

## MUTAÇÕES EM ESTILOS DE PENSAMENTO DA EDUCAÇÃO A PARTIR DOS DIÁLOGOS COM AS NEUROCIÊNCIAS: UMA ANÁLISE À LUZ DAS CONTRIBUIÇÕES DE LUDWIK FLECK

Jonathan Henriques do Amaral

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Brasil

Correio eletrônico: [jonathan.amaral@puers.br](mailto:jonathan.amaral@puers.br); [jhamaral@yahoo.com.br](mailto:jhamaral@yahoo.com.br)

### Resumo

Como consequência do desenvolvimento das Neurociências, várias áreas têm buscado dialogar com suas teorizações, como a Educação. O objetivo deste trabalho foi analisar que modificações têm ocorrido em perspectivas teóricas educacionais a partir desse diálogo. Analisaram-se 93 trabalhos e entrevistaram-se sete pesquisadores envolvidos com essa interface. Discutiram-se os dados à luz das teorizações de Ludwik Fleck sobre “estilos de pensamento”, “coletivos de pensamento” e “mutações em estilos de pensamento”. Constatou-se que teorizações de grande influência na Educação, como as de Jean Piaget, têm sido alvo de novas interpretações, com base em estilos de pensamento neurocientíficos. O papel de emoções e sentimentos na aprendizagem tem sido enfatizado, passando a ser questionado o pressuposto de que ela é um processo puramente racional. O determinismo biológico é colocado em xeque: a compreensão do sistema nervoso deve levar em conta as interações entre biologia e ambiente. Argumenta-se neste trabalho que estilos de pensamento da Educação têm passado por mutações paulatinas, compreendidas aqui como sintomáticas do contexto histórico e social contemporâneo, marcado pelo expressivo desenvolvimento das Neurociências e pela disseminação de seus estilos de pensamento tanto na cultura de massas quanto em disciplinas científicas que, em princípio, não teriam relação com a área.

**Palavras-chave:** Fleck, Ludwik; produção de conhecimento; estilo de pensamento; coletivo de pensamento; Educação; Neurociências.

### 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<sup>1</sup> 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, dentre outros espaços (VIDAL; ORTEGA, 2011; ROSE; ABI-RACHED, 2013).

Cabe mencionar alguns exemplos para tornar esse argumento mais compreensível. A abertura dos jogos da Copa do Mundo de 2014, em São Paulo – SP (Brasil), foi marcada pelo chute de um homem paraplégico, que utilizou um equipamento desenvolvido pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis e sua equipe; desde 2010 tem sido 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 de massas, 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

---

1 Campo interdisciplinar, as Neurociências abrangem distintas abordagens e tendências teóricas. Os objetos de pesquisa desse campo também são diversos, embora todos mantenham relação com o estudo do sistema nervoso (cf. ROSE, 2006; 2012; EHRENBERG, 2009; ORTEGA; ZORZANELLI, 2010).

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”.

conhecimentos neurocientíficos podem não estar circulando, pois algumas pessoas podem desconhecer esses saberes ou até mesmo resistir a eles. Todavia, não se pode negar a existência desse fenômeno, 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 abordagem epistemológica de Ludwik Fleck (2010) se mostra pertinente para a compreensão desse fenômeno<sup>3</sup>. Para o autor, a produção de conhecimento científico sempre se dá com base em um “estilo de pensamento” – uma predisposição 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 – 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 determinado estilo – 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” (cf. AZIZE, 2010; VIDAL; ORTEGA, 2011; ROSE; ABI-RACHED, 2013). No entanto, essa disseminação de estilos de pensamento neurocientíficos está ocorrendo não só na cultura de massas, 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,

---

3 Para conhecimento da biografia de Fleck e das repercussões de sua obra no campo dos Estudos Sociais da Ciência, cf. coletânea organizada por Condé (2012).

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 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, variando 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 neste trabalho. 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 objetivo deste trabalho foi analisar, à luz das contribuições epistemológicas de Fleck, que modificações têm ocorrido em estilos de pensamento da Educação a partir desse diálogo com as Neurociências. Segundo Fleck, um estilo de pensamento pode passar por mutações, a partir do contato com estilos de pensamento distintos, produzidos por outros coletivos de pensamento. Assim, a percepção pode ser direcionada para aspectos que anteriormente não eram considerados, ou eram interpretados de formas diversas; novos elementos entram em jogo nos processos cognitivos, de modo que podem ser formulados novos problemas de pesquisa. Na concepção de Fleck, esse é o processo por meio do qual a ciência se modifica, conquanto ele não envolva rupturas radicais: pelo contrário, as mutações

são paulatinas, mantendo elementos de estilos de pensamento anteriores<sup>4</sup> (FLECK, 2010).

