a disciplina de Neuropsicopedagogia entrou também. Então, foi, assim, um mecanismo quase que automático de inserir a disciplina como base para a formação seja do pedagogo, seja do educador, em um amplo sentido, quem viesse ter conosco, aqui, na área de educação...

**J: Isso na pós-graduação?**

P3: Na pós-graduação, e na graduação continuou tendo a de “neuro”, que depois foi se ajustando e na última nomenclatura, na mudança aqui, se chamou de Neurociências. Na verdade era Neuropsicopedagogia. Por que a gente ajustou? Porque... Tu disseste mesmo... Vamos supor, de 2005... Um pouco daí em diante, começou a surgir essa nomenclatura de Neurociências, mais com profundidade no campo neurológico, com as descobertas, tomografias, ressonâncias e toda essa parte (P3).

No que tange a esses processos de mudança curricular, cabe fazer três observações. Com base no pensamento de Fleck (1986a; 2010), é possível afirmar que o currículo constitui uma das formas pelas quais os estilos de pensamento podem ser disseminados: para ser socializado em um coletivo de pensamento, o indivíduo tem de passar por um processo de formação, no qual o currículo desempenha papel de grande importância<sup>24</sup>. Ademais, a inclusão, no currículo de cursos de Pedagogia, de estilos de pensamento que estão emergindo da intersecção entre Neurociências e Educação é estratégica para a consolidação de seus respectivos coletivos de pensamento. Por fim, como lembra Silva (2011), a composição de um currículo sempre resulta da seleção de conhecimentos que, em dado contexto histórico e social, são considerados relevantes. Tendo em vista a grande disseminação e valorização de saberes neurocientíficos no “século do cérebro”, a inclusão desses saberes no currículo de cursos de Pedagogia constitui um fenômeno sintomático da sociedade contemporânea, contribuindo, ao mesmo tempo, para reforçar e consolidar a centralidade das Neurociências.

Além da inclusão paulatina do ensino de Neurociências em cursos de Pedagogia, têm sido oferecidos cursos de formação continuada em Neurociências e Educação para profissionais que já atuam na docência. Dos sete pesquisadores entrevistados, três (P2, P5 e P7) têm se envolvido na organização e oferta de cursos nessa modalidade. Em sua entrevista, o pesquisador P7 relatou sua experiência em uma universidade da Região Sudeste do país. Em 2011, o professor e sua equipe ofereceram a primeira edição de um curso voltado para professores da educação básica, com duração de 60h, distribuídas ao longo de uma semana. Em 2015, o curso, que é oferecido semestralmente, já estava na sua 10<sup>a</sup> edição. Conforme o

---

24 Fleck (1986a; 1986b) se refere à importância do aprendizado do olhar no processo de produção de conhecimento: é preciso *aprender a ver*, de acordo com um estilo de pensamento que permita *enxergar* certas coisas, em detrimento de outras. Ao se depararem com algo desconhecido, os novatos em um estilo de pensamento dificilmente enxergarão aquilo que alguém mais experiente nesse estilo enxerga – donde a necessidade de direcionar a atenção dos iniciantes para os aspectos que são considerados relevantes na área em que estão sendo socializados.

entrevistado, a iniciativa logrou tanto êxito que foi preciso dobrar o número de vagas (de 30 para 60), tendo em vista a demanda de mais de 200 inscritos para cada oferta. Além disso, o curso também é oferecido como disciplina condensada de pós-graduação, procurada por alunos de diferentes áreas e universidades. A partir dessa experiência, foi formulada uma disciplina de graduação, voltada para alunos interessados pelo tema, de diversas áreas.

O entrevistado afirmou que os profissionais que procuram o curso de formação continuada possuem, em média, de 10 a 20 anos de experiência e são formados em outras áreas que não as Ciências Biológicas:

Para você ter uma ideia, você poderia pensar: “ah, é Neuroeducação, o pessoal da Biologia vai querer fazer”. Não! Se tem um ou dois professores de Biologia por turma, é muito. 60% são pedagogos. Eu sempre tenho uns três ou quatro professores de arte, de música... Eu tenho mais professores de arte e de música do que da área de Ciências Biomédicas. Porque o próprio professor de Biologia acha que ele já sabe Biologia! Ter o conhecimento é uma coisa; saber como esse conhecimento transita, ou como uma parte desse conhecimento está relacionada ao processo de ensino-aprendizagem, é diferente (P7).

Outra pesquisadora entrevistada (P5) também está envolvida na organização, na Região Sul do país, de cursos de extensão e especialização sobre Neurociências e Educação, os quais são voltados a docentes da educação básica. Segundo a entrevistada, ainda não existe no Brasil um número suficiente de professores com formação adequada para ministrar disciplinas de Neurociências nos cursos de licenciatura, o que é um entrave para o aprofundamento do diálogo com a Educação. Assim, cursos de especialização e extensão constituem uma alternativa para promover esse diálogo – o qual, segundo palavras da própria pesquisadora, “veio para ficar”:

A gente ainda não tem um grupo docente formado para ministrar as disciplinas, porque os cursos de licenciatura são muitos, e se essa disciplina entrar, tu vais ter que ter professor formado para isso – ou educador que saiba de Neurociência ou neurocientista que já tenha essa aproximação. E ainda a gente não tem, a gente está formando, só que ainda está um processo bem lento, porque a maioria dos cursos de licenciatura não tem. Isso é um caminho que começou, mas é um caminho a médio prazo, eu diria. Talvez eu não veja. [...] é um caminho duplo: vou oferecer; aí, tem que ter professor para isso. Então, por enquanto, o que eu vejo que está acontecendo? Cursos de especialização: os professores estão procurando se especializar. Ou cursos de extensão, ou seminários que a gente faz. Mas, mesmo assim, um seminário de 40h, é um curso com uma carga horária razoável; a gente consegue oferecer um, dois por ano (P5).

Mais um fato que ilustra o crescimento das articulações entre Educação e Neurociências em nosso país é a constituição de grupos de pesquisa na área. Em consulta ao Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)<sup>25</sup>, foi constatada a existência de 29 grupos (doze na Região Sudeste; nove na Região Sul; seis na Região Nordeste e dois na Região Norte) que visam a promover algum tipo de diálogo entre os dois campos. Do total desses grupos, 20 foram criados a partir do ano de 2011, oito a partir de 2001 e um em 1968. Entretanto, nesse último caso, trata-se do grupo de pesquisa intitulado “Neurobiologia e Interação Parasita-Hospedeiro”, no qual foi constituída, em 2003, uma linha de pesquisa sobre Neurociências e Educação. Logo, com base nesse e nos outros exemplos elencados anteriormente, pode-se dizer que os esforços para consolidar esse diálogo passaram a ganhar fôlego a partir do início do “século do cérebro”, constituindo-se em uma das facetas desse contexto histórico e social.

É um equívoco afirmar que o estabelecimento dessa intersecção é um empreendimento exclusivo de neurocientistas. Conforme constatado a partir dos materiais analisados para esta tese, pesquisadores de diversas áreas, tanto das Ciências Biológicas quanto das Ciências Humanas, estão envolvidos nesse diálogo. Em relação a isso, a própria disseminação dos estilos de pensamento neurocientíficos para além do círculo esotérico das Neurociências – fenômeno que caracteriza o “século do cérebro” – pode contribuir, por exemplo, para que um estudioso das Humanidades se aproxime daquele campo e busque estabelecer alguma interlocução. Esse é o caso de um dos entrevistados – pesquisador da área de Psicologia da Educação que, recentemente, passou a estudar Neurociências, graças ao contato inicial com a área por meio de materiais voltados ao público leigo. Depois desse primeiro contato, o professor publicou trabalhos sobre o tema e ofereceu, em um programa de pós-graduação em Educação, seminários sobre as possibilidades de diálogo entre Piaget e Neurociências, os quais contaram com a participação de neurocientistas como palestrantes em algumas aulas:

---

25 A busca foi realizada com os seguintes descritores: *Neuroeducação* e *Neurociência(s) e Educação* (consulta feita em [http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta\\_parametrizada.jsf](http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf). Acesso em 03 de janeiro de 2016).

[...] aí eu passei, informalmente, sobretudo a partir do fim dos anos 1990 para cá, a prestar atenção nessas revistas de divulgação científica, como a “*Scientific American*” e especialmente a “*Mente&Cérebro*”. E a “*Ciência Hoje*”. Começaram a aparecer artigos sobre Neurologia, e com a intenção clara de fazer divulgação científica, o que tornou o assunto acessível, ao contrário daqueles relatos de pesquisa neurológica cheios de gráficos, que a gente precisa de muita iniciação para entrar nisso. Não, são artigos que põem... Claro, não sem esforço, mas que te põem acessíveis os conhecimentos. Eu comecei a trabalhar com isso, e chegou um ponto em que eu disse: “mas eles estão dizendo aquilo que Piaget sempre disse! O que é isso, o que está acontecendo? Será que conhecem Piaget ou não?” (P4).

No material analisado para a tese e em algumas entrevistas realizadas, pesquisadores da área evidenciaram sua preocupação com o fato de que o termo “Neuroeducação” tem sido apropriado indevidamente fora do meio acadêmico. Por ser um empreendimento recente, alguns autores entendem que essa nova área está sujeita a deturpações e oportunismos, como a proposição da “cura” para os mais diversos problemas ou a concepção de que certos comportamentos seriam patológicos. O termo “Neuroeducação” também tem sido utilizado na divulgação de métodos educativos extraordinários, supostamente capazes de fazer “milagres” em relação à aprendizagem.

Um estudo sobre essas apropriações foi realizado por Lisboa (2014) em sua dissertação de mestrado. O autor procedeu à análise de diversos materiais, como livros, revistas e vídeos, que se propunham a disseminar conhecimentos supostamente produzidos na intersecção entre Neurociências e Educação. Esses materiais foram produzidos por autores alheios ao mundo acadêmico, os quais se embasaram em obras de divulgação científica, e não em trabalhos submetidos à avaliação por pares. Segundo Lisboa, os autores desses materiais se apropriam de forma criativa dos conhecimentos neurocientíficos, colocando-os em diálogo com saberes que gozam de pouca ou nenhuma legitimidade na academia – por exemplo, a “mecânica quântica”. Dentre os materiais analisados, há aqueles que prometem soluções para os mais diversos problemas, desde transtornos de aprendizagem até preguiça, falta de concentração ou esquecimento (LISBOA, 2014). É importante fazer essa ressalva aqui, na medida em que esta tese está focada nos diálogos *acadêmicos* que vêm sendo travados entre Educação e Neurociências, e não na forma como conhecimentos neurocientíficos têm sido apropriados e disseminados fora da academia.

Possivelmente em decorrência das apropriações mencionadas no parágrafo anterior, as interlocuções entre Neurociências e Educação têm suscitado reações de

crítica ou de ceticismo por parte de alguns pesquisadores. Convém apresentar algumas dessas reações, uma vez que a tese defendida neste trabalho contraria certas compreensões que frequentemente são associadas aos diálogos entre os dois campos.

### **2.2.1 Críticas às Interloquções entre Neurociências e Educação**

A partir da análise de dois livros que abordam as relações entre Neurociências e Educação, Schrag (2011) conclui que os achados neurocientíficos seriam anódinos para a última área, uma vez que eles simplesmente corroborariam, com base em outro referencial, aquilo que já é sabido de longa data. Exemplo disso seriam os estudos que mostram que o cérebro é capaz de aprender conteúdos mesmo quando não são ensinados explicitamente. Segundo o autor, esse achado apenas confirma a noção de “currículo oculto”<sup>26</sup>, a qual já é largamente difundida e compreendida no campo educacional.

Ainda de acordo com Schrag (2011), outros achados das Neurociências mostram que o aprendizado é mais eficaz quando o indivíduo tem a possibilidade de aprender na interação com seus pares. Contudo, para o pesquisador, nenhum educador ou teórico da Educação jamais teria proposto que o melhor aprendizado é o que ocorre isoladamente: Vygotsky já teria chegado às mesmas conclusões sem necessitar de imagens cerebrais ou estudos neurocientíficos. Nesse sentido, o autor argumenta que as Neurociências apenas vestiriam em “trajes da moda” conhecimentos que já estão consolidados na Educação (SCHRAG, 2011).

Outras críticas são apresentadas por Hartt (2008). A autora afirma que a articulação entre Educação e Neurociências poderia implicar o surgimento de discursos alarmistas e deterministas, como a ideia de que o cérebro pode não se desenvolver adequadamente se uma criança não receber determinados estímulos durante um período específico de seu desenvolvimento. Assim, poderiam ser criados ambientes de hiperestimulação ou, então, ser disseminada a crença de que uma criança que não recebeu certos estímulos em dada etapa ficaria com lacunas

---

26 Em linhas gerais, a noção de “currículo oculto” parte do princípio de que certos saberes – valores, comportamentos, visões de mundo – são ensinados na escola de maneira implícita e não intencional, por meio de regimentos, de normas de funcionamento, da organização espaço-temporal escolar, dentre outros aspectos. Essa noção foi apropriada sobretudo por abordagens teóricas de inspiração crítica, que entendem que o currículo oculto contribui para a manutenção de desigualdades da sociedade capitalista. Para um aprofundamento e uma problematização dessa noção, cf. Silva (2011).

insuperáveis. Outra possível consequência seria a proliferação, nos meios educacionais, de mitos que carecem de sustentação científica, como a utilização de brinquedos ou outros artefatos que supostamente estimulariam o cérebro e, assim, trariam ganhos para a aprendizagem. De qualquer forma, a autora afirma que não se podem negar as possíveis contribuições das Neurociências para o campo educacional, lembrando que a Educação é uma área de interface, alicerçada em saberes oriundos de diferentes disciplinas (HARTT, 2008).

Ortega e Zorzanelli (2010) também apresentam ressalvas quanto à aproximação entre Educação e Neurociências. De acordo com os autores, uma das possíveis implicações da articulação entre as duas áreas é a aceitação acrítica da ideia de que o cérebro seria o único elemento em jogo nos processos de aprendizagem: assim, quem aprenderia seria um cérebro isolado do corpo, e não um sujeito inserido em um contexto histórico e social – o que constituiria uma concepção reducionista do ser humano. Outro problema, segundo os pesquisadores, é a proliferação de “neuromitos” – informações equivocadas sobre o funcionamento do cérebro e do sistema nervoso, as quais supostamente teriam embasamento neurocientífico, quando, de fato, são originadas a partir de interpretações equivocadas ou extrapolações indevidas de resultados de pesquisas científicas sérias. Os autores também incluem no rol de manifestações da Neuroeducação a “ginástica cerebral”, que propõe a realização de exercícios que supostamente melhorariam a concentração, a memória, a saúde e o desempenho do cérebro. Entretanto, assim como Hartt (2008), Ortega e Zorzanelli (2010) reconhecem que as interlocuções entre Educação e Neurociências têm potencialidades e não se limitam aos fenômenos por eles criticados.

Alguns dos pesquisadores entrevistados também mencionaram as críticas que têm recebido em função de suas tentativas de articular Educação e Neurociências. De acordo com um deles (P6), a crítica mais frequente é a de que essa nova área endossaria explicações que reduziriam os seres humanos à sua dimensão biológica. Para o professor, o problema dessa e de outras críticas é que elas normalmente são feitas por pesquisadores alheios aos conhecimentos neurocientíficos:

Pelo menos na área acadêmica, a ignorância é tão grande que, antes mesmo de tentar entender, já estão chamando de behaviorista, de determinista, que eu estou desconsiderando a cultura, o social, enfim. Tudo o que está na base do preconceito entre Ciências Humanas e Ciências Exatas e Biológicas, aquilo ali emerge absurdamente, e parece que você está querendo desconsiderar tudo.

[...] O que acontece no mundo acadêmico, que é esse rechaço, esse descrédito, o que é uma coisa bastante feia, se imaginar que isso vem de pesquisadores, aí o próprio Bourdieu explica melhor do que qualquer um: é disputa de poder de campo.

[...] A meu ver, esse posicionamento da comunidade acadêmica, principalmente dos educadores, é exclusivamente legitimação de campo de pesquisa. “Aqui é meu, não entra aqui!” Eu já ouvi coisas do tipo: “ah, no máximo, o que você vai fazer é mostrar que Piaget estava certo”. É uma miopia assustadora! Eu credito isso única e exclusivamente a relações de dominação e poder de campos de pesquisa. Eu não vejo nenhum motivo lógico, aparente, que leve a tamanho rechaço, entendeu? Porque, por exemplo, se o cara dissesse, se ele fosse contrário justamente porque ele compreende a dificuldade que tem de sair do modelo animal para o modelo humano, eu aceito que isso seja feito, mas não é o caso. Eles não têm a menor noção do que está sendo feito, mas já são contrários, porque é outra área chegando (P6).

O ceticismo quanto à circulação de saberes neurocientíficos no campo da Educação integra um conjunto mais abrangente de críticas que têm sido feitas às Ciências Biológicas, principalmente em função do desenvolvimento da Genética e das Neurociências. Algumas dessas críticas são internas ao campo biológico, tais como as que são feitas por Rose (1997). O autor entende que os recentes avanços do conhecimento neurocientífico têm reavivado explicações deterministas, nas quais os fenômenos humanos são reduzidos à sua dimensão biológica; desse modo, deixa-se de lado a análise de outros fatores que poderiam estar envolvidos nesses fenômenos, como os econômicos e socioculturais.

Para Rose (1997), explicações biológicas e sociais não são necessariamente incompatíveis, até porque o ser humano é dotado simultaneamente de uma dimensão biológica e uma dimensão social, as quais se articulam entre si. Entretanto, dependendo do contexto histórico e sociopolítico, pode-se dar uma ênfase maior a um ou outro tipo de conhecimento – independentemente de quão “objetivas” e procedentes sejam suas proposições. Em sociedades ocidentais contemporâneas, maior ênfase tem sido dada ao conhecimento biológico, com destaque para as Neurociências e a Genética. Dependendo da forma como esses conhecimentos são interpretados e utilizados, eles podem ter consequências drásticas, pois podem servir para legitimar desigualdades, preconceitos, problemas sociais (ROSE, 1997).

Com a expressão “determinismo neurogenético”, o autor denomina um tipo de explicação reducionista que busca identificar os genes, selecionados ao longo do

processo de evolução, que teriam afetado o cérebro e o comportamento humanos, atribuindo a esses genes o poder de *determinar* certas características. Essa perspectiva se proclama capaz de explicar, em termos biológicos, os mais diversos fenômenos, desde violência urbana até sexualidade, patologias, pobreza, dentre outros. De acordo com essa lógica, por exemplo, uma pessoa seria violenta por ter um “cérebro violento”, causado, por sua vez, por um “gene da violência”. Fundamental nesse tipo de explicação é a ideia de predestinação – ou seja, o pressuposto de que processos sociais complexos teriam sido determinados de antemão pela “natureza”. A administração desses processos não se daria pela mudança nas relações sociais, e sim pelo conformismo ou, em determinados casos, pelo uso de psicofármacos capazes de alterar certos estados. Desse modo, a resolução de problemas sociais complexos, que demandariam intervenções na estrutura da sociedade, se torna responsabilidade dos indivíduos, em função de supostas características biológicas suas (ROSE, 1997).

As críticas às Ciências Naturais têm sido bastante frequentes nas Ciências Humanas e Sociais. De acordo com Rose (2013), a partir da segunda metade do século XX, como consequência da associação entre Biologia e nazismo, as Ciências Sociais passaram a assumir uma atitude de reserva em relação às Ciências Naturais: a ênfase na dimensão biológica dos seres humanos se tornou sinônimo de conivência com a supremacia de certos grupos sobre outros. Mesmo assim, na Sociologia dos anos 1950 e 1960, ainda permanecia comum o uso de metáforas biológicas; exemplo disso é a presença de termos como “função” e “evolução” na obra do sociólogo Talcott Parsons (ROSE, 2013). Contudo, é nessa mesma época que passa a ganhar força a chamada “virada cultural” nas Ciências Sociais – perspectiva teórica que considera a cultura como um elemento *constitutivo* de todos os aspectos da vida social. Consolidou-se a crença de que a compreensão de determinado objeto não poderia ser alcançada à revelia dos significados culturais a ele atribuídos: a existência desse objeto só teria sentido a partir das formas como ele é significado em dada cultura. Entretanto, um efeito dessa nova perspectiva foi a tendência de certos teóricos sociais a negar a dimensão material do mundo, dando uma ênfase exacerbada à produção cultural de significados. A própria biologia, por exemplo, passou a ser considerada uma “construção social”, com uma importância praticamente nula na explicação de fenômenos humanos (ROSE, 2013).

