

## DA FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO ÀS NEUROCIÊNCIAS: CONTRIBUTOS AVULSOS PARA UMA NEURODIDÁTICA

*FROM THE PHILOSOPHY OF EDUCATION TO THE NEUROSCIENCES: SEVERAL  
CONTRIBUTIONS TO A NEURODIDACTICS*

**Paulo Alexandre e Castro**   
Instituto de Estudos Filosóficos, IEF  
Universidade de Coimbra, UC  
Coimbra, Portugal  
[paecastro@gmail.com](mailto:paecastro@gmail.com)

**Resumo.** A filosofia da educação desde as suas formulações iniciais (que remontam à antiguidade grega) que procura refletir criticamente sobre o que é a educação e a pedagogia (tomada genericamente como o conjunto de teorias e métodos voltados para a educação e o ensino). A didática, enquanto eixo central da pedagogia, procura determinar segundo técnicas, métodos e processos de ensino aquilo que pode ser aprendido. Dos primeiros modelos teóricos (sobretudo a partir do início do século XVII com Comênio na Didáctica Magna e posteriormente com Herbart e a Pedagogia Geral), passando pela educação expressiva até se chegar aos game-based learning, a didática tem procurado conciliar diferentes paradigmas de racionalidade e inteligência humana com a dinamização do conhecimento e apreensão (captação da atenção) do real. No entanto, as neurociências que vem ganhando e expandido o seu horizonte de aplicação, tem sugerido e colocado hipóteses de trabalho que ajudam à construção de uma neuroeducação, o que por sua vez nos encaminha para uma neurodidática. Tendo por base algumas dessas premissas procurar-se-á aclarar o sentido e alcance dessa nova área experimental e exploratória.

**Palavras chave:** filosofia da educação; neurodidática; cérebro: neuroplasticidade.

**Abstract.** The philosophy of education from its initial formulations (which date back to Greek antiquity) that seeks to critically reflect on what education and pedagogy are (generally taken as a set of theories and methods aimed at education and teaching). Didactics, as the central axis of pedagogy, seeks to determine, according to techniques, methods and teaching processes, what can be learned. From the first theoretical models (especially from the beginning of the 17th century with Comenius in his Didáctica Magna and later with Herbart and his General Pedagogy), through expressive education to game-based learning, didactics has sought to reconcile different paradigms of rationality and human intelligence with the dynamization of knowledge and apprehension (attention capture) of the real. However, the neurosciences that have been gaining and expanding their application horizon, have suggested and proposed working hypotheses that help to build neuroeducation, which in turn leads to neurodidactics. Based on some of these premises, an attempt will be made to examine the meaning and scope of this new experimental and exploratory area.

**Keywords:** philosophy of education; neurodidactics; brain: neuroplasticity.

### INTRODUÇÃO: A IMPORTÂNCIA DA (FILOSOFIA DA) EDUCAÇÃO E O VERBO EDUCAR

O desafio de pensar a educação neste primeiro quarto do século XXI (quer do ponto de vista pedagógico-didático quer do ponto de vista da gestão) é por si só, uma agenda cujos contornos se tornam difíceis de delimitar. As diferentes e sempre dinâmicas estruturas sociais, culturais, políticas, económicas e científicas não facilitam a criação de um quadro estável interpretativo que permita a organização e ordenação dos conhecimentos e, portanto, da sua correta transmissão nos diversos graus de ensino. Todavia, nesta afirmação não se deve ler uma qualquer tentativa de desculpabilização da estruturação do ensino, mas pelo contrário (mesmo que isso possa parecer antagónico numa primeira leitura) mas uma crítica à forma como essa estruturação e organização se dá. De acordo com a temática deste artigo, o exemplo mais apropriado será o da introdução apressada dos conteúdos (leia-se, das descobertas) das neurociências nas diferentes disciplinas (e nas suas intersecções), desconsiderando importantes elementos do percurso como por exemplo a preparação adequada daqueles que irão ministrar esses mesmos conteúdos em ambiente escolar ou a certificação de resultados (até mesmo a adequação e a organização empírica de conteúdos de acordo com os princípios pedagógicos e no caso presente, da neuroeducação).