A seção a seguir apresenta a metodologia utilizada para a realização desta pesquisa. Posteriormente, são apresentadas as informações obtidas, as quais foram analisadas e discutidas com base no pensamento de Fleck. As conclusões retomam os argumentos defendidos ao longo do trabalho, apontando para a potencialidade do pensamento de Fleck para a análise da produção de conhecimento nas Ciências Humanas e Sociais.

## Metodologia

Os dados empíricos foram gerados a partir de duas estratégias metodológicas diferentes: a análise de trabalhos acadêmicos (especialmente artigos científicos) e a realização de entrevistas semiestruturadas com pesquisadores envolvidos com as interlocuções entre Neurociências e Educação. No que tange à primeira estratégia, foi realizado levantamento no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil)<sup>5</sup>, por meio das seguintes palavras-chave: *Neuroeducação*; *Neuroeducación*; *Neuroeducation*; *Neurociências e Educação*; *Neurociencias y Educación* e *Neurosciences and Education* (levando em conta os idiomas de domínio do autor do trabalho). 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 jornais e revistas não científicas.

Após leitura do resumo e das palavras-chave de cada um dos trabalhos resgatados, foram excluídos os materiais repetidos e aqueles que não tratassem da relação entre Neurociências e Educação<sup>6</sup>. 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>7</sup>. O fechamento da amostra ocorreu a partir da saturação das informações, isto é, quando

---

4 Essa é uma diferença substancial entre o pensamento de Fleck e o de Thomas Kuhn. Para este, a ciência se modifica por meio de “revoluções científicas”, que implicam rupturas radicais com “paradigmas” antecessores (cf. Kuhn, 1998). De qualquer modo, é evidente a influência de Fleck sobre a obra de Kuhn – reconhecida por este último autor no prefácio de *A estrutura das revoluções científicas*.

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 06 de setembro de 2016).

6 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.

7 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

não foram mais encontradas informações inéditas ou relevantes para os propósitos da pesquisa. 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: dos 93 trabalhos analisados, 79 foram publicados a partir desse ano.

Também foram entrevistados, ao longo do ano de 2015, sete pesquisadores envolvidos com as interlocuções entre Educação e Neurociências, atuantes nos estados brasileiros 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 envolvidos com as articulações entre Neurociências e Educação; assim, a intenção foi contemplar essa diversidade de formações<sup>8</sup>. 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. Desses sete pesquisadores, seis possuem título de doutor e uma possui título de mestre. Para evitar a identificação dos entrevistados, eles serão referidos com o código “P” (pesquisador), seguido pela ordem de realização das entrevistas. Assim, por exemplo, o código “P1” se refere ao primeiro pesquisador entrevistado.

### **Mutações em estilos de pensamento educacionais a partir do diálogo com as Neurociências**

Ao longo do material analisado, foram encontradas tentativas de ressignificar, à luz das Neurociências, certos pressupostos 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 Jean Piaget e Lev Vygotsky – com pesquisas

---

foram analisados neste estudo, 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 volume considerável de informações a serem tratadas.

8 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 do trabalho.

neurocientíficas recentes, originando mutações nos estilos de pensamento baseados nesses autores.

Um dos temas recorrentemente abordados no material empírico do trabalho 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 esses autores, a tradicional disjunção entre razão e emoção deixa de fazer sentido, conforme é possível perceber nos excertos abaixo:

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).

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).

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).

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 dos vínculos emocionais existentes com certo tipo de conhecimento. Para o desenvolvimento de seu estudo, Brockington se valeu da coleta de padrões psicofisiológicos<sup>9</sup>:

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 um argumento utilizado para justificar 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:

---

9 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).



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 desagrada (BROCKINGTON, 2011: 154).

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).

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).

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:

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).

A recorrência aos estilos de pensamento neurocientíficos para justificar mudanças no campo educacional pode ser compreendida por meio do que Vidal e Ortega (2011) denominam de “eficácia simbólica do cérebro”. Para os autores, saberes neurocientíficos têm sido utilizados para, por exemplo, tornar mais confiável um produto a ser vendido ou um argumento a ser defendido. Essa eficácia do cérebro 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). 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.

No entanto, não é apenas em relação à nutrição que foi verificada a busca de fundamentação nas Neurociências para garantir a solidez supostamente maior dos argumentos defendidos. Ao afirmar que certas proposições neurocientíficas não são exatamente novas, alguns autores consideram que as Neurociências podem agregar  *mais* elementos a teorias 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, alguns autores têm a expectativa de que as Neurociências – área que conta com o rigor pretensamente 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 forneceriam 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 considerada 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 reinterpretação de pressupostos teóricos basilares do campo educacional. 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 teorias 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).

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 (NORTON; DEATER-DECKARD, 2014: 663).

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. 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).

Nesse sentido, é possível vislumbrar indícios de mutações em estilos de pensamento baseados na obra de Piaget – os quais têm exercido forte influência na pesquisa educacional. Segundo Fleck, a mutação de estilos ocorre por meio do tráfego intercoletivo de pensamentos – processo a partir do qual os saberes formulados por um coletivo se disseminam por outros, gerando mutações nos estilos de pensamento que entraram em contato com esses novos saberes. A partir desse contato, 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).