Assim, dos anos 1970 em diante, tornou-se senso comum sociológico afirmar

que a ênfase na realidade biológica dos seres humanos necessariamente implicaria manifestações de machismo, racismo, determinismo, fatalismo: relações de poder seriam legitimadas a partir de uma concepção de natureza vista como imutável (ROSE, 2013). Representativa desse estilo de pensamento é a análise feita por Ribeiro (2003) acerca dos avanços na Genética e nas Neurociências. Com o desenvolvimento dessas áreas, o filósofo teme que explicações das Ciências Humanas sejam solapadas, caso se demonstrem as raízes supostamente biológicas de aspectos que têm sido compreendidos como frutos da educação ou da cultura. Isso poderia implicar, segundo o autor, um processo de “hiperbiologização” do homem: a dimensão sociocultural dos fenômenos humanos seria preterida, em detrimento de sua dimensão biológica, que seria a única privilegiada. Ribeiro compreende esse processo como uma grande ameaça às Ciências Humanas, defendendo que pesquisadores da área explorem esse cenário e descubram quais são os desafios com os quais estão sendo confrontados, para que possam lidar com eles (RIBEIRO, 2003).

Outras críticas ao conhecimento biológico são feitas por autores que associam o desenvolvimento das Neurociências à emergência de uma forma reducionista de compreensão do ser humano, denominada de “sujeito cerebral” (cf. ORTEGA; VIDAL, 2007; ORTEGA, 2008a; 2008b; 2009; EHRENBERG, 2009; AZIZE, 2010; 2011; ORTEGA; ZORZANELLI, 2010; VIDAL; ORTEGA, 2011). Trata-se de uma figura antropológica que incorpora a ideia de que o ser humano seria essencialmente redutível ao cérebro, de modo que nossas identidades, personalidades, comportamentos poderiam ser compreendidos e explicados unicamente a partir desse órgão. Azize (2011) lança mão de um exemplo hipotético que ajuda a elucidar essa compreensão reducionista do que é ser humano. Segundo o autor, se alguém recebesse a doação de um coração, de córneas, fígado ou rins, não haveria dúvidas de que essa pessoa continuaria a ser a mesma – ainda que passasse a portar um órgão de outro indivíduo. Entretanto, se recebesse um transplante cerebral (caso isso fosse possível), acreditar-se-ia que o receptor teria deixado de ser quem era para se tornar o doador, pois teria passado a viver com seu cérebro. Nesse caso, a identidade pessoal equivaleria a esse órgão.

Ortega e Zorzanelli (2010) alertam que o sujeito cerebral não consiste em uma entidade autônoma, dotada de vida própria e com capacidade de exercer efeitos sobre as coisas: trata-se de um conceito que se mostra profícuo para

compreender conhecimentos, formas de pensar, manifestações práticas e teóricas que pressupõem uma visão específica (e reducionista) do ser humano, baseada estritamente no cérebro. Essa visão está presente, por exemplo, em debates sobre morte cerebral; em concepções acerca de comportamentos, doenças e experiências; no já mencionado surgimento de áreas do conhecimento híbridas, situadas na interface com as Neurociências. Assim, para os autores, as interlocuções entre Neurociências e Educação constituiriam uma manifestação do sujeito cerebral, pois elas poderiam colaborar na disseminação de uma visão reducionista sobre o sujeito que aprende (ORTEGA; ZORZANELLI, 2010).

Todavia, existem indícios de mudanças nessa visão crítica e pessimista das Ciências Humanas e Sociais em relação às Ciências Biológicas, e a proposta de articulação entre Neurociências e Educação pode ser vista como um sintoma dessas mudanças. Já na década de 1980, Santos (2008) propôs a constituição do que ele chamou de um “novo paradigma científico”, de caráter fortemente interdisciplinar, no qual deixariam de ter sentido dualismos como “Ciências Naturais X Ciências Sociais” ou “natureza X cultura”. Em trabalho mais recente, Rose (2013) argumenta que os atuais avanços na pesquisa biológica têm demonstrado que concepções deterministas e reducionistas são insustentáveis do próprio ponto de vista biológico: há uma grande tensão entre, de um lado, estilos de pensamento vinculados a essas concepções e, de outro, estilos de pensamento que reconhecem a complexidade e o dinamismo dos fenômenos humanos. Portanto, admitir a dimensão biológica de determinada característica não equivale necessariamente a destino ou fatalidade, mas a uma possibilidade que pode se concretizar ou não, a partir das interações dos organismos vivos com os diferentes meios (intracelular, biográfico, social, cultural) em que estão inseridos. Para o sociólogo, o atual panorama das ciências está apresentando uma oportunidade única de as Ciências Humanas – com sua compreensão acerca dos modos como os indivíduos formam seu meio e são formados por ele, ao longo do tempo e do espaço – dialogarem com as Ciências Biológicas (ROSE, 2013).

Além disso, Rose (2013) argumenta que a virada cultural tem apresentado indícios de esgotamento: cientistas sociais estão passando a reconhecer que nossa realidade carnal não pode ser reduzida a noções vagas como “construção social”, de modo que é importante resgatar algum grau de materialidade em análises e teorizações da área – o que não implica que nos tornemos reducionistas ou

reacionários. É preciso levar em conta, pois, que a crítica ao determinismo biológico pode implicar seu extremo oposto, que é a negação total da dimensão biológica do ser humano. As Ciências Sociais também podem ser extremamente reducionistas em suas explicações, quando agregam os mais distintos fenômenos sob a ampla designação de “construções sociais” e desconsideram a possibilidade de haver fatores biológicos envolvidos nesses fenômenos. Como afirma Hacking (1999), a expressão “construção social” se tornou uma moda, sendo utilizada com os mais diferentes significados e para se referir a fatos bastante diversos. Muitos autores que se valem dessa expressão acreditam que ela tem um potencial libertador: se as “coisas” são “construídas socialmente”, em vez de serem dadas de antemão, elas podem ser transformadas. Contudo, nem sempre essa libertação ocorre: afirmar que uma doença mental, por exemplo, é uma “construção social” não traz necessariamente alívio para quem sofre seus efeitos (HACKING, 1999).

Ademais, como lembra Jacques (2010), a ideia de que a natureza é uma “construção social” é tão “socialmente construída” quanto a ideia de que a natureza tem existência concreta, objetiva e independente dos seres humanos. Para a autora, o argumento da “construção social” acaba por se assemelhar a uma série de bonecas russas, pois ele implica que sempre haja um “social” dentro do “social”. Outro problema apontado pela autora em relação ao construcionismo é o de que, nessa perspectiva, as Ciências Sociais se arrogariam uma posição de superioridade em relação aos demais campos do conhecimento, pois somente elas teriam condições de dizer qual seria o “verdadeiro” caráter da natureza, qual seria o “verdadeiro” caráter das teorias e dos objetos de estudo desses campos. Evidentemente, esse caráter seria o de “construções sociais” (JACQUES, 2010).

Nessa visão reducionista das Ciências Sociais – tão reducionista quanto o determinismo biológico –, nossa corporeidade, nossa dimensão orgânica podem se reduzir até o ponto de desaparecerem por completo (CAPONI, 2007). Na contramão de perspectivas simplistas, que privilegiam *ou* o biológico, *ou* o social, diversos autores têm enfatizado que natureza e cultura não consistem em polos opostos, e sim complementares, os quais se constituem em interações estabelecidas constantemente; logo, uma compreensão adequada do ser humano deve levar em conta tanto sua dimensão biológica quanto sua dimensão sociocultural (cf. ROSE, 1997; 2006; 2012; CAPONI, 2007; ROSE; 2013; ROSE; ABI-RACHED, 2013).

É justamente essa visão interacionista dos fenômenos humanos que foi

encontrada no material empírico analisado nesta pesquisa, conforme será discutido no próximo capítulo. Entretanto, cabe lembrar que em certos estilos de pensamento das Ciências Biológicas ainda podem persistir concepções reducionistas ou deterministas. Essa ressalva – encontrada, por exemplo, em trabalhos de Rose (2013) e Rose e Abi-Rached (2013) – está presente no comentário feito por uma pesquisadora entrevistada:

Acho que é complicado falar das Neurociências como uma coisa só. Tem tradições diversas, que vão mais de acordo com determinadas correntes. [...] O que eu estudo com [António] Damásio e [Roberto] Lent vai mais de acordo com o interacionismo, com a epistemologia genética, com a ideia de construção do conhecimento. Mas, ao mesmo tempo, tem neurocientistas, como o professor Ivan Izquierdo, que estão mais atrelados a uma visão mais empirista do conhecimento, que, em Psicologia, seria mais atrelado ao behaviorismo. Então, acho que depende do recorte que se faz dentro das Neurociências. Porque mesmo nelas não existe consenso geral de... Existem, claro, ideias gerais, mas tem minúcias que diferenciam e colocam mais próximo de uma ou outra corrente (P1).

O excerto transcrito acima permite concluir que essa modificação em estilos de pensamento biológicos tem ocorrido paulatinamente, sem que constitua um processo homogêneo. Até mesmo em outros trabalhos que abordem as interlocuções entre Educação e Neurociências, os quais não foram analisados aqui, podem ser encontradas manifestações desses estilos de pensamento. Portanto, a tese aqui defendida se aplica ao conjunto do material empírico obtido nesta pesquisa; faz-se necessário ter cautela ao extrapolar essa tese para quaisquer outros trabalhos produzidos na interface entre Neurociências e Educação, mesmo porque a análise aqui desenvolvida é de cunho qualitativo, sem a pretensão de criar argumentos que sustentem generalizações.

### 3 O TRÁFEGO DE ESTILOS DE PENSAMENTO ENTRE EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIAS: CONSIDERAÇÕES A PARTIR DO *CORPUS* DE ANÁLISE

*Grosso modo*, o tráfego de estilos de pensamento consiste no processo a partir do qual os saberes formulados por um coletivo se disseminam por outros grupos, gerando mutações em estilos de pensamento<sup>27</sup> (cf. FLECK, 2010). Assim, este capítulo aborda como tem ocorrido o tráfego de estilos de pensamento entre Educação e Neurociências, com base nos principais dados empíricos obtidos nesta pesquisa. Os dados são apresentados de acordo com as categorias de análise em que foram incluídos.

#### 3.1 NEUROPLASTICIDADE E RELAÇÕES ENTRE BIOLOGIA E AMBIENTE

Em seis entrevistas e 46 trabalhos analisados (52 fontes, para utilizar o jargão do QSR Nvivo), foram encontradas referências à neuroplasticidade e às relações entre as dimensões biológica e social dos seres humanos. *Grosso modo*, a neuroplasticidade consiste na capacidade que o sistema nervoso tem de se modificar a partir de situações de aprendizagem e experiências de vida. Para os pesquisadores, a adequada compreensão da estrutura e do funcionamento do sistema nervoso não pode se dar à revelia do entendimento das transações que se estabelecem entre biologia e ambiente, a partir das quais essas duas dimensões passam por modificações constantes. Trata-se de um argumento representativo dos novos estilos de pensamento que, segundo Keller (2010) e Rose (2013), estão emergindo de pesquisas biológicas recentes. Os excertos a seguir exemplificam esse argumento frequente no material empírico da tese:

It is quite clear [...] that experience (in interaction with genes and chance) shapes the human brain – that the process of education is inextricably linked to neural change (ANSARI; COCH, 2006: 146).

[...] un aprendizaje humano implica una transformación molecular ocurrida en las células involucradas (dependiendo del tipo de aprendizaje), que luego serán modificadas por nuevos aprendizajes, manteniendo con ello una secuencia de los cambios estructurales que se producen en los sujetos durante su vida. Son estos cúmulos dinámicos de aprendizajes que van modificando la biología del individuo (en la reciprocidad interior-exterior), hasta tal punto de modificar su propia expresión génica (FERRADA, 2009: 38).

---

27 A discussão sobre as mutações de estilos de pensamento será aprofundada a seguir.

One of the most influential understandings about the brain that has arisen from recent research is the concept of plasticity. This means that the brain is constantly changing and reorganizing itself [...]. Genetic instructions and life experiences constantly shape the brain. If disease or injury harms the brain, healthy areas may take over for damaged parts via neural rewiring. Similar rewiring takes place in the healthy brain during learning. Anything that is learned results in a physical change in the brain (HODGES, 2010: 6).

[...] não tem um cérebro solto, sem o resto do sistema nervoso, e não tem o sistema nervoso solto, sem o resto do corpo. Quer dizer, ele vai precisar das informações que vêm de todo o corpo, e vai responder e fazer o corpo reagir, quando ele está aprendendo, e ele está aprendendo no meio de um ambiente social, com questões emocionais, com questões cognitivas absolutamente misturadas, porque tu não exclus nem uma coisa, nem outra. Então, tu vais formando essa ideia de... Automaticamente, tu vais entendendo as coisas, tu vais juntando... Tu não consegues pensar num social separado! Nós temos um cérebro capaz de ser social, ele se desenvolveu há milhões de anos para ser o que a gente é – social! (P2).

É a constatação da neuroplasticidade que leva muitos autores a defender a possibilidade de aproximação entre Educação e Neurociências, visto que, por um lado, não há aprendizagem humana sem um aparato biológico apto para isso, e, por outro lado, esse mesmo aparato biológico sofre constantes modificações a partir da aprendizagem. Os pesquisadores reconhecem nesse fato um caminho para que Ciências Humanas e Biológicas dialoguem com suas teorizações, transformando o modo como natureza e cultura têm sido compreendidas. A própria emergência das interlocuções entre Educação e Neurociências constituiria uma “materialização” dessa proposta de diálogo entre os dois campos:

La plasticidad instaura una dimensión de apertura, un abanico de posibilidades que permite al sujeto pensar en múltiples ámbitos y niveles, en la complejidad, indeterminación e incertidumbre en la que se entreteje la construcción del sujeto y a partir de la cual es posible su reconceptualización [...] Representa, además, la posibilidad de superar la separación que ha caracterizado a la cultura occidental entre sujeto epistémico y sujeto empírico [...]. Esta separación se refleja en el campo cultural y educativo; por ejemplo, en la separación y a veces oposición entre humanidades y ciencias, entre ciencias naturales y ciencias humanas (GONÇALVES, 2012: 284).

[...] quem é da Neurociência entende e sabe quanto, do mesmo jeito que você tem toda uma parte biológica e genética responsável por seu comportamento, a gente sabe quanto o ambiente e as pressões sociais são tão ou mais relevantes que... Então, pelo menos a meu ver, [o campo de interlocuções entre Educação e Neurociências] é um campo de pesquisa especial para que se juntem as duas áreas. Essa é a minha crença maior, a minha expectativa maior (P6).

Os excertos acima também exemplificam a tendência vislumbrada por Rose (2013) em estilos de pensamento biológicos contemporâneos, conforme os quais a biologia é, muitas vezes, uma possibilidade, e não uma determinante: o fato de que situações de aprendizagem promovem modificações no sistema nervoso coloca em

xeque as pretensões do determinismo. Todavia, isso não significa que não haja certas limitações ou pré-condições biológicas, as quais não podem ser alteradas por meio da cultura ou da socialização. Segundo Keller (2010), existem aspectos que, a menos sob condições muito específicas, não são passíveis de mudanças, como a forma básica de nosso corpo, o número de dedos e de pernas ou a estrutura básica de outros órgãos vitais. Conquanto a autora reconheça a existência da plasticidade, ela lembra que certos traços são relativamente difíceis de serem modificados após o nascimento; outros se tornam muito pouco maleáveis após os seis primeiros meses de gestação, a infância ou a adolescência. Mesmo assim, esse pressuposto não constitui possibilidade de reavivamento do determinismo biológico, até porque as abordagens sociológicas – críticas do determinismo – dificilmente negariam a existência de condicionantes sociais que não podem ser modificados arbitrariamente por meio da ação individual.

Os limites da plasticidade são abordados em parte do material analisado. Para Seixas (2014), existem predisposições genéticas que definem regras e impõem limites ao desenvolvimento. Sigman *et alii* (2014) lembram que um bebê de seis meses não é capaz de desempenhar certas atividades e aprender certos conteúdos que crianças mais velhas desempenham e aprendem, e esse limite não é passível de ser transposto mesmo com o estímulo de pais e professores; o mesmo ocorre com os níveis de abstração matemática de que são capazes os humanos adultos (VILLARROEL VILLAMOR, 2009). Já Gonçalves (2012) afirma que é a própria estrutura do cérebro que determina o tipo de estímulos a que o indivíduo pode reagir em determinada etapa da vida:

Más allá de la dimensión biológica o neuronal, el concepto “plasticidad” expresa la tensión esencial entre la apertura y el cierre del ser humano, patente en el propio desarrollo del cerebro. En el cerebro existen elementos de rigidez y de plasticidad que se conjugan para facilitar el aprendizaje y el desarrollo. La plasticidad tiene una doble dimensión: por una parte, está condicionada; sin embargo, no está en absoluto determinada por la genética. Por otra, representa la apertura a la experiencia, a la posibilidad. [...] El cerebro no funciona ni con la rigidez que antes se le suponía ni con una flexibilidad a toda prueba. A pesar de su apertura a las influencias del medio, es su estructura la que define esa relación, determinando el tipo de estímulos al que puede reaccionar en un determinado momento. Es a partir de estas estructuras que reacciona al medio, a sus exigencias y solicitudes (GONÇALVES, 2012: 278).

[...] o cérebro é o órgão mais plástico que tem; então, é muito difícil... “Ah, é determinista”. Claro, a gente sabe que tem certas coisas que a possibilidade é maior, porque está ligada à questão genética, mas não quer dizer que vá acontecer (P5).

Outro limite se refere aos períodos sensíveis do desenvolvimento. Durante os primeiros anos de vida, o sistema nervoso é dotado de maior plasticidade: temos um maior número de neurônios e uma maior capacidade de estabelecer sinapses<sup>28</sup>, de modo que consigamos nos adaptar às exigências dos mais diversos tipos de ambiente em que poderemos estar inseridos. Em função disso, nessa fase temos uma maior capacidade de aprender novas línguas ou habilidades artísticas, musicais, corporais. Após essa etapa, passamos pelo processo de poda sináptica: as sinapses que não são utilizadas acabam sendo deixadas de lado, e as que são utilizadas passam por reforço. Logo, a infância é uma fase considerada estratégica para os processos educativos: assim como a criança pode aprender os elementos que, em determinado contexto, são considerados como relevantes para a vida em sociedade, ela também pode aprender aquilo que não é visto como moral, como correto, como ideal. Contudo, isso não significa que, após a infância, a plasticidade se esgote; pelo contrário, os adultos mantêm a capacidade de aprender, mesmo na velhice. O que os autores enfatizam é que, na infância, a plasticidade é maior, o que torna a aprendizagem um processo mais fácil (cf. SALAS SILVA, 2003; FERNÁNDEZ BRAVO, 2010; HODGES, 2010; MORALES SAAVEDRA; QUILAQUEO RAPIMÁN; URIBE SEPÚLVEDA, 2010; TAKEUCHI, 2010; CARVALHO, 2011; CODINA FELIP, 2014; HOWARD-JONES, 2014; SEIXAS, 2014; SIGMAN *et alii*, 2014).

Nesse sentido, o reconhecimento da maior plasticidade no período da infância tem, segundo alguns autores, implicações importantes para a educação. Professores, por exemplo, devem criar ambientes que estimulem a curiosidade das crianças, facilitando o aprendizado (cf. RUSHTON; JUOLA-RUSHTON; LARKIN, 2010). Os limites e as possibilidades de cada etapa do desenvolvimento devem ser observados no processo de ensino, de modo que não se subestimem nem se exagerem as capacidades das crianças (cf. SIGMAN *et alii*, 2014). Os autores também alertam ser necessário tomar cuidados com a alimentação, o sono e a saúde, tendo em vista que as privações sofridas nesse período da vida podem gerar lacunas difíceis de serem superadas em outras fases do desenvolvimento, como lembra uma das entrevistadas:

---

28 Em linhas gerais, as sinapses consistem em conexões estabelecidas entre neurônios. Os processos de aprendizagem implicam o estabelecimento de sinapses.

Quer dizer, isso faz uma diferença brutal, tudo! Tua alimentação, teu ambiente, é tudo! Vai impactar aqui [aponta para o cérebro]? Como não vai? Isso não é o ambiente? O ambiente é a comida, é a casa, é a família, é tudo! Tu vês que são coisas que é tão fácil dizer, “ah, não, tanto faz!”. Parece que tanto faz se nasceu com fome ou sem fome, ou se a gestação foi de qualquer jeito, que aí dá no mesmo... Claro que não! E aí, as doenças que vêm, as doenças que não são tratadas, e aquela pessoa vai dando para trás, dando para trás... Só o fato de estar sempre em casa porque está doente, ou se está doente e vai para a aula, já não vai poder aprender direito... E se não dorme, e se dorme numa bagunça... (P2).

O que fica evidente, pois, no conjunto do material empírico da tese é que o reconhecimento dos limites da plasticidade não implica a negação das interferências ambientais (que também têm seus limites): aspectos de ordem cultural, econômica e social são considerados de extrema importância para o desenvolvimento humano. Em relação a isso, alguns autores também mencionam a epigenética – *grosso modo*, termo que se refere à capacidade de o ambiente interferir na expressão dos genes, gerando modificações que podem ser transmitidas de uma geração para outra:

Recently, attention has been turning to the “epigenome”, the power of the environment to influence gene expression. Instead of genes being the central players of personality and functioning, it is the epigenome that plays a central role. The epigenome, how gene expression is influenced by experience, has become a causal nexus for evolution. Epigenetics is demonstrating that an organism’s physiological and psychological functions are influenced by the environment from conception, if not before in grandparental experience. For example, when mothers are severely anxious during pregnancy, cortisol levels increase in the mother and correspondingly in the fetus, leading to an irritable, stress-reactive child, increasing risk for emotional problems at four years of age and hyperactivity in boys at four years. Characteristics that used to be considered related to a gene-based temperament or even moral character are understood to be epigenetic or the results experience during sensitive periods (NARVAEZ, 2012: 146).

A educação é uma coisa muito mais ampla, e a Neurociência pode ser um contributo, diante de algumas, digamos assim, elucidações, mas não é um determinismo. Mesmo porque já se sabe hoje que tem áreas como a epigenética, que, assim, é uma área que eu gosto muito; eu não tenho muito conhecimento, já li alguma coisa sobre a área; fui a alguns congressos em que estava o pai da epigenética, que é o professor Moshe [Szyf], do Canadá. Mas, assim, mesmo que se tenha o gene, não quer dizer que a expressão desse gene vá ocorrer; então, está bem longe de um determinismo (P5).

Portanto, com base nas entrevistas realizadas e nos trabalhos analisados, torna-se difícil sustentar que as interlocuções entre Neurociências e Educação constituem uma nova forma de determinismo biológico, que pressuporia uma visão reducionista do ser humano – o “sujeito cerebral” – e deixaria de lado a análise de aspectos de ordem cultural e socioeconômica, tal como acreditam autores como Hartt (2008) e Ortega e Zorzanelli (2010). Muitos dos argumentos defendidos nessa nova área seguem, por exemplo, a mesma direção de estudos de Sociologia da

Educação, que já tratavam dos efeitos que privações ligadas à pobreza poderiam exercer sobre o aprendizado. Além disso, em seu trabalho clássico sobre Sociologia do Conhecimento, Berger e Luckmann (2008)<sup>29</sup> já enfatizavam que há limites biológicos para os processos de aprendizagem que transformam um indivíduo em um membro da sociedade: um bebê recém-nascido não é capaz de aprender o que uma criança de cinco anos consegue, independentemente da cultura. Os autores também se referem à plasticidade do organismo humano, que se molda a partir das interferências ambientais. Em uma perspectiva similar à dos autores envolvidos nas interlocuções entre Educação e Neurociências, Berger e Luckmann entendem que existe uma relação dialética entre natureza e sociedade:

Os fatores biológicos limitam a gama das possibilidades sociais abertas a qualquer indivíduo, mas o mundo social, que preexiste a cada indivíduo, por sua vez impõe limites ao que é biologicamente possível para o organismo. A dialética manifesta-se na limitação *mútua* do organismo e da sociedade (BERGER; LUCKMANN, 2008: 237).

Logo, os trabalhos produzidos na interface entre Neurociências e Educação não pretendem substituir o conhecimento tradicionalmente produzido pela pesquisa educacional; pelo contrário, a proposta é de agregar *mais uma* perspectiva aos conhecimentos desse campo, levando em conta a dimensão biológica do ser humano:

As pesquisas em Educação mostraram, há tempos, a influência das relações professor-aluno-saber, bem como a dependência do contexto familiar, escolar e social nos processos de ensino e aprendizagem. Sendo assim, ressaltamos que, de maneira alguma, queremos reduzir a complexidade envolvida nos processos educacionais a elementos neuronais.

Entretanto, deve-se concordar que toda vez que se fala em aprendizagem, direta ou indiretamente, fala-se sobre o desenvolvimento do cérebro. Ou seja, todo processo educacional está íntima e fortemente ligado a mudanças no córtex, de modo que a investigação acerca dos diferentes processos de aprendizagem proporciona a conexão ideal entre Educação e Neurociências (BROCKINGTON, 2011: 23).

Todavia, apesar das propostas de aproximação entre Ciências Humanas e Biológicas, bem como do questionamento das fronteiras entre natureza e cultura, o

---

29 A abordagem sociológica do conhecimento de Berger e Luckmann não está limitada à análise do conhecimento científico, mas a todas as formas de conhecimento que têm importância na vida social, isto é, que constituem a realidade em que os homens vivem. Nesse sentido, os autores entendem que normas de comportamento, valores morais, costumes, dentre outros aspectos, constituem um tipo de conhecimento socialmente compartilhado, o qual norteia as ações individuais (cf. BERGER; LUCKMANN, 2008).

que foi percebido na grande maioria dos trabalhos analisados é a dificuldade em efetivamente produzir pesquisas *empíricas* articulando as duas grandes áreas – a despeito dos trabalhos bibliográficos que demonstram as possibilidades de diálogo entre teorizações dos dois campos. Tal dificuldade é entendida, nesta tese, como um efeito da própria criação de fronteiras entre natureza e cultura, uma vez que as Ciências Biológicas e as Ciências Humanas se erigiram justamente sobre essas fronteiras: a natureza enquanto domínio de responsabilidade das áreas biológicas e a cultura (bem como a educação, a socialização e tudo aquilo que é considerado como *nurture*, como criação dos homens) enquanto domínio das áreas humanísticas e sociais (cf. KELLER, 2010; ROSE, 2013).

A separação entre esses dois domínios não constitui um fenômeno recente, pois ela pode ser encontrada até mesmo nos tempos bíblicos, como afirma Maia:

Há duas categorias ontológicas que servem de base – já arcaica – para a compreensão humana do mundo: Sociedade e Natureza. De um lado, encontra-se a existência humana, de outro, todas as demais entidades que povoam esse mundo. Nessa separação, o *Homo sapiens* ganha um diferencial, recebe uma proeminência que o apresenta como personagem destacado no drama que se desenrola no mundo. Torna-se o centro das meditações, ocupa a posição de protagonista no cenário que já estava presente no aforisma platônico “o homem é a medida de todas as coisas” e permanecerá em circulação pelos tempos bíblicos nos quais o trabalho da divindade é coroado pelo surgimento mítico deste Ser. Ao acompanhar essa divisão ontológica faz-se sua consequência direta: a separação cognitiva dos saberes que se constituíram sobre tal dicotomia. São duas formas de conhecimento: um, sobre a natureza e outro, sobre o Ser Social. Um saber que especifica aquilo que é do homem e, outro, que se dedica aos demais entes naturais, animados ou não (MAIA, 2012: 51).

Para o autor, os saberes sobre a natureza buscariam desvendar relações de causalidade entre os elementos naturais, desconsiderando a influência humana. Logo, tratar-se-ia de um saber objetivo, pois o conhecimento emergiria de uma natureza entendida como objeto dado de antemão. Já o conhecimento sobre a sociedade buscaria compreender as intenções que regem a ação humana nas relações sociais, isto é, estaria preocupado com elementos de ordem subjetiva: assim, o ser humano seria simultaneamente objeto e sujeito de conhecimento (MAIA, 2012).

Ao tratar do que em língua inglesa se denomina de debate *nature X nurture*<sup>30</sup>, Keller (2010) também afirma que as discussões sobre esses dois domínios têm

---

30 O termo *nurture* tem um significado abrangente, podendo se referir ao ambiente, às experiências

sobrevivido à passagem dos séculos, perpassando diferentes sociedades. Na Grécia Antiga, por exemplo, já se travavam discussões sobre *physis* (a natureza eterna, aquilo que é) e *nomos* (leis, hábitos, costumes); sobre *sumphuton* (inato, interno, nativo) e *epikteton* (artificial, adquirido). Para Keller, há quem entenda que até mesmo William Shakespeare, no século XVII, teria abordado o debate em questão. Entretanto, a autora suspeita dessas formas de interpretar o passado, tendo em vista que elas pressupõem um estilo de pensamento para o qual natureza e cultura já seriam domínios distintos, opostos. Na contramão dessa perspectiva, Keller entende que, antes do século XIX, não se usavam os termos *nature and nurture* como uma disjunção, como polos que se contrapõem; eles eram utilizados separadamente, mas sem que formassem uma dicotomia. Nesse período, *nature and nurture* eram vistas como dimensões complementares; para Shakespeare, por exemplo, a função da educação era *nurture nature*, isto é, cultivar a natureza: era nossa dimensão biológica que nos tornava educáveis, treináveis, “cultiváveis” (KELLER, 2010).

A visão de natureza e cultura como dimensões alternativas ou até mesmo opostas uma à outra se tornou lugar-comum apenas no último terço do século XIX, com os trabalhos de estudiosos naturalistas como Francis Galton e Charles Darwin. A partir desses trabalhos, introduziu-se, no vocabulário de língua inglesa, o termo “hereditariedade”, o qual foi tomado emprestado do francês e recebeu um novo significado: não eram mais a lei, os costumes, os valores religiosos ou o código civil o veículo de herança, mas o corpo. O conceito de hereditariedade começou a assumir seu significado moderno, fazendo referência não à herança externa, que deveria ser adquirida, mas a um traço biológico, transmitido pelo próprio substrato biológico do homem. Keller (2010) sugere que a internalização da hereditariedade foi a responsável pelo alinhamento da concepção de inato, de congênito, com a de hereditariedade, que passou a ser vista como algo natural.

Desse modo, transformaram-se as concepções de natureza e cultura e consolidou-se uma forma de compreensão e uso dos termos que, em alguma medida, permanece até hoje: o inato se tornou equivalente de hereditário, de natural, enquanto o adquirido passou a ser atribuído ao ambiente. Antes disso, a distinção entre inato e adquirido era marcada por um evento temporal, o nascimento: o inato

---

de vida, ao que é aprendido, ao que é criado e cultivado pelos homens. Nesta tese, a expressão foi traduzida livremente por “cultura”, uma vez que esse é o termo mais utilizado em língua portuguesa nas discussões sobre o tema.

não era exatamente algo “natural”, mas algo que a pessoa trazia consigo, como a herança de bens materiais. Com a consolidação do debate *nature X nurture*, a distinção passou a ser feita a partir de outro eixo, o externo e o interno – dimensões que exerceriam diferentes tipos de influência. A nova concepção de hereditariedade também adicionou outro componente às relações entre natureza e cultura: elas passaram a ser vistas como polos opostos, alternativos, em competição; a natureza dizia respeito a aspectos internos, hereditários, e a cultura dizia respeito a aspectos externos, adquiridos (KELLER, 2010).

Essa nova concepção teve efeitos sobre duas áreas do conhecimento que se consolidaram como ciências no século XIX: a Biologia e a Sociologia. Ao tratar do caso dessa última área, Rose (2013) afirma que, desde sua gênese, a Sociologia foi assombrada pela Biologia, entendida, aqui, de duas formas: enquanto disciplina científica e enquanto realidade inexorável dos homens, que são seres que nascem, vivem, adoecem e morrem. Em função disso, a Sociologia realizou um duplo movimento: por um lado, a tentativa de se diferenciar da Biologia, afirmando a especificidade das relações entre os seres humanos – o que, conseqüentemente, demandaria a constituição de uma disciplina com estatuto metodológico próprio, de modo a compreender adequadamente essas relações; por outro lado, a tentativa de modelar a Sociologia a partir da Biologia, compreendendo a sociedade como um grande organismo vivo, formado por diferentes partes, responsáveis por diferentes funções (ROSE, 2013).

Representativa do primeiro movimento é a tradição inaugurada por Max Weber, com sua ênfase nos sentidos atribuídos pelos sujeitos a suas ações. Já o trabalho de Émile Durkheim exemplifica a segunda tradição, com sua proposta de estudar os “fatos sociais” como se fossem “coisas”, passíveis de serem observadas e mensuradas. Contudo, em ambos os casos, a “natureza” foi entendida como um domínio cuja compreensão era de responsabilidade da Biologia, o que levou à solidificação das fronteiras entre natureza e cultura – as quais, a despeito de sua arbitrariedade e dos questionamentos que recebem, têm funcionado relativamente bem, gerando dificuldades em sua superação (RIBEIRO, 2003).

Esses empecilhos, presentes nas interlocuções entre Neurociências e Educação, são percebidos pelos próprios autores que têm trabalhado na intersecção entre as duas áreas. A próxima seção aborda esse dilema, que constitui outra das categorias de análise da tese.

### 3.2 DESAFIOS E PROBLEMAS DA ARTICULAÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

Os desafios e problemas encontrados na articulação entre Educação e Neurociências foram abordados por seis dos sete pesquisadores entrevistados, além de 45 trabalhos selecionados para análise, totalizando 51 fontes. Um desses problemas se refere aos conceitos elaborados por cada área, que podem ser incomensuráveis. Por exemplo, o que a Educação entende por “ambiente” ou “aprendizagem” pode diferir do que as Neurociências compreendem por isso:

Every science evolves an appropriate vocabulary that supports meaningful generalizations within the domain of study while avoiding irrelevant distinctions. The vocabulary of education supports the description of learning as it occurs inside and outside classrooms. Neuroscience is a lower level science than education, and its vocabulary is therefore too microscopic to support useful generalizations for education. If educational terms of proven value at the level of behavior and practice were replaced by clusters of neuroscience terms specifying neurotransmitters, cell types, brain areas, genetics, and so forth, the result would be too cumbersome to be a useful description of classroom learning (VARMA; MCCANDLISS; SCHWARTZ, 2008: 142).

The differences in the vocabularies of education and neuroscience might ultimately be too great to allow multidisciplinary theorizing. The vocabulary of education belongs to the social sciences and includes mental terms such as understanding and identity. It is tailored for the description of behavioral phenomena — both psychological and social. By contrast, the vocabulary of neuroscience belongs to the biological sciences. It includes material terms such as hemodynamic response and white matter tract. It is tailored for the description of physical phenomena. These differences are problematic (VARMA; MCCANDLISS; SCHWARTZ, 2008: 143).

The language and concepts of neuroscience and education are very different and even some basic terms such as “learning” mean different things when used in an educational or neuroscientific context (HOWARD-JONES; FENTON, 2012: 126).

Para as Neurociências, por exemplo, aprendizagem e memória são tidas como sinônimos: existe a aceitação geral entre os neurocientistas de que temos diferentes sistemas de memória, e a aprendizagem, enquanto formação de memórias (i.e., aquisição, armazenamento e evocação de informações), ocorre a partir de mudanças nas conexões entre neurônios. Os sistemas de memória podem ser classificados em declarativos e não declarativos. O primeiro tipo se refere à capacidade de expressar verbalmente fatos e eventos, e é justamente por isso que essas memórias são denominadas de declarativas. Já o segundo tipo diz respeito a habilidades que desempenhamos de modo “automático”, como andar de bicicleta, tocar um instrumento musical, desempenhar uma atividade física ou dirigir um automóvel – habilidades essas que não podem ser expressas de modo verbal, ou

seja, não podem ser declaradas. As memórias declarativas são, por um lado, mais fáceis de serem adquiridas, mas, por outro lado, também são mais fáceis de serem esquecidas, ao contrário das não declarativas, que demandam maior tempo e treino para sua aquisição, conquanto sejam mais duradouras (cf. HOWARD-JONES, 2008; HODGES, 2010; LALANCETTE; CAMPBELL, 2012).

Ainda sobre o conceito neurocientífico de aprendizagem, Brockington (2011) lembra que, quando se fala em aprendizado, é preciso fazer referência às conexões estabelecidas entre neurônios:

Hoje, de acordo com a literatura, está bastante claro que a experiência, combinada com fatores genéticos e biológicos, molda o cérebro humano, de modo que qualquer tipo de aprendizagem está intimamente ligado a mudanças neurais (Kandel 2000; Gazzaniga, Ivry et al., 2007). Assim, a aprendizagem, de maneira geral, diz respeito a alterações na conectividade entre os neurônios, seja por meio de mudanças na potencialização das sinapses ou por meio do reforço de conexões. Um ensino eficaz, então, afeta diretamente as funções cerebrais. Neste sentido, a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos externos, fortalecendo algumas sinapses e enfraquecendo outras. Desta maneira, os diferentes padrões de atividade neural podem ser pensados como correspondentes a diferentes estados mentais ou representações mentais (BROCKINGTON, 2011: 23-24).

Já na Educação, o termo “aprendizagem” recebe significados muito distintos, de acordo as diversas perspectivas teóricas que constituem a área. Além disso, como lembra Howard-Jones (2008), os professores que atuam em sala de aula criam suas próprias concepções acerca do que seja a aprendizagem, as quais podem não ter validação empírica – o que, de ponto de vista neurocientífico, é considerado um problema:

Educational ideas about learning are diverse and eclectic in their origins. They are the product of a variety of different processes and forces, including those arising from theoretical educational and psychological traditions, and other culturally transmitted ideas from within and beyond the teaching profession. The lack of consensus and shifting values within the institutions of education also ensure diversity amongst teachers' individual beliefs. Teachers' personal beliefs develop through an accrued professional understanding and do not usually require empirical validation. A teacher's beliefs may not always be reflected in their practise or their justification for it, and neither of these is immune from pragmatism and the pressures of political expediency (HOWARD-JONES, 2008: 366).

Ainda segundo o autor, outro termo que é compreendido de modos distintos por ambas as áreas é “ambiente”. Para as Neurociências, o ambiente se refere a uma escala menor, caracterizada por fatores biológicos, que incluem, por exemplo, nutrição e oxigênio. Já para a Educação, o ambiente abrange influências culturais,

escolares e socioeconômicas; logo, diz respeito a uma escala mais ampla (HOWARD-JONES, 2008). Essas incompatibilidades conceituais remetem ao problema das diferenças entre as metodologias utilizadas por cada área: uma vez que a noção neurocientífica de ambiente remete a uma escala que não é passível de visualização a olho nu, as pesquisas nesse campo têm de se valer de complexas tecnologias de imageamento cerebral, as quais são utilizadas em situações que requerem um controle extremo das variáveis que podem interferir na condução dos estudos:

Another obstacle is represented by the constraints placed on educationally relevant research by the available neuroscientific methods. Most of the available neuroimaging methods available require participants to sit still and to respond to tightly controlled stimuli via button presses. Such experimental environments hardly resemble the complex environments in which both children and adults learn. Thus, a major challenge for neuroeducation is to develop methods that allow for ecologically valid measurements of brain activation of educationally relevant processes and to examine how and to what degree neuroimaging data relate to learning in the classroom (ANSARI; DE SMEDT; GRABNER, 2012: 113).

O desenvolvimento das pesquisas em Neurociências, pois, demanda a elaboração de variáveis bem delimitadas e controladas, a serem testadas em ambientes artificiais de laboratório, os quais dificilmente correspondem aos contextos reais de aprendizagem, como as salas de aula. Além disso, muitos estudos neurocientíficos são produzidos com modelos animais, gerando resultados que exigem cautela ao serem extrapolados para seres humanos. Essas diferenças metodológicas acabam constituindo limites difíceis de transpor na realização de estudos que articulem Neurociências e Educação:

[...] the scale of investigation of the two disciplines also differs significantly [...]. Neuroscientists, on the one hand, can conduct investigations at several levels, which vary from examining the role of individual genes and proteins to the study of the whole brain, whereas investigations in education are likely to begin at the level of an individual child (DEVONSHIRE; DOMMETT, 2010: 350).

Diferentemente das pesquisas em Neurociência, as variáveis associadas aos fenômenos educacionais não são bem definidas. Os problemas tratados na Educação têm um grau de complexidade inerente a este campo, que é uma amálgama de elementos pertencentes ao contexto social, econômico, cultural, biológico etc. A sala de aula, em última instância o laboratório de um Educador, onde surgem nossas questões e onde testamos nossos modelos, está longe de ser tratada de maneira controlada como se faz nos experimentos em Neurociências (BROCKINGTON, 2011: 15).

Em face a essas dificuldades técnicas, grande parte das tentativas de pesquisa de cunho educacional, que utilizam os métodos de pesquisas em Neurociência, acaba sendo totalmente artificial. Isto porque a metodologia usada nesta área obriga, necessariamente, que haja uma limitação aos tipos de questões a serem investigadas, acabando por eliminar grande parte dos elementos envolvidos em uma situação real de um processo de ensino/aprendizagem (BROCKINGTON, 2011: 18).

A pesquisa básica, a pesquisa neurocientífica, ela precisa ser mais controlada, e o comportamento humano... É complicado, porque se eu te disser que... Eu estou falando aqui contigo de modo informal... Mas será que eu estou sendo clara no que eu estou querendo dizer, será que não estou usando termos que não são muito didáticos, que podem confundir a mensagem? Essa avaliação que amanhã eu poderia te passar de outra maneira, e que outro professor poderia te dizer de uma forma bem diferente, outro pesquisador da mesma área... Terá sempre uma variação enorme; por isso, a preocupação em dizer que a Neurociência não pode chegar e dizer assim: “não, agora tu vais ter que dar aula desse jeito, e não desse” (P2).