Isso não significa que a comunicação entre coletivos de pensamento diferentes seja isenta de dificuldades. Um dos problemas de comunicação entre a Educação e as Neurociências se refere às diferenças entre os conceitos elaborados por cada área, que podem ser incomensuráveis entre si: o que a Educação entende por “ambiente” ou “aprendizagem” pode diferir do que as Neurociências compreendem por isso (VARMA; MCCANDLISS; SCHWARTZ, 2008: 142; 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), professores atuantes em sala de aula criam suas próprias concepções acerca do que seja a aprendizagem, as quais podem não ter validação empírica – o que, do ponto de vista neurocientífico, é considerado um problema. 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 que muitas vezes não é passível de visualização a olho nu, caracterizada por fatores biológicos, que incluem, por exemplo, nutrição e oxigênio. Já para a Educação, o ambiente tem um significado mais abrangente, que abrange influências culturais, escolares e socioeconômicas; logo, diz respeito a uma escala mais ampla (HOWARD-JONES, 2008).

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. Os estudos neurocientíficos 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 (ANSARI; DE SMEDT; GRABNER, 2012: 113). Logo, esses estudos demandam 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

articlem Neurociências e Educação (DEVONSHIRE; DOMMETT, 2010; BROCKINGTON, 2011).

Novamente, a abordagem de Fleck (1986a; 1986b; 2010) se mostra pertinente para compreender essas dificuldades de articulação entre 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).

Em seis entrevistas e 46 trabalhos analisados, 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. 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. Além disso, com base no entendimento da neuroplasticidade, as pretensões do determinismo biológico são colocadas em xeque:

[...] 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).

Segundo Rose (2013), a concepção de que biologia e cultura interagem constantemente é um pressuposto de muitos estilos de pensamento biológicos contemporâneos, conforme os quais a biologia é, muitas vezes, uma possibilidade, e não uma determinante. Além disso, para o autor, alguns cientistas sociais vêm problematizando os limites do que se convencionou chamar de “virada discursiva” e argumentando 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 sociais – o que não implica necessariamente que nos tornemos reducionistas ou reacionários (cf. Rose, 2013). Portanto, a aproximação entre Neurociências e Educação pode ser compreendida como fenômeno sintomático dessas mutações que têm ocorrido tanto em estilos de pensamento biológicos quanto naqueles vinculados às Ciências Sociais e Humanas.

### **Conclusões**

As mutações nos estilos de pensamento não ocorrem abruptamente. Logo, o que se pode depreender da aproximação entre Neurociências e Educação é que os estilos de pensamento da última área têm passado por modificações paulatinas, as quais esbarram em dificuldades ligadas às diferenças metodológicas dos dois campos e à incomensurabilidade de seus conceitos<sup>10</sup>.

Essas mutações paulatinas são compreendidas aqui como sintomáticas do contexto histórico e social contemporâneo, marcado pelo expressivo desenvolvimento das Neurociências e pela disseminação de seus estilos de pensamento tanto na cultura de massas quanto em disciplinas científicas que, em princípio, não teriam relação com a área. Essa compreensão é baseada no pensamento de Fleck (2010), para quem a produção de conhecimento científico é uma prática fundamentalmente social, que carrega as marcas da cultura, das relações sociais, das instituições que fazem parte do contexto em que a ciência é desenvolvida.

Na mesma direção, Fleck (1986b) também afirma que os estilos de pensamento de determinada época carregam traços comuns à vida intelectual dessa época. O autor argumenta

---

10 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”.



que, no período em que escreveu o texto aqui mencionado (fim dos anos 1940), a estatística e o cálculo probabilístico faziam parte da “moda intelectual” daquele momento, estando presente em áreas tão diversas como a Física, a Sociologia e a Biologia. Parafraseando o autor, pode-se que dizer que são as Neurociências que constituem a “moda intelectual” do atual contexto histórico e social.

De qualquer modo, espera-se que, mais do que uma “moda”, a aproximação entre Educação e Neurociências contribua para a obtenção de uma compreensão mais acurada e aproximada do que nós, seres humanos, somos, superando a dicotomia entre natureza e cultura e contribuindo para o estabelecimento de relações menos tensas entre Ciências Biológicas e Ciências Sociais – para além das críticas e denúncias que uma área tradicionalmente tem feito à outra. Nesse sentido, a promoção 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.

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

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.

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.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (org.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012.

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

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

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

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.

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

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.

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

HOWARD-JONES, Paul. 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.

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.

KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1998.

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

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.

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.

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

\_\_\_\_\_; 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.

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

ROSE, Nikolas. The human sciences in a biological age. *Theory, culture & society*, n.30, v.1, p.3-34, 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*. Nova Jersey: Princeton University Press, 2013.

ROSE, Steven. *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.

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.

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.

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.