As diferenças metodológicas entre as áreas geram outro empecilho para o diálogo entre Educação e Neurociências: a dificuldade de compreensão, por parte de um campo, dos referenciais teóricos e dos métodos de pesquisa dos quais o outro campo se vale para a produção de conhecimento, bem como dos critérios utilizados por cada área para validar suas pesquisas. Uma entrevistada revelou sua surpresa com o fato de que – no seu entendimento – pesquisas das Ciências Humanas com pouca ou nenhuma representatividade estatística dão origem a generalizações indevidas. Ademais, na concepção da pesquisadora, as Ciências Exatas e Naturais trabalham com “certezas” provisórias, passíveis de questionamento e transformação, enquanto certos pressupostos das Ciências Humanas são, muitas vezes, tomados como verdades absolutas:

Agora, se eu me basear só em um estudo de caso, ou em um relato, na história de um ou dois ou três alunos, ou crianças, ou seja lá o que for, e dali eu concluo que aquilo realmente serve para todo mundo... A área de cá [as Neurociências] não pode aceitar isso, não é evidência... Extrapolação de cem já é pouco, de mil já é pouco! É claro que não é fácil fazer uma pesquisa com mil, mas se tu vais considerar essas pesquisas que existem aí, com milhares e milhares de pessoas, são muito difíceis, ou tu fazes essas metanálises, que tu vais pegar uma quantidade de pesquisas já feitas para ver, afinal de contas, para aquela questão, o que realmente dá para dizer até agora... E, mesmo assim, sempre vai poder ser diferente, sempre vai poder mudar. A ciência tem isso, amanhã pode não ser mais nada disso do que a gente está dizendo. Então, por incrível que pareça, isso é um paradoxo. Porque quando se diz, “não, isso é científico”, “ah, então, é porque é, é verdadeiro”, e não, exatamente, não é isso, amanhã pode não ser mais, amanhã pode ser muito diferente, ou um pouco diferente. Agora, nas áreas humanas, que deveria ser, assim, “não tem como”, parece até que... Por poucas evidências, são aceitas coisas que... Não sei como conseguem aceitar assim tão facilmente. Não desfazendo o trabalho da pesquisa, mas a extrapolação completa, é a mesma coisa que dizer assim: “funcionou com meu filho, tem que funcionar para todo mundo”. Então, isso bate uma área com a outra, um pouco (P2).

Outras críticas encontradas dizem respeito à relativa ausência de estudos quantitativos em Educação, a partir dos quais seja possível fazer inferências para populações maiores. O excerto a seguir exemplifica esse tipo de posicionamento:

No que diz respeito ao confronto entre os diferentes tipos de ensino, constata-se que a escola ensina ciências, matemática e línguas de modo nada científico. Abundam métodos pedagógicos discordantes, mas inexistente a prática de confronto experimental entre suas distintas eficácias. O ensino é quase sempre fundado em opções teóricas, tradições, ideologias ou opiniões qualitativas. Ainda está por se construir uma ciência educacional capaz de ser testada e continuamente melhorada de forma empírica e quantitativa (RIBEIRO, 2013: 10).

Na mesma direção, Mogollón (2010) afirma que, a despeito dos avanços das pesquisas em Educação no que tange à compreensão da aprendizagem humana, essas pesquisas se apoiam em evidências empíricas limitadas, não permitindo fazer predições ou generalizações:

Es necesario mencionar que desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días, los avances mostrados por las ciencias de la educación en comprender el aprendizaje del ser humano son innegables. Sin embargo, todavía no se puede decir, con certeza, que estos avances se inserten con fundamento y rigor científico. Aún se está lejos de hacer predicciones y controlar los aprendizajes que se manifiestan en los estudiantes, así como de dotar de capacidad suficiente a docentes basados en resultados aislados del que enseña. He aquí un desafío a enfrentar las ciencias de la educación para este siglo (Waldegg, 2003). Las teorías del aprendizaje han avanzado (caracterizando comportamientos, prácticas, conductas) y han presentado algunas propuestas para la facilitación de la enseñanza y el aprendizaje. No obstante, muchas de estas propuestas se han apoyado en evidencias empíricas (limitadas) para un corto plazo, las cuales reducen las posibilidades de reproducir estas prácticas o eludir las indeseadas. La existencia de tan diversas teorías, para discernir sobre los mismos fenómenos, indudablemente, ha dado una clara muestra de incertidumbre en los enfoques presentados (MOGOLLÓN, 2010: 114).

De fato, críticas à escassez de estudos quantitativos em Educação – com base nos quais seja possível obter dados generalizáveis – são feitas até mesmo por autores da área. Mesmo que essas críticas sejam elaboradas com base em referenciais diferentes dos Estudos da Ciência, cabe mencionar aqui algumas delas, para verificar como os posicionamentos de alguns autores do campo educacional podem convergir, em alguma medida, com aqueles de pesquisadores vinculados às Neurociências. Para Gatti (2001), por exemplo, no campo da Educação são frequentes as críticas à pesquisa quantitativa. Porém, a autora entende que essas críticas são feitas, na maioria das vezes, à revelia do conhecimento adequado dos princípios dessa modalidade de pesquisa, sem levarem em conta que quantidade e

qualidade não se opõem, mas se complementam<sup>31</sup>. Essas críticas são sintomáticas de deficiências que a pesquisadora acredita haver na formação do pesquisador em Educação, tanto em relação à pesquisa quantitativa quanto à pesquisa qualitativa. Em função dessas deficiências, são realizados, por exemplo, estudos com amostras arbitrárias, os quais muitas vezes se limitam à mera descrição de situações observadas, sem uma análise teoricamente fundamentada (GATTI, 2001).

Outro autor do campo educacional que discute esse tema é Ferraro (2012). O pesquisador afirma que o grande desenvolvimento das abordagens qualitativas na pesquisa educacional ocorreu à revelia do conhecimento dos princípios da pesquisa quantitativa. Essa ênfase na pesquisa qualitativa gerou alguns problemas, como a realização de críticas improcedentes a estudos quantitativos (e.g., a ideia de que esses estudos seriam “conservadores”) e a dificuldade de formular e interpretar estatísticas elementares (FERRARO, 2012).

Entretanto, essas críticas não podem ser extrapoladas às Ciências Humanas como um todo, tendo em vista que em áreas como a Ciência Política e a Sociologia existe a tradição de desenvolvimento de estudos quantitativos. Ademais, na perspectiva dos Estudos da Ciência, a distinção entre pesquisa qualitativa e quantitativa não justifica a hierarquização das áreas do conhecimento: trata-se de procedimentos de pesquisa que pressupõem diferentes concepções acerca do que seja uma forma de conhecimento científico válida. O que caracteriza as ciências é justamente a heterogeneidade de metodologias e de práticas; portanto, os Estudos da Ciência se opõem à legitimação global de uma racionalidade científica considerada como a única possível, como se ela tivesse “vida própria” e não fosse elaborada por meio de um processo coletivo e arbitrário. Logo, as distinções valorativas entre Ciências Naturais e Humanas – baseadas nas diferenças teórico-metodológicas dessas áreas – não fazem sentido para os Estudos da Ciência (WORTMANN; VEIGA-NETO, 2001).

Contudo, de modo geral, o que foi verificado na maior parte do material analisado é que existe a defesa da integração de abordagens qualitativas e quantitativas, como na citação a seguir:

---

31 Nas palavras da autora, “[...] de um lado a quantidade é uma interpretação, uma tradução, um significado que é atribuído à grandeza com que um fenômeno se manifesta (portanto é uma qualificação dessa grandeza) e, de outro, ela precisa ser interpretada qualitativamente, pois sem relação a algum referencial não tem significação em si” (GATTI, 2001: 74).

[...] a pesquisa de base neuro-educacional comportaria um vasto campo de investigação – de naturezas quantitativas, qualitativas, empíricas e inclusive etnográficas (ZARO *et alii*, 2010: 205).

Ademais, em um dos trabalhos analisados (ANSARI; DE SMEDT; GRABNER, 2012), os autores lembram que, muitas vezes, nem mesmo as pesquisas neurocientíficas geram resultados passíveis de generalização. Devido à sua complexidade e aos altos custos que envolvem, estudos da área são feitos com amostras pouco expressivas, as quais não são representativas da diversidade cultural e socioeconômica:

Another methodological challenge is represented by current sample sizes used in neuroscientific research as compared to educational research. Most neuroimaging studies have relatively small sample sizes. A sample of 20 participants in an fMRI study is considered to be a large sample size. Such small sample sizes are justified by the enormous number of data collected during one imaging session and by the costs involved in conducting functional neuroimaging research. This, of course, poses a number of problems for the representativeness of neuroscientific findings. First of all, small sample sizes compromise the degree to which results can be generalized. Often, samples are drawn from populations that are not representative of variability in socio-economic status and, moreover, do not reflect international differences in education opportunities. Currently, cognitive neuroscience is far from being a science that has produced evidence that can be generalized across cultures while, at the same time, the effects of culture on brain function are being revealed (ANSARI; DE SMEDT; GRABNER, 2012: 13).

Nesse sentido, embora diversos autores pesquisados defendam explicitamente a integração de abordagens qualitativas e quantitativas, bem como de trabalhos oriundos de diferentes áreas do conhecimento, cabe perguntar: até que ponto as disputas acadêmicas e as hierarquias entre Ciências Humanas e Biológicas não continuam exercendo influência sobre as interlocuções entre Neurociências e Educação, a despeito da defesa do diálogo entre as duas áreas? Trata-se de um problema que tem sido debatido pelos próprios autores desse campo de interlocuções. No âmbito dos trabalhos analisados, foi verificada a preocupação de deixar claro que as Neurociências não estão declarando hegemonia sobre a compreensão da aprendizagem humana – fenômeno que, pela diversidade de fatores que envolve, deve levar em conta as contribuições de diversas áreas do conhecimento. Também é reconhecida a necessidade de que não só a Educação se aproprie de saberes neurocientíficos mas também as Neurociências se apropriem de saberes da Educação: ao entrar em contato com teorias educacionais relevantes para a compreensão do comportamento humano e ao se inteirar das necessidades enfrentadas por professores em seu trabalho, neurocientistas podem desenvolver

estudos que efetivamente façam sentido para o campo educacional, formulando problemas de pesquisa que possam gerar resultados profícuos para essa última área. A postura de respeito e entendimento mútuos em relação às teorias e metodologias de cada campo também é defendida, visto que, sem o reconhecimento e a compreensão das particularidades de cada área, o diálogo defendido se torna inviável. Desse modo, é bastante frequente nos materiais analisados o uso de metáforas como “ponte”, “via de mão dupla” e “comunicação bidirecional”, como referência à necessidade de que haja trocas efetivas entre Educação e Neurociências (cf. ANSARI; COCH, 2006; KATZIR; PARÉ-BLAGOEV, 2006; VARMA; MCCANDLISS; SCHWARTZ, 2008; CAREW; MAGSAMEN, 2010; TOMMERDAHL, 2010; ANSARI; COCH; DE SMEDT, 2011; ANSARI; DE SMEDT; GRABNER, 2012; HOWARD-JONES, 2014).

No que tange aos pesquisadores entrevistados, a postura verificada oscilou entre a defesa de que os neurocientistas se apropriem de conhecimentos das Ciências Humanas e o ceticismo de que isso possa, de fato, acontecer. Convém reproduzir alguns excertos das entrevistas, os quais, embora sejam longos, permitem vislumbrar como os pesquisadores têm percebido e vivenciado a relação entre Ciências Humanas e Biológicas em seu cotidiano acadêmico:

Olha, impossível, eu acho que [o diálogo entre as áreas] não é, acho que tem possibilidades, mas eu vejo as Neurociências como uma área bastante fechada, principalmente para o que vem de Humanas. Acho que é uma dificuldade muito grande, nesse sentido de... Acho possível, sim; tem possibilidade, seria bacana, mas não vislumbro com muita facilidade [risos]! Acho que o contrário é mais plausível (P1).

O que eu vejo entre Ciências Biológicas e Ciências Humanas? Ainda um abismo que está longe de ser superado. Acho que a Biologia tem muitíssimo a dizer para as Ciências Humanas, que se blindaram para não ver isso, não enxergar isso [a dimensão biológica do homem]. E, hoje em dia, acho que os desafios e as alfinetadas são tantas que as Ciências Humanas não vão poder mais resistir a isso, elas vão ter que responder. E eu diria, como tu mesmo lembraste antes, que tem belas iniciativas que estão acontecendo nesse sentido, de as Ciências Humanas abrirem as portas para essa brisa entrar na sua área. E, para a Biologia, vale a mesma coisa. A Biologia isolada das Ciências Humanas fica míope; é um positivismo, que, aliás, na pesquisa biológica vigora muito, e, por outro lado, um neodarwinismo que empobrece enormemente, porque o verdadeiro darwinismo não se restringe àqueles dogmas do neodarwinismo; o verdadeiro darwinismo é um darwinismo da interação, e Piaget revela isso como o comportamento motor da evolução. Se você começa a observar o comportamento, isto é, o que os indivíduos fazem, o que as coletividades fazem, você vai entender outra coisa do que simplesmente ficar reduzido a observar os mecanismos de funcionamento do organismo humano. Tem que ver o que um indivíduo faz, o que uma coletividade faz, e não simplesmente ver o que o estômago faz ou que o cérebro faz. Ver o que a totalidade faz. E a Filosofia, a Sociologia, a Psicologia têm trabalhado muito com isso. A Antropologia idem. Então, elas têm muito a dizer à Biologia, e à Biologia tem muito a dizer para elas. Essa coisa tão difícil da academia encarar, que é a interdisciplinaridade, acho que é o caminho do futuro; se a

gente não conseguir por aí, a gente compromete tudo (P4).

E nós, enquanto neurocientistas, digamos assim, o quanto soubermos das teorias educacionais, também, vamos nos apropriar melhor, por quê? Para poder entrar mais a fundo no mundo de um educador, porque ele tem uma formação nessa área; então, ele já vem com essa bagagem. [...] eu me sentiria muito melhor se eu tivesse uma apropriação das teorias da Educação. Infelizmente não tenho; tenho, assim, da proximidade com os educadores, mas não estudei.

[...] Porque, claro, como eu sou neurocientista, eu vejo mais o lado da Neurociência. Aí tem toda uma questão, porque os neurocientistas geralmente são pesquisadores que estão na bancada, não têm conhecimento de sala de aula, tem toda essa questão. Então, acho muito interessante essa possibilidade de nós conversarmos, ver que não é um bicho de sete cabeças, que a gente pode conversar, que tem muita coisa que a gente – a gente, eu digo, enquanto neurocientistas – tem que aprender com a pessoal que está na sala de aula (P5).

Só que o meio é muito refratário, você bem sabe disso. As áreas são muito refratárias a aberturas, ou a navegar em outros oceanos. Então, do mesmo modo como a Educação olha com muito medo, receio – receio de oportunismos, receio de apropriações indevidas, etc., como a gente observa bastante – com as Ciências, as Ciências também olham com um olhar pejorativo, desagradável, as outras ciências – as Ciências Biológicas, as Ciências Exatas, as Ciências Humanas, com restrições, como qualquer outra área faz isso (P7).

Novamente, a abordagem sociológica de Fleck (1986a; 1986b; 2010) acerca do conhecimento científico se mostra pertinente para compreender as dificuldades de articulação entre as áreas. Para o autor, estilos de pensamento distintos produzem linguagens distintas, as quais, por sua vez, levam à constituição de fatos distintos sobre o mundo. Os problemas que um coletivo de pensamento considera relevantes, os princípios que devem ser observados na produção de conhecimento, as formas de legitimação de um saber podem ser considerados como arbitrários ou errôneos por outro coletivo – o que implica problemas de tradução e dificuldades de entendimento para pesquisadores alheios a determinado estilo. Contudo, na perspectiva de Fleck, não se trata de afirmar que um coletivo esteja “certo” e o outro esteja “errado”, pois cada um deles constitui seus fatos de formas diversas; seus respectivos estilos de pensamento permitem ver certas coisas, em detrimento de outras. Exemplo disso é a forma como as Neurociências e a Educação compreendem o “ambiente” ou a “aprendizagem”; assim, uma mesma palavra pode ser utilizada como um *conceito* distinto por coletivos de pensamento diferentes (FLECK, 1986b).

Isso não significa que a comunicação entre coletivos de pensamento diferentes seja inviável. Um dos fenômenos abordados por Fleck consiste na mutação de estilos, por meio do tráfego intercoletivo de pensamentos. A partir do contato com ideias formuladas por outros coletivos, um estilo de pensamento pode

passar por mudanças graduais, agregando novas concepções de mundo; é esse o processo por meio do qual a ciência se modifica. Nesse tráfego de conhecimentos, o sentido original de uma ideia é passível de transformação, pois os coletivos podem se apropriar dela de maneira própria, atribuindo-lhes novos significados:

A palavra como tal representa um bem intercoletivo peculiar: uma vez que a todas as palavras se lhes adere um matiz mais ou menos marcado pelo estilo de pensamento, que se altera na migração intercoletiva, elas circulam entre os coletivos sempre com uma certa alteração de seu significado. Compare[m]-se as palavras “força”, “energia” ou “teste” para um físico e para um filólogo ou um atleta. Ou a palavra “explicar” para um filósofo e para um químico, ou “raio” para um artista e um físico, “lei” para um jurista e um pesquisador da natureza etc.

Resumindo, podemos dizer, portanto, que qualquer tráfego intercoletivo de pensamentos traz consigo um deslocamento ou uma alteração dos valores de pensamento. Do mesmo modo que a atmosfera (*Stimmung*) comum dentro do coletivo de pensamento, a mudança de atmosfera durante a migração intercoletiva provoca uma mudança desses valores em toda sua escala de possibilidades: da pequena mudança matizada, passando pela mudança completa do sentido até a aniquilação de qualquer sentido (FLECK, 2010: 161).

O tráfego de estilos de pensamento neurocientíficos tem gerado preocupação entre pesquisadores da Neuroeducação, os quais manifestam o temor de que esses estilos sejam distorcidos ou mal interpretados por pesquisadores do campo educacional. Em 27 trabalhos os autores abordam a disseminação dos “neuromitos” e a “comercialização das Neurociências” – expressões utilizadas pelos próprios pesquisadores. Além disso, três entrevistados (P2, P6 e P7) se disseram apreensivos com esse fenômeno. *Grosso modo*, um neuromito pode ser compreendido como uma apropriação equivocada ou uma extrapolação indevida de resultados de pesquisas neurocientíficas. Alguns dos neuromitos citados pelos autores são: a crença de que utilizaríamos somente 10% de nosso cérebro (quando, de fato, utilizamos toda nossa capacidade cerebral); o pressuposto da “lateralização cerebral” (i.e., a ideia de que haveria pessoas que aprenderiam melhor com o hemisfério cerebral direito, enquanto outras seriam mais propensas a aprender com o hemisfério esquerdo); o mito de que o cérebro encolheria se não tomássemos de seis a oito copos d’água por dia; a ideia de que, nos três primeiros anos de vida, as crianças deveriam ser estimuladas o máximo possível, pois, do contrário, suas sinapses seriam perdidas e elas não poderiam mais recuperar o aprendizado desperdiçado; a “ginástica cerebral” (exercícios que supostamente estimulariam

regiões cerebrais, trazendo ganhos para a aprendizagem) (cf. MASON, 2009; DEVONSHIRE; DOMMETT, 2010; HOWARD-JONES, 2014).

O período de emergência dos neuromitos coincide com o momento em que se deu o grande desenvolvimento das Neurociências: Lalancette e Campbell (2011) lembram que foi a partir dos anos 1990 que começaram a surgir os programas educacionais “baseados no cérebro” (*brain based education*), o que levou à grande disseminação de neuromitos em escolas, além do investimento, por parte de governantes, em propostas educacionais supostamente baseadas em saberes neurocientíficos, mas que, de fato, careciam de sustentação. Para Brockington (2011), esse problema ainda não é tão frequente no Brasil, conquanto seja bastante evidente nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, levando gestores públicos a despenderem recursos em programas de eficácia duvidosa. No fim da década de 1990, por exemplo, o governo do estado norte-americano da Geórgia fez investimentos vultosos na compra e distribuição de CDs com músicas de Mozart, para serem distribuídos a todas as mães com filhos recém-nascidos. A política foi inspirada no chamado “efeito Mozart” – neuromito segundo o qual ouvir música erudita nos primeiros meses de vida estimularia o desenvolvimento do sistema nervoso. O “efeito Mozart” surgiu graças à extrapolação das conclusões de um estudo científico, as quais eram pouco contundentes; todavia, uma análise mais minuciosa do programa revela que suas contribuições para a aprendizagem são praticamente nulas (cf. KATZIR; PARÉ-BLAGOEV, 2006).

O surgimento e a disseminação dos neuromitos estão associados à “comercialização das Neurociências”. O uso da expressão “baseado no cérebro” se tornou uma forma de dar credibilidade à imagem de um produto (e.g., um livro com propostas para a prática docente): o suposto embasamento em pesquisas neurocientíficas serve como recurso para conquistar possíveis consumidores. Ademais, os meios de comunicação também contribuem para criar e reforçar o fascínio popular pelas Neurociências, a partir da divulgação de notícias sensacionalistas sobre pesquisas acerca do sistema nervoso (e.g., a descoberta da “cura milagrosa” para certas doenças ou da derradeira explicação para os comportamentos humanos) (HARDIMAN *et alii*, 2012).

As imagens resultantes de exames de imageamento cerebral também exercem fascínio na cultura popular – como se elas fossem retratos fieis do cérebro humano. A interpretação equivocada de neuroimagens tem gerado preocupação

entre os pesquisadores da área aqui estudada. Para Lalancette e Campbell (2011), por exemplo, o dito popular de que “uma imagem vale mais do que mil palavras” não se aplica às neuroimagens, as quais, para serem interpretadas, demandam a análise meticulosa de dados estatísticos, a partir dos quais é possível extrair algum significado. Retomando Fleck, para *ver* nessas neuroimagens algo que faça sentido, é preciso dominar um estilo de pensamento, com base no qual foram formuladas as tecnologias que permitem a visualização do cérebro. Para o autor, há uma diferença entre *olhar* (ato de contemplar, de fitar os olhos em algo) e *ver* (processo que envolve a percepção, a atribuição de sentidos ao objeto que se contempla, com base em um estilo de pensamento que permita a elaboração de significados sobre o mundo). Logo, para *ver*, primeiramente é preciso *saber*, ou seja, estar inserido em um coletivo de pensamento. Essa constatação se aplica tanto à observação mais corriqueira quanto à mais complexa; nas palavras do autor, “todos nós temos de aprender a *ver* as formas mais ou menos complexas de nosso mundo” (FLECK, 1986b: 30) [tradução livre].

Assim como Lalancette e Campbell (2011), uma entrevistada também mencionou os limites das neuroimagens. Conforme a pesquisadora, não se pode acreditar que as tecnologias de imageamento cerebral fornecem dados simples e unívocos a respeito da aprendizagem humana, justamente em função da complexidade da produção e da interpretação das imagens que elas geram:

Depois, também, pesquisa em Neurociências e Educação, o que pode ser? Ah, então eu quero ter um equipamento que eu vou *ver* toda a aprendizagem na cabeça do aluno e eu vou medir por ressonância, e eu vou poder ter esses dados e relacionar... Olha, isso aí até tem, mas é difícil, muito difícil, e mesmo assim... Quando tu olhas essas neuroimagens e como elas são feitas, e como tu associas com aquilo que está acontecendo lá, seja avaliação cognitiva, seja lá o que for, elas não são assim tão simples... Aquilo ali, tu pegas a de uma pessoa, aí tu juntas com a de outra pessoa, aí tu tens dez pessoas, e cada uma liga num pedacinho meio diferente, aí faz uma mistura daquelas imagens... Aí a coisa já complica bastante. Aí tu vê uma imagem dessas e a imagem é uma média que dependeu de estratégias, de cuidados... Bem complicado. Muitas vezes não estão bem corretas. A gente vê o pessoal falando exatamente isso; não é tão fácil. Tirou a foto um pouquinho viradinha, assim, um milímetro, já muda (P2).

O fenômeno do fascínio popular pelas imagens cerebrais tem sido estudado por autores das Ciências Humanas, os quais o compreendem como uma das manifestações do “século do cérebro”. Vidal e Ortega (2011) utilizam a expressão “eficácia simbólica do cérebro” ao se referir ao fato de que saberes neurocientíficos

têm sido utilizados para, por exemplo, tornar mais confiável um produto a ser vendido ou um argumento a ser defendido. Para os pesquisadores, essa eficácia é simbólica não por ser irreal, mas porque deriva menos de características intrínsecas aos conhecimentos das Neurociências do que dos significados culturalmente atribuídos ao cérebro. Graças a essa eficácia simbólica, utilizar informações neurocientíficas irrelevantes em um argumento ou explicação pode – supostamente – torná-los mais convincentes, tendo em vista a importância crescentemente atribuída às Neurociências.

Seguindo o mesmo raciocínio, Rose e Abi-Rached (2013) afirmam que as Neurociências têm sido evocadas em determinadas explicações para garantir-lhes um lastro de objetividade (i.e., para assentá-las em  *fatos*, e não em ideais ou outras convicções que careceriam de comprovação, como explicações das Ciências Humanas). Conforme os autores, se o cérebro tem sido acionado para atribuir veracidade a uma afirmação, isso expressa, em alguma medida, a importância que esse órgão assumiu na forma como as pessoas se compreendem e narram na sociedade contemporânea.

Para os pesquisadores, a divulgação de imagens cerebrais por via dos meios de comunicação constitui uma das principais formas pelas quais os estilos de pensamento neurocientíficos vêm se disseminando, de tal maneira que tem se criado um imaginário popular em torno dessas imagens: a mídia contribui para corroborar a crença de que estados mentais poderiam ser localizados no cérebro e revelados por meio das tecnologias de imageamento. Contudo, essas tecnologias apresentam limites e podem dar origem a reducionismos, donde a necessidade de submetê-las a um exame crítico. Poderiam estudos feitos em situações artificiais de laboratório dizer algo sobre o cérebro na “vida real”? Poderiam as novas tecnologias explicar “objetivamente” os estados mentais, localizando-os em determinadas áreas do cérebro? Rose e Abi-Rached (2013) afirmam que muitos neurocientistas são cautelosos em relação às conclusões que podem ser inferidas a partir dessas tecnologias – posição essa verificada no material empírico desta tese. A mesma cautela, porém, não é encontrada entre os meios de comunicação e divulgadores da ciência, podendo gerar mal-entendidos inclusive no que tange às articulações entre Neurociências e Educação.

É da crítica aos neuromitos e à comercialização dos saberes neurocientíficos que emerge um dos principais argumentos utilizados para levar a cabo as

interloquções entre as duas áreas. Autores defendem que o currículo de cursos de formação de professores reserve espaço para o ensino de Neurociências, de modo que os futuros docentes possam diferenciar estudos neurocientíficos sérios de programas educacionais e manuais de ensino baseados em apropriações e extrapolações indevidas. Esses materiais, na maioria das vezes, não se fundamentam em pesquisas validadas cientificamente, mas em trabalhos de divulgação científica, escritos por jornalistas ou autores sem credenciais acadêmicas. Conquanto o coletivo de pesquisadores em Educação seja cético em relação ao entusiasmo popular com as Neurociências, professores atuantes em escolas tendem a acatar de forma pouco crítica certas especulações sobre o sistema nervoso humano, donde a necessidade de maior conhecimento sobre o tema (cf. BRUER, 2002; HOWARD-JONES, 2014).

Além disso, a concepção de que as Neurociências estão assentando em bases consideradas mais sólidas (i.e., estão validando, a partir dos parâmetros de cientificidade das áreas biológicas) teorias educacionais clássicas constitui outro argumento utilizado na defesa da inclusão de saberes neurocientíficos em cursos de formação de professores:

Las instituciones que imparten enseñanza deben considerar los aportes de la neurociencia hacia la educación. Es necesaria la formación del nuevo docente. Este nuevo docente debe reflexionar que la educación del futuro debe estar en armonía con el funcionamiento del cerebro y su estructura. Es lo que se ha llamado la enseñanza y el aprendizaje compatible con el cerebro (MOGOLLÓN, 2010: 119).

La investigación en neurociencia cognitiva ha demostrado que se avecinan cambios fundamentales en las ciencias de la educación. La integración de neurociencias y educación es inminente, y solo es necesaria la búsqueda de un diálogo fluido y continuo para lograr esta fusión. Se requiere la formación de un nuevo docente, formado por un currículo novedoso, para reformar un contexto estático y rígido donde educar se apoye en el aprendizaje compatible con el cerebro (MOGOLLÓN, 2010: 121).

Dentre as críticas que autores das Ciências Humanas têm feito às interloquções entre Educação e Neurociências está a de que a aproximação entre as duas áreas poderia contribuir para a propagação, nos mais diversos meios, de especulações e concepções equivocadas quanto ao funcionamento do sistema nervoso (cf. HARTT, 2008; ORTEGA; ZORZANELLI, 2010). Porém, essa é mais uma crítica que não se sustenta a partir da análise desenvolvida nesta tese. De fato, proponentes da Neuroeducação demonstram cautela em relação às possibilidades

de aplicação direta de achados neurocientíficos à sala de aula, além de tecerem várias críticas à forma como as pesquisas em Neurociências têm sido apropriadas e divulgadas para além do meio acadêmico. Nesse caso, percebe-se que há muito mais convergência do que divergência de ideias entre os críticos e os entusiastas da Neuroeducação – conquanto os críticos pareçam não reconhecer esse fato. Ironicamente, mesmo nessa situação é possível verificar a tendência vislumbrada por Rose (2013) – já defendida por Santos (2008) nos anos 1980 – de que Ciências Humanas e Biológicas muitas vezes têm posicionamentos similares sobre certos temas, ainda que expressem isso por meio de linguagens distintas.

De maneira geral, os neuromitos têm sido criados e disseminados em meios alheios ao mundo universitário. Na academia, têm sido feitas tentativas sérias de trabalhos que articulem Educação e Neurociências, levando em conta os limites e as possibilidades dessa articulação; a partir desse tráfego intercoletivo de pensamentos, é possível vislumbrar indícios de mutações em estilos de pensamento educacionais. Esse tema é abordado na próxima seção.

### 3.3 RESSIGNIFICAÇÕES, APROPRIAÇÕES, DIÁLOGOS

Cinco entrevistas e 41 trabalhos foram codificados nesta terceira categoria de análise, totalizando 46 fontes, com 149 referências. Alguns desses materiais buscam ressignificar, à luz das Neurociências, certos pressupostos teóricos que, de acordo com os pesquisadores, são fortemente disseminados no campo educacional, conquanto estejam equivocados do ponto de vista neurocientífico. Outros materiais buscam colocar em diálogo referenciais basilares do campo da Educação – como os trabalhos de Piaget e Vygotsky – com pesquisas neurocientíficas recentes, originando mutações nos estilos de pensamento baseados nesses autores.

Um dos temas recorrentemente abordados diz respeito à influência das emoções nos processos de ensino e aprendizagem. Conforme autores pesquisados, saberes da área de Neurociências têm permitido questionar o pressuposto de que o aprendizado é um processo puramente racional, desvinculado das emoções. Aspectos como o medo e a ansiedade, por exemplo, interferem no modo como um indivíduo aprende (ou não) determinado conteúdo, da mesma forma como o gosto por certa área do conhecimento ou a satisfação gerada por aprender algo novo motivam as pessoas a estudar certos temas. Processos de ordem biológica – como

os hormônios secretados pelo corpo humano ou o funcionamento dos centros de recompensa do sistema nervoso – são acionados para explicar esse fenômeno. Assim, para os autores, a tradicional disjunção filosófica entre razão e emoção deixa de fazer sentido:

Los recientes avances en neurociencia ponen de relieve las conexiones entre la emoción, el funcionamiento social, y la toma de decisiones. Estos avances afectan directamente en materia de educación. Los aspectos de la cognición están directamente relacionados y afectados positiva o negativamente por los procesos de emoción. Los aspectos emocionales, el pensamiento y la cognición guardan estrecha relación (FERNÁNDEZ BRAVO, 2010: 5).

We feel good when we learn. That is because the brain has reward centers [...]. When we engage in pleasurable and successful learning activities, the brain rewards itself through the release of hormones such as serotonin and dopamine, which are associated with feelings of satisfaction and pleasure (Braun & Bock, 2007). Learning activates areas that mediate rewards and that monitor autonomic and cognitive processes. One explanation for the seemingly insatiable need to learn that children have arises because of an “addiction to learning.” In essence, we give ourselves a drug boost when we learn something successfully. Involvement in musical activities changes levels of serotonin (Evers & Suhr, 2000) and dopamine (Menon & Levitin, 2005) and activates areas on both sides of the brain known to be involved in emotion, reward, and motivation (Blood & Zatorre, 2001; Blood, Zatorre, Bermudez, & Evans, 1999; S. Brown, Martinez, & Parsons, 2004) (HODGES, 2010: 5).

Desde el punto de vista neurofisiológico, la idea de Damasio (2007) de que los afectos actúan como mecanismos que contribuyen a la racionalidad es plasmada en su hipótesis del marcador somático. Cuando junto a las acciones del razonamiento aparece asociado un mal resultado se experimenta un sentimiento desagradable que actúa como un marcador somático “que avisa a través del cuerpo” la inadecuación de la opción elegida. Esta señal lleva a rechazar esa opción y a elegir otras alternativas (STINCER GÓMEZ; MONROY NASR, 2012: 116).

La neurociencia de la afectividad, hoy en día es un dominio prolífero, respecto al valor de los afectos en operaciones cognitivas básicas y complejas. Los trabajos de Panksepp (1998) y Thagard (2008) son un ejemplo de ello. En general, sus argumentos y evidencias tratan de mostrar que los afectos hacen a los animales y a los humanos agentes activos en el mundo porque dichos afectos poseen información relevante para la supervivencia, hacen efectiva a la razón que es computacionalmente costosa (de Sousa, 2008). Por ejemplo, el miedo actúa como un evaluador instintivo de riesgos, permite anticipar automáticamente amenazas a esta supervivencia y su información sirve de base para procesos mentales superiores de aprendizaje (Panksepp, 1998). Las neurociencias han aportado una base material de la relación entre afectos y cognición, ello ha derivado en evidencias a favor del papel epistemológico de los afectos (STINCER GÓMEZ; MONROY NASR, 2012: 118).

Las emociones son inherentes al ser humano y muchas veces se manifiestan como una combinación letal para el aprendizaje a los niveles neurológicos, biológicos y psíquicos. Por lo anterior, el docente debe conocer la importancia que debe darle a las emociones, si desea obtener los mejores resultados en su tarea educativa o, de lo contrario, se convertirán en barreras de sus estrategias para el aprendizaje y la enseñanza. Es necesario mencionar que las emociones fomentan el aprendizaje cuando pueden estimular toda actividad a nivel de redes neuronales, intensificando las conexiones sinápticas. Por lo tanto, para las neurociencias (neurobiología) es mejor el aprendizaje cuando está involucrada la emoción (Immordino-Yang y Damasio, 2007) (MOGOLLÓN, 2010: 116).

A gestão das emoções no aprendizado passa pela compreensão de como se processa o funcionamento do cérebro, no momento em que esse adquire ou desenvolve novo conhecimento, nos aspectos relativos à cognição ou nova habilidade técnica, formas diferenciadas de aprendizado (PEREIRA *et alii*, 2013: 3).

É justamente da relação entre emoções e aprendizado que trata um dos poucos trabalhos analisados que desenvolveram pesquisas *empíricas* articulando referenciais teórico-metodológicos da Educação e das Neurociências: a grande maioria dos estudos selecionados procedeu à realização de pesquisas *bibliográficas*, as quais procuravam colocar em contato investigações educacionais e neurocientíficas, mas sem conduzir estudos empíricos que conseguissem conjugar as metodologias de pesquisa das duas áreas. Brockington (2011) constitui exceção a esse fenômeno: em sua tese de doutoramento – desenvolvida em um programa de pós-graduação em Educação no Brasil, com período de estágio em um laboratório de Neurociências nos Estados Unidos –, o pesquisador desenvolveu estudo empírico articulando metodologias de pesquisa neurocientíficas com testes tradicionais da área de Ensino de Física, com o intuito de analisar a influência das emoções nos processos de aprendizagem em Ciências Exatas.

Mais especificamente, o autor trata das concepções intuitivas em Física – explicações para fenômenos naturais forjadas em experiências e saberes cotidianos, mas que podem conduzir a respostas equivocadas do ponto de vista científico. Exemplo dessas concepções é a ideia de que uma pedra pesada cairia mais rapidamente do que uma pedra leve. O objetivo do pesquisador foi averiguar a existência ou não de um vínculo emocional com esse tipo de concepção, o que pode dificultar o desenvolvimento da compreensão científica. O autor defende a tese de que o julgamento sobre a validade de certa forma de representação do mundo não depende somente de critérios fundamentados na racionalidade científica, mas também dos vínculos emocionais existentes com certo tipo de conhecimento. Para o desenvolvimento de seu estudo, Brockington se valeu da coleta de padrões psicofisiológicos<sup>32</sup>:

---

32 Segundo o autor, quando o organismo se altera em resposta a um estímulo recebido, estados somáticos se associam a essas mudanças, de modo que passamos a suar mais. Esse aumento na sudorese não pode ser percebido a olho nu, mas é passível de detecção por meio da medição do fluxo de corrente elétrica que passa pela pele (cf. BROCKINGTON, 2011).

Optamos, então, por coletar as respostas emocionais relacionadas a mudanças na condutância da pele dos sujeitos. Esta medida é conhecida por “quantidade de afeto”: parâmetro fisiológico bastante confiável, facilmente detectado e medido, permitindo que a emoção seja investigada em laboratório (BROCKINGTON, 2011: 17).

Ao reconhecerem a importância das emoções nos processos educativos, os autores analisados fazem propostas de modificação do trabalho pedagógico: alega-se que, ao levarem em conta que as emoções interferem na aprendizagem de conteúdos, os professores podem criar estratégias didáticas que impeçam o florescimento de emoções “negativas” – as quais atrapalham no aprendizado –, mas que possibilitem o surgimento das emoções que facilitem esse processo. Para os defensores dessa ideia, essa constatação constitui mais um argumento que justifica a inclusão de conhecimentos neurocientíficos em cursos de formação de professores. Outro aspecto enfatizado é o de que os próprios estudantes podem se valer desses conhecimentos para realizar a adequada gestão de suas emoções:

Aquí los aportes de las neurociencias, en cuanto a las investigaciones sobre el cerebro, han dado una mayor comprensión de cómo funciona y ello repercute en el mejoramiento de la habilidad del docente para enseñar, así como también en la habilidad del estudiante para aprender, toda vez que los resultados de estas investigaciones permiten diseñar nuevas estrategias de aprendizaje que puedan solventar, entre otras cosas, la proliferación de las prácticas inadecuadas, obsoletas, que afectan al sistema educativo actual (APARICIO, 2009: [s.p.]).

Hoy son muchos todavía los profesores que están arraigados al conceptualismo, dando más importancia a la mecanización extrema que a los aspectos facilitadores de un proceso intelectual creativo. Lo ortodoxo no está en la matemática, sino en el cómo pensamos para desarrollar la capacidad matemática en el cerebro. Y puede ocurrir que esta capacidad, con auténticas posibilidades de desarrollo, se quede oculta para siempre por esas prácticas que desvelan pensamientos sentidos y sentimientos pensados: “yo no valgo”, “a mi se me dan mal las matemáticas”, “yo nunca las entendí, y ya me dijeron que no era lo mío”, “¡déjame!, ¡ni me hables!, aún recuerdo como temblaba cuando salía a la pizarra”,... La emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien sabiendo son tareas fundamentales que la escuela debe poner a disposición del alumno. Los pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores (FERNÁNDEZ BRAVO, 2010: 6).

Ao se pensar em Educação Científica, talvez seja a hora de se considerar o saber como *sabor*, significado presente na origem etimológica do termo *sapere*, mas que se perdeu com o tempo na construção social da Ciência ocidental. Em outras palavras, necessitamos resgatar a possibilidade de se degustar, usufruir, ter prazer com o conhecimento científico.

Acreditamos que a emoção é um elemento fundamental para a aprendizagem da Ciência; porém, não apenas como elemento motivador ou estimulador, forma como tradicionalmente é tratada na Educação Científica. Ela atuaria como uma espécie de “lastro” que estabiliza as representações de mundo e contribui, de maneira decisiva, para a consolidação dos modelos científicos na mente dos alunos. Seu papel seria de qualificar, balizar o processo de conhecer nas estruturas cognitivas, fazendo com que esse conhecimento seja impregnado de “sentido”. O termo “sentido”, aqui utilizado,

não faz menção à sua conexão com outros conteúdos e relações de natureza dedutiva, próprias da lógica tradicional. Seria o “sentido” com o significado de sentir visceralmente, uma resposta emocional que surge diante de algo que lhe agrada ou desagradada (BROCKINGTON, 2011: 154).

O professor tem noção de que sua ação pedagógica desencadeia no organismo do aluno reações neurológicas e hormonais que podem ter influência na motivação para aprender? Como pode o professor desconhecer a dinâmica mente/cérebro? Basta a análise dessas questões para que se compreenda a importância desse tipo de informação na adequação de metodologias de ensino (CARVALHO, 2011: 546).

Ao se adiantar nos processos dos alunos e pensar estratégias que diminuam o medo e aumentem a autoestima, os docentes proativos recorrem à competência relacional, servindo ao processo de aprender do aluno. Em uma articulação interna do cérebro, esses docentes utilizam-se da ativação das estruturas dos lobos pré-frontais que, intermediados pela amígdala, os ajuda a fazer a “gestão das emoções” necessária ao aprendizado dos alunos.

[...] Evidencia-se, também, que o cérebro é capaz de contornar as dificuldades para aprender, quando estimulado e preparado para isso, e que os professores podem interferir e desenvolver estratégias que estimulem e facilitem a aprendizagem, o que depende da empatia e identificação com o objeto de trabalho e com as pessoas com as quais se interage no cotidiano de ensino (PEREIRA *et alii*, 2013: 5-6).

A gente tem 30 alunos, às vezes menos, cada um com cenário emocional diferente: um que veio de casa que a família brigou, etc. Se o professor, por exemplo, entender uma neurobiologia das emoções, ele... Não é que ele vá particularizar cada um, isso ele não consegue, mas ele pode entender que naquele dia ele [o aluno] não está aprendendo tão bem, porque ele tem um cenário emocional que ele está vivendo que não está permitindo, ou está... Então, esse entendimento, essa aproximação da Neurobiologia, eu acho, assim, eu acredito que vá... Vou usar um estrangeirismo: vá dar um *up* nessa questão educacional (P5).

Os impactos biológicos trazidos pelas emoções são mencionados até mesmo para defender o aumento salarial para docentes da educação básica:

Outro dado neurocientífico relevante para a melhoria da educação diz respeito ao modo como reagimos a recompensas. A relação entre incentivo e motivação obedece a uma função sigmoide, de forma que incentivos muito pequenos ou muito grandes, quando aumentados, pouco afetam a motivação [...]. Uma política salarial capaz de aumentar a motivação dos professores precisa acontecer na faixa intermediária, bem acima dos atuais patamares mínimos, região em que incrementos nos incentivos acarretam aumentos proporcionais de motivação (RIBEIRO, 2013: 10).

Entretanto, não é somente o conhecimento sobre as emoções que é utilizado na proposição de modificações nas práticas pedagógicas. Trabalhos sobre a importância do sono para a aprendizagem são mencionados para questionar se o horário de funcionamento das escolas está adequado em relação às necessidades fisiológicas dos estudantes, tendo em vista a relevância do sono para a consolidação de memórias (i.e., do ponto de vista neurocientífico, para a aprendizagem):

A alternância entre o sono e a vigília é controlada por um complexo regulador situado na base do cérebro, conhecido por núcleo supraquiasmático. Este pode ser pensado como um relógio biológico, sendo responsável por fazer com que as pessoas sintam fome, sono, e permite que se tenha noção sobre dia ou noite, mesmo na ausência de um relógio. É sabido que estímulos externos e alterações hormonais são capazes de modificar seu funcionamento ao longo da vida [...]. estes padrões do ciclo vigília-sono sofrem significativas variações durante o início da puberdade, fenômeno conhecido por Atraso de Fase da Propensão. Isto ocorre devido à explosão hormonal que se inicia, geralmente, perto dos 10 ou 11 anos e faz com que os ritmos biológicos se atrasem. Como resultado, os jovens demoram a ter sono, preferindo, então, dormir e acordar mais tarde nesta fase da vida.

Porém, é neste período que, geralmente, as aulas, até então oferecidas à tarde, passam a ser ministradas pela manhã. Com isso, devido ao atraso de fase, o adolescente dorme menos nos dias que tem aula, acarretando um aumento excessivo de sonolência diurna em sala de aula. Muitos destes estudantes podem, então, vir a serem considerados preguiçosos ou indisciplinados pelos professores e pela família (BROCKINGTON, 2011: 25-26).

Understanding brain function has already contributed to interventions for teenagers; for example, major changes in sleep regulation processes in the brain have helped to explain why teenagers can be ill-prepared for learning early in the morning. An improved understanding of the biology of teenage sleep issues has helped to justify interventions to shift the school day and to improve attendance, as well as reducing sleepiness and raising self-reported motivation (HOWARD-JONES, 2014: 822).

Scientific facts are nearly always constructed by isolating the studied factor from other variables. However, for educational relevance, one has to ask questions in a broader context, considering ethical, economic and social implications. For instance, laboratory research has shown that sleep benefits memory consolidation. In school, one has to judge whether the gain potentially induced by the use of sleep compensates for the lack of time devoted to classes. Can sleep in a room shared with other students be as efficient for learning as sleep in a quiet laboratory room? How do naps interact with other variables such as nutrition, exercise and levels of intrinsic motivation? (SIGMAN *et alii*, 2014: 500).

Assim como o sono, a nutrição adequada dos alunos também é discutida em alguns trabalhos, uma vez que a alimentação correta é considerada de suma importância para o desenvolvimento do sistema nervoso e para o aprendizado; desse modo, o oferecimento, por parte das escolas, de uma merenda escolar balanceada é tido como fundamental (cf. FERRARI, 2011; RIBEIRO, 2013). Nesse caso, é possível perceber como os saberes neurocientíficos são acionados para justificar aspectos defendidos há mais tempo no campo educacional. Mais uma vez, a “eficácia simbólica do cérebro” (VIDAL; ORTEGA, 2011) é levada em conta, de modo a garantir maior sustentação e confiabilidade aos argumentos a serem defendidos:

Certas descobertas da neurociência sugerem modificações práticas de potencial impacto, algumas postuladas há décadas por pedagogos e líderes políticos. Toda manhã, jovens mal alimentados se dirigem às escolas. Não surpreendentemente, tais estudantes frequentemente apresentam déficits de aprendizado. O cérebro é o órgão que mais consome glicose (Reivich et al., 1979), e a administração de glicose antes

do aprendizado fortalece memórias (Korol; Gold, 1998). Isso sugere que, independentemente do método pedagógico empregado, a má nutrição afeta negativamente o aprendizado. A ingestão calórica talvez não seja, entretanto, o único requisito alimentar para o aprendizado, pois camundongos alimentados com dietas muito gordurosas aprendem menos e mais lentamente do que animais alimentados com baixo teor de gorduras (Valladolid-Acebes et al., 2011). Isso parece se dever a uma dessensitização dos receptores glutamatérgicos do tipo NMDA, que são necessários para o aprendizado de longo prazo (Valladolid-Acebes et al., 2012). O cuidado com a alimentação escolar, portanto, é provavelmente crucial para o aprendizado bem-sucedido dos alunos (RIBEIRO, 2013: 9-10).

No entanto, não é apenas em relação à nutrição que foi verificada a busca de fundamentação nas Neurociências para garantir a maior solidez de um argumento. Ao afirmar que certas proposições neurocientíficas não são exatamente novas, alguns autores consideram que as Neurociências podem agregar *mais* elementos a teorizações educacionais, de modo a refinar essas teorias, ajustar os enfoques de pesquisa e rever a efetividade de metodologias de ensino (cf. ANSARI; COCH, 2006; JENSEN, 2008; ANDERSON, 2014). Nesse sentido, há a expectativa de que as Neurociências – área que conta com o rigor supostamente maior das Ciências Naturais – possam ancorar em solo mais firme as práticas educativas.

Trata-se da atualização de uma proposta antiga no campo da Educação. Já no início do século XX, por exemplo, Durkheim (2013) propunha que, para que as práticas pedagógicas lograssem sucesso, elas precisariam estar respaldadas em conhecimentos científicos. Contudo, para Durkheim, eram a Sociologia e a Psicologia que forneceria esse cabedal científico para o trabalho educativo, auxiliando a definir os objetivos pedagógicos a serem alcançados, os métodos ideais para se atingirem esses objetivos, dentre outros aspectos. No “século do cérebro”, a busca por uma fundamentação supostamente mais segura para as atividades educacionais está passando a ser depositada nas Neurociências, ressignificando, assim, uma expectativa que não é nova.

É nesse sentido que podem ser compreendidas as propostas de reinterpretção de pressupostos teóricos basilares do campo educacional. Conforme já foi dito, os trabalhos de Piaget têm sido um dos alvos dessas novas interpretações. Em um dos trabalhos analisados (NORTON; DEATER-DECKARD, 2014), os autores propõem, à luz das Neurociências, um novo modo de compreensão para as teorizações do epistemólogo suíço. Em artigo no qual abordam o aprendizado de matemática, os pesquisadores utilizam o termo “neuroconstrutivismo”, no qual a neuroplasticidade desempenha papel central na

explicação de fenômenos ligados à aprendizagem. Assim, os autores afirmam que o cérebro se organiza em resposta às experiências e aos estímulos recebidos, desenvolvendo formas de operação mental por meio de mudanças nos níveis celular e cortical (NORTON; DEATER-DECKARD, 2014).

O artigo dos autores constitui outra exceção à quase ausência de trabalhos empíricos que articulem os referenciais teórico-metodológicos das Neurociências e da Educação. Com base nas contribuições de Piaget, os pesquisadores elaboraram hipóteses que foram testadas por meio do uso de técnicas de imageamento cerebral, que possibilitaram visualizar as áreas cerebrais ativadas durante a realização de operações matemáticas. Os autores também elaboraram jogos digitais voltados ao ensino de matemática, os quais foram utilizados nos exames de imageamento cerebral para conhecer as formas existentes de operação nos estudantes analisados; além disso, esses jogos podem servir, conforme os pesquisadores, como um estímulo à aprendizagem. Nas conclusões de seu trabalho, os autores afirmam que as Neurociências têm possibilitado relacionar as reorganizações hipotéticas de que tratava Piaget a reorganizações neurológicas, passíveis de visualização graças às novas tecnologias desenvolvidas a partir das Neurociências:

Games like the Candy Factory and Candy Depot, which elicit students' available mental actions and provoke their reorganization, provide special opportunities for researchers to conduct neuroscience studies from a neo-Piagetian perspective. If the mental actions do indeed have identifiable neural correlates, game play could render their coordination and reorganization observable, both in terms of the student's physical actions with an iOS device, and in terms of corresponding neural imaging (EEG) [electroencephalography] during game play. Thus, researchers could begin to relate hypothetical reorganizations, such as those specified by an HLT [hypothetical learning trajectories], to neurological reorganizations (NORTON; DEATER-DECKARD, 2014: 663).

Os limites das teorizações de Piaget e outros pensadores do campo educacional, além da possibilidade de que as Neurociências auxiliem a superar esses limites, também são mencionados por outros trabalhos analisados:

Desde há largas décadas que o *corpus* teórico de referência relativo aos sistemas educativos ocidentais tem sido influenciado principalmente pelos contributos da psicologia cognitiva e do desenvolvimento (Piaget, Vygotsky, Bruner) e das chamadas teorias progressistas da educação (Dewey). Estas têm-se constituído como marcos teóricos de referência, a partir dos quais têm sido pensados e organizados os modelos e as práticas educativas vigentes; deles emergiu progressivamente a concepção dominante do sujeito a educar e das prioridades e orientações formativas a definir, defender e estabelecer. Contudo, e apesar das críticas frequentes aos sistemas educativos actuais e das dúvidas relativas ao seu sucesso na formação de cidadãos preparados para responder aos desafios e às necessidades das rápidas

transformações que atravessam as nossas sociedades, juntamente com os discursos recorrentes sobre a chamada crise da educação, as bases teóricas que lhes subjazem raramente têm sido questionadas, amplamente debatidas ou consideradas em toda a sua extensão, tendo em conta todas as suas implicações, o que tem originado interpretações contraditórias e ambíguas e fomentado propostas pedagógicas que se considera serem problemáticas e questionáveis: quer do ponto de vista dos resultados alcançados, como do tipo de intervenção que propõem ou ainda na forma como entendem o sujeito a educar, o desenvolvimento e funcionamento cognitivo e as capacidades valorizadas e promovidas (GONÇALVES, 2010: 564).

A observação de Piaget correu mundo e deu suporte a interpretações pedagógicas complexas, que acabaram estruturando um importante paradigma do pensamento disseminado hoje, a respeito dos processos de ensino-aprendizagem, o construtivismo (Martini, 2006, Bonini-Rocha et al., 2008b). Inspirado por Piaget e por muitos de seus continuadores, o construtivismo prega, com inegável razão, a relevância da ação do aprendiz no processo de construção de sua própria aprendizagem. Como consequência, talvez, da interpretação literal e da generalização dos achados de Piaget para todos os tipos de públicos e áreas do conhecimento; e provavelmente, como consequência também da ausência de diálogo destas generalizações com o pensamento científico (neste caso, com a Neurociência Cognitiva, que evoluiu de maneira significativa, nas últimas décadas), sugere-se que o construtivismo não cobre, sozinho, todas as necessidades da pesquisa educacional contemporânea, em especial aquelas das áreas da educação superior de áreas científicas e tecnológicas, às voltas hoje com as exigências das inúmeras variáveis e da complexidade já vislumbrada a respeito do sistema de processamento de informações dos humanos. Estas limitações talvez também se relacionem ao fato de os alunos da educação superior, em sua maioria, já terem saído da adolescência, faixa etária limite até onde as pesquisas de Piaget concentraram-se com maior ênfase (ZARO *et alii*, 2010: 201).

No caso dos pesquisadores entrevistados, dois deles (P1 e P4) também vêm propondo aproximações entre os trabalhos de Piaget e as proposições neurocientíficas – mais especificamente, os trabalhos do neurocientista português António Damásio, com quem Brockington (2011) realizou estágio de pesquisa. Da mesma forma, Vygotsky também tem sido alvo de novas interpretações: tal é o caso do trabalho do pesquisador P3, além do artigo de Arias Gallegos (2013). Outro autor que tem sido reinterpretado é o psicólogo da educação norte-americano David Ausubel: em sua dissertação de mestrado, Takeuchi (2009) buscou relacionar a teoria da aprendizagem significativa (TAS), proposta por Ausubel, com referenciais neurocientíficos. *Grosso modo*, a TAS propõe que os conhecimentos prévios de um indivíduo servem como base para o aprendizado de novos conhecimentos, de modo que o sujeito possa atribuir significados a novas informações que venham a ser adquiridas. Uma ferramenta didática elaborada com base na TAS é o mapa conceitual, que envolve a representação gráfica para organizar o conhecimento aprendido. Os conceitos são dispostos em caixas ou círculos, e as ligações entre eles são indicadas por uma linha que os une (cf. TAKEUCHI, 2009).

A autora buscou analisar as potencialidades do mapa conceitual para a aprendizagem de conteúdos de Neurociências. Com base em pesquisa desenvolvida com alunos de graduação, a pesquisadora interpretou os dados obtidos a partir da TAS e de teorizações neurocientíficas, buscando relacioná-las. Cabe ressaltar que essa relação foi estabelecida na análise dos dados, e não na metodologia utilizada pela autora; assim, sua dissertação constitui mais um exemplo de que a intersecção entre Educação e Neurociências tem se dado muito mais em estudos bibliográficos, e não na criação de metodologias de pesquisa empírica que consigam articular as duas áreas.

De qualquer maneira, essas propostas de articulação têm gerado mutações gradativas nos estilos de pensamento educacionais – seja pela revisão de pressupostos defendidos no campo da Educação, seja pela reinterpretação desses pressupostos, que passam a envolver os conhecimentos biológicos. Convém citar um excerto do trabalho de Takeuchi, de modo a perceber como têm sido realizadas essas novas interpretações:

Em termos biológicos o cérebro funciona como um sistema modular e plástico composto por inúmeros subsistemas neuronais especializados que colaboram entre si. A memória, por exemplo, não é uma função unitária, sendo composta de sistemas independentes que se combinam e interagem entre si. A elaboração de MC [mapa conceitual] provavelmente recruta o envolvimento dos módulos neurais relacionados com tais faculdades e componentes, como, por exemplo, a memória de procedimentos (associado com a execução dos movimentos relacionados aos comandos do programa *CmapTools*) e a memória declarativa (impressões sobre a interação com os integrantes do grupo). Ao estimular a memória, há mudanças tanto na estrutura como na função dos neurônios, além da formação de novas sinapses para a comunicação entre as novas redes neurais resultantes do processo de aprendizagem (TAKEUCHI, 2009: 38).

As mutações nos estilos de pensamento não ocorrem abruptamente. Logo, o que se pode depreender da aproximação entre Neurociências e Educação é que as fronteiras entre natureza e cultura têm passado por modificações paulatinas, as quais ainda esbarram nos efeitos que essas fronteiras exerceram sobre a constituição das áreas do conhecimento. Por outro lado, a confirmação de que essas fronteiras são arbitrárias pode ser encontrada na existência de teorizações das Ciências Humanas e Naturais que, com linguagens distintas, abordam os mesmos fenômenos. É possível que a dificuldade de articulação se deva muito mais à falta de conhecimento do que é produzido pela área alheia do que propriamente pela divergência de concepções – que pode existir, mas não é um fenômeno irrestrito.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foi defendida a tese de que as interlocuções entre Educação e Neurociências não constituem uma nova forma de determinismo ou reducionismo biológicos, como advogam alguns de seus críticos. Conforme foi demonstrado, pesquisadores dessa nova área enfatizam que a adequada compreensão do sistema nervoso não pode ocorrer sem que se leve em conta a importância de fatores socioculturais, pois ele se modifica a partir das situações de aprendizagem a que uma pessoa se expõe ao longo de sua vida, bem como das interações que ela estabelece com o meio em que vive.

Os trabalhos analisados e pesquisadores entrevistados reconhecem que os diálogos entre Educação e Neurociências não pretendem substituir os conhecimentos que já vêm sendo produzidos há décadas no campo educacional: trata-se, pelo contrário, de uma proposta que visa a agregar mais uma perspectiva a esses conhecimentos. Portanto, também é um equívoco afirmar que a aproximação entre as duas áreas tem o objetivo de solapar os estilos de pensamento da Educação, produzidos com base em teorias e metodologias de pesquisa das Ciências Humanas.

Em relação a isso, é fundamental ter em mente que a marca principal do campo de produção de conhecimento em Educação é o hibridismo: a pesquisa na área se caracteriza pelo diálogo entre estilos de pensamentos formulados por áreas diversas – diálogo esse que se faz necessário em função da complexidade dos fenômenos educativos. Como lembra Canário (2005), para tornar esses fenômenos inteligíveis, é necessário o embasamento não só em conhecimentos oriundos de áreas distintas mas também em perspectivas teóricas e linguagens diversas. A aproximação entre Neurociências e Educação deve ser compreendida como parte desse amálgama de políticas, práticas e saberes oriundos de várias áreas científicas, o qual constitui o campo educacional. A própria relação entre Educação e Ciências Biológicas não é nova, mas remete pelo menos à primeira metade do século XX, quando se deu a constituição da Biologia Educacional.

Conquanto os pesquisadores da área aqui estudada reconheçam a necessidade de levar em conta as interações entre biologia e cultura, bem como de colocar em diálogo teorizações das Ciências Humanas e das Biológicas, ainda

persiste certa dificuldade em articular, de fato, as duas áreas – o que se expressa, por exemplo, na escassez de pesquisas empíricas articulando Neurociências e Educação ou na forma como os pesquisadores vinculados a uma dessas áreas compreendem as pesquisas desenvolvidas pela outra. Esses e outros empecilhos – reconhecidos pelos próprios sujeitos envolvidos no diálogo entre os dois campos – são entendidos aqui como sintomáticos do próprio estabelecimento de fronteiras entre natureza e cultura, as quais foram basilares na demarcação de limites entre Ciências Naturais e Ciências Sociais quando de sua constituição como áreas do conhecimento, no século XIX. Logo, por mais que sejam arbitrárias e questionáveis, as fronteiras entre natureza e cultura ainda têm surtido efeitos contundentes nos processos de pesquisa das duas áreas.

Rose (2013) afirma que muitas das críticas que as Ciências Humanas e Sociais – sobretudo a Sociologia – têm feito às Ciências Biológicas não são embasadas na análise de trabalhos acadêmicos, mas em materiais de divulgação científica, os quais são permeados por simplificações, afirmações exageradas e, muitas vezes, interpretações equivocadas – de modo que são rechaçados pelos próprios pesquisadores da área biológica. Na contramão dessa postura frequente entre teóricos sociais, Rose afirma que uma análise adequada dos conhecimentos biológicos deve estar assentada em trabalhos científicos sérios, reconhecidos por estudiosos da área; desse modo, é possível encontrar uma ciência muito mais hesitante e modesta do que os sociólogos tendem a imaginar (ROSE, 2013).

A proposta de Rose serviu de inspiração para esta pesquisa – daí a proposta de entrevistar pesquisadores envolvidos com a articulação entre Neurociências e Educação, além de estabelecer como foco de análise trabalhos submetidos à avaliação por pesquisadores envolvidos com esse campo de estudos. De fato, o que foi verificado é que há cautela quanto às efetivas contribuições das Neurociências ao campo educacional, assim como teorizações tradicionalmente presentes na Educação têm sido levadas em conta nesse diálogo interdisciplinar; exemplo disso são os esforços de atualização e ressignificação de autores como Piaget e Vygotsky. Da mesma forma, certas afirmações encontradas no conjunto do material empírico da tese apenas reforçam – com base em estilos de pensamento neurocientíficos – aspectos há muito tempo reconhecidos por pesquisadores da Educação e das Ciências Humanas, de maneira mais ampla. Nesse sentido, este trabalho endossa a tese defendida por Santos (2008) e Rose (2013), para quem Ciências Humanas e

Biológicas muitas vezes têm concepções similares, e não divergentes, sobre os mesmos fenômenos – o que constitui uma possibilidade de diálogo entre os dois campos. A aproximação entre Educação e Neurociências atesta que esse diálogo é viável, a despeito dos empecilhos encontrados.

Se é verdade que o reconhecimento da dimensão biológica do ser humano não implica necessariamente formas de reducionismo e determinismo no campo educacional – tal como defendido nesta tese –, é preciso considerar, por outro lado, que as próprias pesquisas tradicionalmente desenvolvidas na área da Educação, com base em referenciais das Ciências Humanas, podem ser reducionistas e deterministas à sua maneira. Tome-se como exemplo o caso da Sociologia da Educação. Ao problematizar trabalhos clássicos desse campo, Charlot (2000) afirma que a Sociologia tem originado análises que, muitas vezes, tendem a negar a capacidade de os indivíduos agirem no mundo, de superarem as dificuldades (e.g., de ordem econômica) com que deparam em sua vida – como se os sujeitos internalizassem de forma mecânica os aspectos da sociedade em que estão inseridos, sem possibilidade de escolha, de questionamento, de mudança; logo, a ação individual é muitas vezes entendida como sendo meramente *determinada* pelo mundo social. Para Charlot, um dos equívocos em que a Sociologia incorre em seus estudos é o de tentar explicar o funcionamento individual a partir do funcionamento da sociedade, deixando de lado as contribuições da Psicologia – e essa também é uma forma de reducionismo e de determinismo.

Logo, não é somente a Biologia que corre o risco de desenvolver análises limitadas, mas qualquer área do conhecimento está propensa a esse tipo de equívoco, ao buscar reduzir a complexidade dos fenômenos humanos aos aspectos privilegiados em seus estudos. As interlocuções entre Neurociências e Educação podem contribuir para a superação desses limites, na medida em que pretendem levar em conta que os homens não são apenas seres biológicos, *ou* seres psicológicos *ou* seres sociais, mas são *simultaneamente* biológicos, psicológicos e sociais: há um entrecruzamento dessas diferentes dimensões, e todas elas têm de ser consideradas para que se obtenha uma compreensão mais acurada de quem somos nós, entes humanos. Levar em conta esse caráter multidimensional é de extrema importância para o campo da Educação, tendo em vista que é justamente a dimensão biológica do homem que o transforma em um ser capaz de aprender, de criar cultura, de ser socializado.

No entanto, assim como Rose (2013) defende que as Ciências Humanas devem repensar suas críticas em relação à Biologia, o autor defende que as críticas não podem ser completamente abandonadas, tendo em vista que há, sim, determinadas afirmações das Ciências Biológicas que merecem receber problematizações. Nesse sentido, para concluir este trabalho, cabe questionar alguns argumentos encontrados no conjunto do material empírico.

Alguns autores defendem que a aproximação entre Educação e Neurociências possa dar origem a práticas educacionais “neutras”, “isentas de valores”, na medida em que elas passariam a se embasar nos referenciais das Ciências Biológicas, os quais seriam “mais científicos” – e, portanto, mais “neutros”, mais “objetivos”, mais “sólidos” – que os referenciais das Ciências Humanas. Ribeiro (2013), por exemplo, busca justificar o aumento salarial de professores com base nas modificações que isso possa acarretar no sistema nervoso humano, assim como Timm *et alii* (2007) criticam o atrelamento da pesquisa educacional “a ideais sociológicos ou pedagógicos” e a ausência de sua “isenção diagnóstica” (TIMM *et alii*, 2007: 15).

Entretanto, a defesa de uma educação “cientificamente embasada” já é, por si só, a defesa de um valor – o que faz cair por terra o ideal de uma educação “neutra”, “isenta”. Como afirmam Plaisance e Vergnaud (2003), a busca por uma definição “científica” (e, portanto, supostamente “neutra”) das práticas educativas constitui uma ilusão, uma vez que essas práticas necessariamente estão relacionadas a escolhas morais e a valores defendidos em cada contexto histórico e social. Conforme lembra Durkheim (2013), a forma como cada sociedade organiza suas instituições e organizações educacionais está sempre atrelada a fatores considerados relevantes por essa sociedade: o ideal de sujeito a ser formado, do ponto de vista físico, intelectual e moral; os valores a serem ensinados; os saberes considerados importantes; dentre outros aspectos. Não há, pois, como desvincular educação e sociedade (DURKHEIM, 2013) – do mesmo modo como não se pode desvincular sociedade e ciência.

É nesse sentido que a aproximação entre Neurociências e Educação é compreendida nesta tese como mais uma expressão do “século do cérebro”: a concepção de que os conhecimentos neurocientíficos são relevantes para o campo educacional não está desvinculada do contexto histórico e social em que vivemos, marcado pelo desenvolvimento, pela valorização e pela disseminação dos estilos de

pensamento das Neurociências. É no “século do cérebro” que está emergindo uma nova interpretação do sujeito que aprende – dotado de um sistema nervoso que se modifica a partir de suas aprendizagens; marcado por emoções que possibilitam que ele aprenda certos conteúdos, em detrimento de outros; constituído por limitações e por possibilidades de ordem biológica. É no “século do cérebro” que o ideal de sujeito a ser formado está se modificando: um sujeito que deve se alimentar adequadamente, que deve respeitar seus horários de sono, que deve gerir convenientemente suas emoções, de modo a obter o aprendizado desejado. Também é nesse contexto que se passa a defender a inclusão de saberes neurocientíficos no currículo de cursos de formação de professores, da mesma forma que é nesse contexto que autores embasados em outros estilos de pensamento, como Piaget, passam a ser reinterpretados e assentados no referencial neurocientífico.

O incremento na produção de trabalhos que articulem Neurociências e Educação atesta esse fato. Na presente tese, foi abordado um período de tempo limitado; contudo, uma nova busca no Portal de Periódicos da CAPES demonstrou que, apenas no ano de 2015, foi possibilitado o resgate de mais de 30 trabalhos desenvolvido na interface entre as duas áreas, o que revela que, de fato, esse campo de interlocuções “veio para ficar”, como afirmou uma pesquisadora entrevistada (P5). Um desafio que permanece, pois, para publicações futuras é verificar se, nesses trabalhos que não foram aqui analisados, foi superada a dificuldade de desenvolver estudos empíricos na intersecção entre os dois campos, assim como os problemas de interpretação dos referenciais teórico-metodológicos da área alheia.

Outro desafio que se coloca para análises ulteriores diz respeito a eventuais modificações curriculares que venham a ocorrer em cursos de Pedagogia ou demais licenciaturas. Que disputas poderão acontecer nesses processos de mudança? De que forma os saberes neurocientíficos poderão ser incluídos? Que diálogos poderão – ou não – ocorrer entre as Neurociências e outras áreas dos Fundamentos da Educação que têm sido refratárias ao conhecimento biológico, como a Sociologia? A conjugação dos referenciais dos Estudos da Ciência ao das teorias curriculares pode se mostrar profícua para a análise desse fenômeno.

A análise desenvolvida neste trabalho não permitiu averiguar se os estilos de pensamento próprios das Neurociências estão passando por mutações a partir do

contato com estilos de pensamento educacionais. Um estudo aprofundado sobre essa temática pode demonstrar de que modo as tensões, disputas e conflitos entre Ciências Biológicas e Humanas têm se configurado no atual “século do cérebro”.

Em função das opções levadas a cabo neste trabalho para a delimitação do *corpus* de análise, foram incluídos na amostra apenas dois trabalhos de pós-graduação (uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado). Uma vez que muitas pesquisas desenvolvidas nesse nível de ensino não estão disponíveis para acesso no Portal de Periódicos da CAPES, em um trabalho futuro poderá ser feito, em outras bases de dados, um levantamento da produção de programas de pós-graduação das áreas de Educação e Neurociências, de modo a averiguar de que forma os saberes de um campo têm circulado pelo outro.

A aproximação entre Educação e Neurociências mostra que, assim como todos os fenômenos da vida, a ciência é um empreendimento dinâmico, passível de transformações constantes, e é graças a esse dinamismo que é possível obter uma compreensão mais acurada e aproximada do que nós, seres humanos, somos. Nesse sentido, o estabelecimento de interlocuções entre os dois campos é extremamente válido, mesmo que, por ora, os efeitos dessa intersecção sobre ambas as áreas sejam incipientes.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Sistema Nacional de Gerenciamento de Produtos Controlados: resultados 2009*. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. Piaget e as teorias da evolução orgânica. *Psicologia: reflexão e crítica*, v.21, n.3, p.525-532, 2008.

ALMEIDA, Marilis Lemos de. Análise de dados na pesquisa qualitativa: desafios ao pensamento criativo. *Arxius de Ciències Socials*, n.31, p.143-154, dez. 2014.

ALONSO-GETA, Petra Pérez. Antropología Biológica y Educación: aproximación a la educabilidad. *Educar*, v.12, p.95-108, 1987.

ASENSIO, Josep. Biología y Educación. *Educar*, v.12, p.7-26, 1987a.

\_\_\_\_\_. Maduración biológica y aptitudes cognitivas. *Educar*, v.12, p.109-123, 1987b.

AZIZE, Rogerio Lopes. *A nova ordem cerebral: a concepção de 'pessoa' na difusão neurocientífica*. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social). Rio de Janeiro: UFRJ / Museu Nacional, 2010.

\_\_\_\_\_. O cérebro como órgão pessoal: uma Antropologia de discursos neurocientíficos. *Trabalho, Educação, Saúde*, v.8, n.3, p.563-574, nov. 2010/fev. 2011.

BERGER, Peter; LUCKMANN, Thomas. *A construção social da realidade: tratado de Sociologia do Conhecimento*. Tradução de Floriano de Souza Fernandes. 28.ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL. *Resolução CNE/CP Nº 1, de 18 de Fevereiro de 2002*. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena. Brasília: 2002.

\_\_\_\_\_. *Resolução CNE/CP Nº 1, de 15 de Maio de 2006*. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, Licenciatura. Brasília: 2006.

\_\_\_\_\_. *Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012*. Brasília: Ministério da Saúde / Conselho Nacional de Saúde, 2012. Disponível em: [http://www.conselho.saude.gov.br/web\\_comissoes/conep/index.html](http://www.conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.html). Acesso em 04 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. *Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016*. Brasília: Ministério da Saúde / Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em 07 jul. 2016.

BURUNAT, Enrique; ARNAY, Cristina. Pedagogía y Neurociencia. *Educar*, v.12, p.87-94, 1987.

CANÁRIO, Rui. *O que é a escola?* Um “olhar” sociológico. Porto: Porto Editora, 2005.

CAPONI, Sandra. Da herança à localização cerebral: sobre o determinismo biológico de condutas indesejadas. *Physis: revista de saúde coletiva*, v.17, n.2, p.343-352, 2007.

CARVALHO, Marta Maria Chagas de. Modernidade pedagógica e modelos de formação docente. *São Paulo em Perspectiva*, v.14, n.1, p.111-120, 2000.

CHARLOT, Bernard. *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

\_\_\_\_\_. A pesquisa educacional entre conhecimentos, políticas e práticas:

especificidades e desafios de uma área de saber. *Revista brasileira de Educação*, v.11, n.31, p.07-18, jan./abr. 2006.

CISNEROS PUEBLA, César. Análisis cualitativo asistido por computadora. *Sociologias*, n.9, p.288-313, jan./jun. 2003.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. Ciência e linguagem: Ludwik Fleck e Ludwig Wittgenstein. In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (org.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p.77-107.

DE LA FARE, Mónica; MACHADO, Frederico Viana; CARVALHO, Isabel Cristina Moura de. Breve revisão sobre regulação da ética em pesquisa: subsídios para pensar a pesquisa em Educação no Brasil. *Práxis educativa*, v.9. n.1, p.247-283, jan./jun.2014.

DINIZ, Debora. Ética na pesquisa em Ciências Humanas – novos desafios. *Ciência & saúde coletiva*, v.13, n.2, p.417-426, 2008.

DURKHEIM, Émile. *Educação e Sociologia*. Tradução de Stephania Matousek. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

EDUCAR. Barcelona: Universidade Autônoma de Barcelona, v.12, 1987. Tema do volume: Biologia da Educação.

EHRENBERG, Alain. O sujeito cerebral. Tradução de Marianna Oliveira e Monah Winograd. *Psicologia clínica*, v.21, n.1, p.187-213, 2009.

FERRARO, Alceu. Quantidade e qualidade na pesquisa em Educação, na perspectiva da dialética marxista. *Pro-posições*, v.23, n.1, p.129-146, jan./abr. 2012.

FLECK, Ludwik. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Tradução de Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, [1935] 2010.

\_\_\_\_\_. On the crisis of “reality”. IN: COHEN, Robert; SCHNELLE, Thomas. *Cognition and fact: materials on Ludwik Fleck*. Dordrecht: Reidel, [1929] 1986a, p.47-57.

\_\_\_\_\_. To look, to see, to know. IN: COHEN, Robert; SCHNELLE, Thomas. *Cognition and fact: materials on Ludwik Fleck*. Dordrecht: Reidel, [1947] 1986b, p.129-151.

FONSECA, Claudia; SÁ, Guilherme. Apresentação. *Horizontes antropológicos*, v.17, n.35, p.07-23, jan./jun. 2011.

GATTI, Bernardete. Implicações e perspectivas da pesquisa educacional no Brasil contemporâneo. *Cadernos de pesquisa*, n.113, p.65-81, jul. 2001.

\_\_\_\_\_. A pesquisa na pós-graduação e seus impactos na Educação. *Educação & linguagem*, v.09, p.16-33, 2006.

GROSSI, Márcia; LOPES, Aline; COUTO, Pablo. A Neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA – Educação e contemporaneidade*, v.23, n.41, p.27-40, jan./jun. 2014.

HACKING, Ian. *The social construction of what?* Cambridge: Harvard University Press, 1999.

HARTT, Valéria. Febre de cérebro. *Educação*, n.129, p.22-31, jan. 2008.

HESS, David. *Science Studies: an advanced introduction*. Nova Iorque: New York University Press, 1997.

HORA, Dayse Martins. A Biologia Educacional e o exercício disciplinar. IN: *Anais do I Congresso Brasileiro de História da Educação*. Rio de Janeiro: 2000.

JACQUES, Tatyana. Sobre o impacto da dicotomia natureza e cultura na Antropologia. *Antropologia em primeira mão*, v.123, p.1-20, 2010.

JASANOFF, Sheila. The idiom of co-production. IN: \_\_\_\_\_ (org.). *States of knowledge: the co-production of science and social order*. Nova Iorque: Routledge, 2004.

KELLER, Evelyn Fox. *The mirage of a space between nature and nurture*. Durham: Duke University Press, 2010.

LATOUR, Bruno. *A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos*. Bauru: EDUSC, 2001.

LISBOA, Felipe. "O cérebro vai à escola": um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

LÖWY, Ilana. Fleck em seu tempo, Fleck em nosso tempo: gênese e desenvolvimento de um pensamento. In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (org.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p.11-33.

MAIA, Carlos Alvarez. Mannheim, Fleck e a compreensão humana do mundo. In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (org.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p.51-76.

ORTEGA, Francisco. Neurociências, neurocultura e autoajuda cerebral. *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, v.13, n.31, p.247-60, out./dez. 2009.

\_\_\_\_\_. *O corpo incerto: corporeidade, tecnologias médicas e cultura contemporânea*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008a.

\_\_\_\_\_. O sujeito cerebral e o movimento da neurodiversidade. *Mana*, v.14, n.2, p.477-509, 2008b.

\_\_\_\_\_; VIDAL, Fernando. Mapeamento do sujeito cerebral na cultura contemporânea. *Reciis*, v.1, n.2, p.257-261, jul./dez. 2007.

\_\_\_\_\_; ZORZANELLI, Rafaela. *Corpo em evidência: a ciência e a redefinição do humano*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

PICKERSGILL, Martyn. The social life of the brain: Neuroscience in society. *Current Sociology*, v.61, n.3, p.322-340, 2013.

PINHEIRO, Marta. A Biologia Educacional e os Fundamentos da Educação: o caso do Paraná. *Cadernos de Pesquisa*, n.85, p.63-69, maio 1993.

PLAISANCE, Éric; VERGNAUD, Gérard. *As Ciências da Educação*. Tradução de Nadyr Penteado e Odila Queiroz. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

PREMEBIDA, Adriano; NEVES, Fabrício; ALMEIDA, Jalcione. Estudos Sociais em Ciência e Tecnologia e suas distintas abordagens. *Sociologias*, v.13, n.26, jan./abr. 2011, p.22-42.

RIBEIRO, Renato Janine. Novas fronteiras entre natureza e cultura. IN: NOVAES, Aduino (org.). *O homem máquina: a ciência manipula o corpo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

ROCHA, Heloísa Helena Pimenta da. Educação escolar e higienização da infância. *Cadernos Cedes*, v.23, n.59, p.39-56, abr. 2003.

ROSE, Nikolas. The Human Sciences in a biological age. *Theory, culture & society*, v.1, n.30, p.03-34, 2013.

\_\_\_\_\_. *The politics of life itself: biomedicine, power, subjectivity in the twenty-first century*. Princeton: Princeton University Press, 2007.

\_\_\_\_\_; ABI-RACHED, Joelle. *Neuro: the new brain sciences and the management of the mind*. Princeton: Princeton University Press, 2013.

ROSE, Steven. A perturbadora ascensão do determinismo neurogenético. Tradução

de Maria Ignez Duque-Estrada. *Ciência Hoje*, v.21, n.126, p.18-27, jan./fev. 1997.

\_\_\_\_\_. *O cérebro no século XXI: como entender, manipular e desenvolver a mente*. Tradução de Helena Londres. São Paulo: Globo, 2006.

\_\_\_\_\_. The need for a critical Neuroscience: from neuroideology to neurotechnology. IN: CHOUDHURY, Suparna; SLABY, Jan (org.). *Critical Neuroscience: a handbook of the social and cultural contexts of Neuroscience*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *Um discurso sobre as ciências*. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SCHRAG, Francis. Does Neuroscience matter for Education? *Educational theory*, v.61, n.2, 2011, p.221-237.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

SOUSA, Sandra Zákia; BIANCHETTI, Lucídio. Pós-graduação e pesquisa em Educação no Brasil: o protagonismo da ANPEd. *Revista brasileira de Educação*, v.12, n.36, p.389-409, set./dez. 2007.

VENTER, Craig; COHEN, Daniel. The century of Biology. *New perspectives quarterly*, n.21, v.4, p.73-77, 2004.

VIDAL, Fernando; ORTEGA, Francisco. Approaching the neurocultural spectrum: an introduction. IN: ORTEGA, Francisco; VIDAL, Fernando (org.). *Neurocultures: glimpses into an expanding universe*. Frankfurt: Peter Lang, 2011.

VIVIANI, Luciana Maria; BUENO, Belmira Oliveira. A Biologia Educacional nas escolas normais paulistas: uma disciplina da eficiência física e mental. *Revista portuguesa de Educação*, v.19, n.1, p.43-65, 2006.

VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em

consolidação na América Latina. *Ciência e Ensino*, v.1, s.p., nov. 2007.

WORTMANN, Maria Lúcia. Algumas considerações sobre a articulação entre Estudos Culturais e Educação (e sobre algumas outras mais). IN: SILVEIRA, Rosa Maria Hessel (org.). *Cultura, poder e Educação*. Canoas: Editora da ULBRA, 2005.

\_\_\_\_\_; VEIGA-NETO, Alfredo. *Estudos Culturais da Ciência & Educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

## RELAÇÃO DOS MATERIAIS ANALISADOS

ALONSO, Santiago. Comprender: propuesta de pivotes. *Educación*, v.20, n.38, p.7-21, mar. 2011.

ANDERSON, O. Roger. Progress in application of the Neurosciences to an understanding of human learning: the challenge of finding a middle-ground neuroeducational theory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.12, n.3, p.475-492, 2014.

ANSARI, Daniel; COCH, Donna. Bridges over troubled waters: Education and Cognitive Neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, v.10, n.4, p.146-151, 2006.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; DE SMEDT, Bert. Connecting education and cognitive neuroscience: where will the journey take us? *Educational Philosophy and theory*, v.43, p.37-42, 2011.

\_\_\_\_\_; DE SMEDT, Bert; GRABNER, Roland. Neuroeducation – a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, v.5, n.2, p.105-117, 2012.

APARICIO, Xiomara. Neurociencias y la transdisciplinariedad en la Educación. *Revista universitaria de investigación y diálogo académico*, v.5, n.2, s.p., 2009.

ARIAS GALLEGOS, Walter. Teoría de la inteligencia: una aproximación neuropsicológica desde el punto de vista de Lev Vigotsky. *Cuadernos de Neuropsicología*, v.7, n.1, p.22-37, jul. 2013.

BAKHURST, David. Minds, brains and Education. *Journal of Philosophy of Education*, v.42, n.3-4, p.415-432, 2008.

BARRERA, María Laura de la. Neurociencias, creatividad y universidad: algunas consideraciones generales. *Revista iberoamericana de Educación*, v.50, n.3, p.01-05, set. 2009.

BARTELET, Dimona *et alii*. Cognitive subtypes of Mathematics learning difficulties in primary education. *Research in developmental disabilities*, v.35, n.3, p.657-670, 2014.

BERG, Kris. Justifying physical education based on Neuroscience evidence. *JOPERD: the journal of physical education, recreation & dance*, v.81, n.3, p.24-29, mar. 2010.

BLAKEMORE, Sarah-Jayne. The developing social brain: implications for Education. *Neuron*, v.65, n.6, p.744-747, 2010.

BLEVINS, Dean. Transformational teaching insights from Neuroscience. *Christian education journal*, v.10, n.2, p.407-423, 2013.

BROCKINGTON, Guilherme. *Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico*. Tese (doutorado em Educação). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

BRUER, John. Avoiding the pediatrician's error: how neuroscientists can help educators (and themselves). *Nature Neuroscience*, v.5, p.1031-1033, nov. 2002.

CAREW, Thomas; MAGSAMEN, Susan. Neuroscience and Education: an ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21 st century learning. *Neuron*, v.67, n.5, p.685-688, set. 2010.

CARVALHO, Fernanda. Neurociências e Educação: uma articulação necessária na formação docente. *Trabalho, Educação e Saúde*, v.8, n.3, p.537-550, nov. 2010/fev. 2011.

CHRISTODOULOU, Joanna; GAAB, Nadine. Using and misusing Neuroscience in education-related research. *Cortex*, v.45, n.4, p.555-557, 2009.

CLEMENT, Neville; LOVAT, Terence. Neuroscience and Education: issues and challenges for curriculum. *Curriculum Inquiry*, v.42, n.4, p.534-557, 2012.

COCH, Donna; ANSARI, Daniel. Thinking about mechanisms is crucial to connecting Neuroscience and Education. *Cortex*, v.45, n.4, p.546-547, 2009.

CODINA FELIP, María José. Neuroeducación: reflexiones sobre Neurociencia, Filosofía y Educación. *Postconvencionales: ética, universidad, democracia*, n.7, p.164-181, jul. 2014.

CROSS, Anita. Towards an understanding of the intrinsic values of design education. *Design studies*, v.5, n.1, p.31-39, jan. 1984.

CUBELLI, Roberto. Theories on mind, not on brain, are relevant for Education. *Cortex*, v.45, n.4, p.562-564, 2009.

DAVIS, Andrew. Neuroscience and Education: at best a civil partnership: a response to Schrag. *Journal of Philosophy of Education*, v.47, n.1, p.31-36, 2013.

DE SMEDT, Bert; VERSCHAFFEL, Lieven. Traveling down the road: from Cognitive Neuroscience to Mathematics Education... And back. *ZDM Mathematics Education*, v.42, n.6, p.649-654, 2010.

DEVONSHIRE, Ian; DOMMETT, Eleanor. Neuroscience: viable applications in Education? *The neuroscientist*, v.16, n.4, p.349-356, 2010.

DUBINSKY, Janet. Neuroscience Education for prekindergarten-12 teachers. *Journal of neuroscience*, v.30, n.24, p.8057-8060, 2010.

FERNÁNDEZ BRAVO, José. Neurociencias y enseñanza de la matemática: prólogo de algunos retos educativos. *Revista Iberoamericana de Educación*, v.51, n.3, p.01-12, jan. 2010.

FERRADA, Donatila. El principio de emocionalidad-corporeidad: un complemento al modelo de aprendizaje ideológico. *Educere*, n.44, p.29-38, jan./mar. 2009.

FERRARI, Michel. What can Neuroscience bring to Education? *Educational Philosophy and theory*, v.43, n.1, p.31-36, 2011.

FRANTZ, Kyle; MCNERNEY, Colleen; SPITZER, Nicholas. We've got NERVE: a call to arms for Neuroscience Education. *Journal of Neuroscience*, v.29, n.11, p.3337-3339, mar. 2009.

GARCIA RETANA, José. La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Educación*, v.36, n.1, p.97-109, jan./jun. 2012.

GONÇALVES, Teresa. Promoção de habilidades cognitivas e educação: um modelo de análise de programas de desenvolvimento cognitivo. *Revista Brasileira de Educação*, v.15, n.45, p.564-598, set./dez. 2010.

\_\_\_\_\_. El sujeto neuronal: Aportaciones para una pedagogía de la posibilidad. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, v.13, n.2, p.273-298, 2012.

HARDIMAN, Mariale *et alii*. Neuroethics, Neuroeducation, and classroom teaching: where the brain sciences meet Pedagogy. *Neuroethics*, v.5, n.2, p.135-143, 2012.

HODGES, Donald. Can Neuroscience help us do a better job of teaching music? *General music today*, v.23, n.2, p.3-12, 2010.

HOOK, Cayce; FARAH, Martah. Neuroscience for educators: what are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, v.6, p.1-11, 2013.

HOWARD-JONES, Paul. Neuroscience and Education: myths and messages. *Nature reviews Neuroscience*, v.15, n.12, p.817-824, dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Philosophical challenges for researchers at the interface between Neuroscience and Education. *Journal of Philosophy of Education*, v.42, n.3-4, p.361-380, 2008.

\_\_\_\_\_; FENTON, Kate. The need for interdisciplinary dialogue in developing ethical approaches to neuroeducational research. *Neuroethics*, v.5, n.2, p.119-134, 2012.

JALONGO, Mary; HIRSH, Rae. Understanding reading anxiety: new insights from Neuroscience. *Early childhood education journal*, v.37, n.6, p.431-435, 2010.

JENSEN, Eric. Exciting times call for collaboration: brain science already has much to contribute to Education and will become even more important in the future, Mr. Jensen argues. More teachers need to use brain-based tools now. *Phi delta kappan*, v.89, n.6, s.p., fev. 2008.

JOHNSON-MILLER, Beverly. Guest editorial: Transfiguring transformational teaching. *Christian Education journal*, v.10, n.2, p.360-364, 2013.

KATZIR, Tami; PARE-BLAGOEV, Juliana. Applying Cognitive Neuroscience research to Education: the case of literacy. *Educational psychologist*, v.41, n.1, p.53-74, 2006.

KIM, Sung-II. Neuroscientific model of motivational process. *Frontiers in Psychology*, v.4, p.1-12, mar. 2013.

KOCH, Kourtland *et alii*. Convergence of two independent roads leads to collaboration between Education and Neuroscience. *Psychology in the Schools*, v.50, n.6, p.577-588, jun. 2013.

KONOPKA, Lukasz. Neuroscience prospective on Education. *Croatian medical journal*, v.55, n.4, p.428-430, ago. 2014.

LALANCETTE, Hélène; CAMPBELL, Stephen. Educational Neuroscience: neuroethical considerations. *International journal of environmental and science education*, v.7, n.1, p.37-52, jan. 2012.

LEISMAN, Gerry; MUALEM, Raed; MACHADO, Calixto. The integration of the Neurosciences, child public health, and education practice: hemisphere-specific remediation strategies as a discipline partnered rehabilitation tool in ADD/ADHD.

*Frontiers in public health*, v.1, p.1-7, jul. 2013.

LIU, Chia-Ju; CHIANG, Wen-Wei. Theory, method and practice of neuroscientific findings in Science Education. *International journal of Science & Math Education*, v.12, n.3, p.629-646, 2014.

LIVINGSTON, Robert. Neurosciences and Education. *Prospects*, v.3, n.4, p.415-437, 1973.

LUBIN, Amélie *et alii*. Numerical transcoding proficiency in 10-year-old schoolchildren is associated with gray matter inter-individual differences: a voxel-based morphometry study. *Frontiers in psychology*, v.4, p.1-7, abr. 2013.

MASON, Lucia. Bridging Neuroscience and Education: a two-way path is possible. *Cortex*, v.45, n.4, p.548-549, 2009.

MASSON, Steve *et alii*. Using fMRI to study conceptual change: why and how? *International journal of environmental and science education*, v.7, n.1, p.19-35, jan. 2012.

MAXWELL, Bruce; RACINE, Eric. The ethics of Neuroeducation: research, practice and policy. *Neuroethics*, v.5, n.2, p.101-103, 2012.

MENON, Vinod. Developmental Cognitive Neuroscience of arithmetic: implications for learning and Education. *ZDM Mathematics Education*, v.42, n.6, p.515-525, 2010.

MILLER, Kim. Neuroscience and Education: an outsider's view (part 1). *Practically primary*, v.18, n.3, p.24-26, out. 2013a.

\_\_\_\_\_. Neuroscience and Education: an outsider's view (part 2). *Practically primary*, v.18, n.3, p.26-29, out. 2013b.

MOGOLLÓN, Eddy. Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Electronica Educare*, v.14,

n.2, p.113-124, jul./dez. 2010.

MONEZI-ANDRADE, André Luiz *et alli*. Ensinar educação física no Brasil: uma proposta de integração. *Educación y educadores*, v.15, n.1, p.13-22, jan./abr. 2012.

MORALES SAAVEDRA, Soledad; QUILAQUEO RAPIMÁN, Daniel; URIBE SEPÚLVEDA, Pilar. Saber pedagógico y disciplinario del educador de infancia: un estudio en el sur de Chile. *Perfiles educativos*, v.22, n.130, p.49-66, 2010.

NARVAEZ, Darcia. Moral neuroeducation from early life through the lifespan. *Neuroethics*, v.5, n.2, p.145-157, 2012.

NORTON, Anderson; DEATER-DECKARD, Kirby. Mathematics in Mind, Brain and Education: a neo-piagetian approach. *International journal of science & Math Education*, v.12, n.3, p.647-667, 2014.

PEDERIVA, Patrícia; TRISTÃO, Rosana. Música e Cognição. *Ciências & Cognição*, v.9, p.83-90, 2006.

PEREIRA, Wilza *et alli*. Competências emocionais no processo de ensinar e aprender em enfermagem na perspectiva das Neurociências. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v.21, n.3, mai./jun. 2013.

PUEBLA WUTH, Ricardo. Las funciones cerebrales del aprendiendo a aprender (una aproximación al sustrato neurofuncional de la metacognición). *Revista iberoamericana de Educación*, n.50, p.1-10, set. 2009.

\_\_\_\_\_. Neurociencias de la Educación para la educación superior en Ciencias de la Salud. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, v.10, n.esp., p.277-292, 2012.

\_\_\_\_\_; TALMA, María Paz. Educación y Neurociencias: la conexión que hace falta. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, v.37, n.2, p.379-388, 2011.

QUINTANAR ROJAS, Luis *et alii*. Características neuropsicológicas de niños preescolares con trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista CES Psicología*, v.4, n.1, p.16-31, jan./jun. 2011.

RADFORD, Luis; ANDRÉ, Mélanie. Cerebro, cognición y matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, v.12, n.2, p.215-250, 2009.

RIBEIRO, Sidarta. Tempo de cérebro. *Estudos avançados*, v.27, n.77, p.7-22, 2013.

RUITER, Dirk; KESTEREN, Marlieke; FERNANDEZ, Guillen. How to achieve synergy between Medical Education and Cognitive Neuroscience? An exercise on prior knowledge in understanding. *Advances in Health Sciences Education*, v.17, n.2, p.225-240, 2012.

RUSHTON, Stephen. Neuroscience, early childhood education and play: we are doing it right! *Early childhood Education journal*, v.39, n.2, p.89-94, 2011.

\_\_\_\_\_; JUOLA-RUSHTON, Anne; LARKIN, Elizabeth. Neuroscience, play and early childhood education: connections, implications and assessment. *Early childhood education journal*, v.37, n.5, p.351-361, 2010.

SALAS SILVA, Raúl. ¿La Educación necesita realmente de la Neurociencia? *Estudios Pedagógicos*, n.29, p.155-171, 2003.

SEBASTIAN, Catherine *et alii*. Developmental influences on the neural bases of responses to social rejection: implications of Social Neuroscience for Education. *NeuroImage*, v.57, n.3, p.686-694, 2011.

SEIXAS, Sónia. Da neurobiologia das relações precoces à Neuroeducação. *Interacções*, n.30, p.44-71, 2014.

SIDKY, Sarah. Neuroscience: the key to effective education? *University of Toronto journal of undergraduate Life Sciences*, v.4, n.1, p.7, 2010.

SIGMAN, Mariano *et alii*. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, v.17, n.4, p.497-502, abr. 2014.

SOLBES, Jordi. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.6, n.2, p.190-212, 2009.

STERNBERG, Robert. The answer depends on the question: a reply to Eric Jensen: Mr. Sternberg does not doubt that brain science has implications for Education. The problem, he shows, is that brain research has yielded too many contradictory findings for educators to know with certainty which policies and practices to adopt. *Phi delta kappan*, v.89, n.6, s.p. fev. 2008.

STINCER GÓMEZ, Dení; MONROY NASR, Zuraya. Los afectos en la argumentación científica: una útil perspectiva para la formación de la habilidad de argumentar. *Nova scientia*, n.8, v.4, p.110-128, 2012.

TAKEUCHI, Margareth. *Estudo do uso de mapa conceitual na promoção de aprendizagem significativa de conteúdo de neurociência na graduação*. Dissertação (mestrado em Neurociências e Comportamento). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

THÉODORIDOU, Zoe *et alii*. An avant-garde professorship of Neurobiology in Education: Christofredo Jakob (1866-1956) and the 1920s lead of the National University of La Plata, Argentina. *Journal of the history of the Neurosciences*, v.22, n.4, p.366-382, 2013.

TIMM, Maria Isabel *et alii*. A virada computacional da Filosofia e sua influência na pesquisa educacional. *Ciências & Cognição*, v.11, p.2-20, jul. 2007.

TOMMERDAHL, Jodi. A model for bridging the gap between Neuroscience and Education. *Oxford review of Education*, v.36, n.1, p.97-109, fev. 2010.

VAN NES, Fenna. Mathematics Education and Neurosciences: Towards interdisciplinary insights into the development of young children's mathematical abilities. *Educational Philosophy and theory*, v.43, n.1, p.75-80, 2011.

VARMA, Sashank; MCCANDLISS, Bruce; SCHWARTZ, Daniel. Scientific and pragmatic challenges for bridging Education and Neuroscience. *Educational researcher*, v.37, n.3, p.140-152, 2008.

VIEIRA, Eduardo. Neurociências, cognição e educação: limites e possibilidades na formação de professores. *Práxis*, n.8, p.31-38, ago. 2012.

VILLARROEL VILLAMOR, José. Origen y desarrollo del pensamiento numérico: una perspectiva multidisciplinar. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, v.7, n.1, p.555-604, 2009.

WILLINGHAM, Dan. Three problems in the marriage of Neuroscience and Education. *Cortex*, v.45, n.4, p.544-545, 2009.

\_\_\_\_\_. When and how Neuroscience applies to Education: while he agrees with Eric Jensen that the findings of Neuroscience are relevant to Education, careful speculation about how they actually apply leads Mr. Willingham to offer a more sober estimate of their value. *Phi delta kappan*, v.89, n.6, s.p., fev. 2008.

ZARO, Milton *et alii*. Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da Neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. *Ciências & Cognição*, v.15, n.1, p.199-210, 2010.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

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

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, Jonathan Henriques do Amaral, autor do projeto de pesquisa intitulado *A Educação no “século do cérebro”: uma análise da “Neuroeducação” a partir dos Estudos da Ciência*, desenvolvido sob a orientação do professor Dr. Luís Henrique Sacchi dos Santos, no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), venho convidá-lo(a) a participar desta pesquisa.

De maneira ampla, trata-se de uma reflexão sobre as relações entre Ciências Humanas e Ciências Biológicas, com o propósito de contribuir para o estabelecimento de diálogos mais profícuos entre os dois campos, para além da mera realização de críticas ou denúncias por parte de ambas as áreas. De maneira específica, o trabalho tem por objetivo analisar, sob a perspectiva dos Estudos da Ciência, o processo de constituição da Neuroeducação enquanto área do saber, conhecendo os estilos de pensamento (i.e., as perspectivas teóricas a partir das quais se produz conhecimento) que têm se formado a partir de suas pesquisas e a forma como têm se estabelecido os diálogos entre os referenciais teórico-metodológicos da Neurociência e os da Educação. A pesquisa integra o projeto intitulado *Educação, Saúde e Ciências*, o qual é coordenado pelo professor Luís Henrique Sacchi dos Santos e foi avaliado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Educação (FACED) da UFRGS, obtendo aprovação.

A coleta de dados desta pesquisa envolve, além da análise de artigos e outros materiais acadêmicos produzidos sob a perspectiva da Neuroeducação, a realização de entrevistas semiestruturadas com dez pesquisadores da área, de diferentes cidades. Nas entrevistas, as falas individuais serão gravadas e, posteriormente, transcritas. **Será preservado o anonimato dos participantes; também será omitido o nome das instituições e dos grupos de pesquisa a que esses pesquisadores estão vinculados.** Os participantes terão garantido o direito de retirar-se da pesquisa no momento em que quiserem, sem que isso lhes cause qualquer tipo de prejuízo. Também está assegurada ao participante a solicitação de esclarecimentos em qualquer fase da pesquisa, por meio de correio eletrônico ([jhamaral@yahoo.com.br](mailto:jhamaral@yahoo.com.br)) ou telefone (51.9716.3140).

Ao final desta pesquisa, os dados obtidos nas entrevistas e suas respectivas análises serão veiculados em uma tese de doutorado, além de outros trabalhos a serem apresentados em eventos ou publicados em periódicos ou livros das áreas de Educação e Ciências Humanas. As gravações das entrevistas serão armazenadas em computador da sala 807 da FACED / UFRGS e serão deletadas em cinco anos.

A participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem, e os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na pesquisa com seres humanos, conforme a Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade.

Após estes esclarecimentos, solicitamos seu consentimento, de forma livre e

esclarecida, para que participe desta pesquisa. Para tanto, por favor, preencha os itens a seguir:

#### CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, aceito participar desta pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_

Agradecemos por sua autorização e colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

Jonathan Henriques do Amaral

Luís Henrique Sacchi dos Santos

## APÊNDICE B – ROTEIRO PRÉVIO DE ENTREVISTA

1) Gostaria que começasses contextualizando como surgiu, em tua trajetória acadêmica, o interesse em articular Neurociências e Educação.

2) Gostaria que falasses um pouco sobre as atividades que teu grupo de pesquisa vem desenvolvendo na articulação entre Neurociências e Educação. Como, quando e por que se constituiu o grupo? Que movimentos constituíram a possibilidade de criar um grupo de pesquisa?

3) Na tua opinião, a Neuroeducação dialoga com alguma tradição específica da pesquisa educacional? Qual? Por quê?

4) Se fosse possível dizer que existe algum “princípio básico” da Neuroeducação – algum argumento basilar desse novo campo –, que “princípio” seria esse?

5) De que modo tu enxergas as relações entre Ciências Humanas e Ciências Biológicas na Neuroeducação? Achas que, nesse novo campo, é possível pensar num novo tipo de relação entre essas duas áreas, que tradicionalmente se opõem? Por quê?

5.1) Em caso de resposta positiva: como poderia se dar esse diálogo, de modo que não só a Educação se apropriasse de referenciais das Neurociências, mas que também acontecesse o movimento inverso – isto é, as Neurociências se apropriarem de referenciais da Educação?

6) No campo da Educação, eu percebo que existe certo temor quanto a essa aproximação com as Ciências Biológicas – mais especificamente, com as Neurociências. Por exemplo, muitas vezes se faz uma relação automática – e, a meu ver, equivocada – entre Neuroeducação e medicalização dos transtornos de aprendizagem, como se esse fosse o objetivo dessa nova área. Na tua opinião, por que se faz essa associação?

7) Há algo mais que gostarias de registrar nessa entrevista?