Bruer no seu artigo «Education and the brain: A bridge too far» (1997), foi sensível a esta questão e aponta três descobertas das neurociências que conduziram a interpretações e aplicações despropositadas que os professores queriam levar para contexto de sala de aula, a saber, a primeira, o facto de ser ter descoberto que na infância se produz um aumento exponencial de sinapses (sinaptogénese), a que ocorre de seguida o período de “poda sináptica”, segunda, que existem períodos do desenvolvimento que exigem experiências sensoriais e motoras, e terceiro (descoberta feita em laboratório com ratinhos), que ambientes

enriquecidos estimulariam novas sinapses (1997, p. 4). Sem mais, percebe-se o risco de tais conclusões serem levadas para o ensino sem qualquer tipo de validação quer científica quer pedagógica.

Em boa verdade, a tarefa nunca foi fácil e a história da civilização dá conta disso mesmo; entre atropelos e aquisições (entre a adoção, a tolerância e a rejeição de teorias no mundo científico e acadêmico) a história e a filosofia da educação está marcada por episódios que revelam a dificuldade de conjugação entre conhecimento e sabedoria, entre tradição e modernidade, entre se se preferir, a alquimia da suposição e a digitalização das possibilidades que os data parecem conformar. Talvez por isso valesse a pena pensar a neuroeducação a partir da inspiração crítica que a filosofia da educação fornece e estimula. Nesse sentido, acentuar a importância da filosofia da educação é acentuar a necessidade de refletir criticamente (filosoficamente) sobre os processos de educação, como Luckesi refere:

Filosofia e educação são dois fenômenos que estão presentes em todas as sociedades. Uma como interpretação teórica das aspirações, desejos e anseios de um grupo humano, a outra como instrumento de veiculação dessa interpretação. A filosofia fornece à educação uma reflexão sobre a sociedade na qual está situada, sobre o educando, o educador e para onde esses elementos podem caminhar. Nas relações entre filosofia e educação só existem realmente duas opções: ou se pensa e se reflete sobre o que se faz e assim se realiza uma ação educativa consciente; ou não se reflete criticamente e se executa uma ação pedagógica a partir de uma concepção mais ou menos obscura e opaca existente na cultura vivida do dia a dia – e assim se realiza uma ação educativa com baixo nível de consciência (Luckesi, 1994, p. 21).

A necessidade de uma reflexão séria como a que a filosofia da educação pratica pode ser um fulcral não só para a dinamização dos processos educativos futuros como para a própria constituição de um conhecimento solidificado. Repare-se que desde Platão que se instituiu a necessidade da educação – e diga-se, de um certo modelo educativo – que atravessaria séculos. Descartes, Montaigne, Rousseau, Comte, Alain entre muitos outros procuraram refletir sobre os princípios fundamentais que estariam na base da aquisição do conhecimento e, portanto, no modo de transmissão dos mesmos, ou seja, no processo de educação. De certa forma, quando Kant refere que o homem só se pode tornar homem pela educação, está já a afirmar a necessidade que preside à interrogação fundamental: o que é o homem? Nesta simples, mas radical pergunta – o que é o homem? – em que se ditam variadas respostas como a linguagem, a cultura, o riso, o trabalho, está já contida a (uma certa) filosofia da educação. Tudo o que se faz no mundo humano é o resultado de um processo educativo: nada existe no mundo humano sem educação. Por isso, a filosofia da educação pensa nas diferentes práticas e teorias pedagógicas, nos objetivos da educação, no papel de educadores não apenas no contexto escolar, mas na sociedade, e pensa – aqui é o ponto importante para esta reflexão – como ampliar o potencial de aprendizagem de todos os envolvidos. Isto justifica por si mesmo por que muitos pensadores reservavam aos filósofos o papel de educare e educere, isto é, de formar os cidadãos na academia (educação escolar) e de os formar no exercício da cidadania (na conduta ética e política perante a sociedade).

Pode, pois, dizer-se que o verbo educar estava no princípio (não apenas da civilização helénica, mas das grandes civilizações) tal como estava no século das luzes (*Aufklärung*) e como deve estar ainda – mais – nos dias de hoje. O paradoxo é evidente como a crítica deve ser: nunca uma civilização dispôs de tanta informação e conhecimento e nunca esteve tão alienada como está hoje. O desprezo pelo saber e pela justiça social atingiu o seu ponto alto na era dos data. Urge, mais uma vez, reinventar a civilização, reinventando os modelos educativos. A integração dos conhecimentos neurocientíficos (note-se que as neurociências não são uma disciplina menor da biologia, mas uma área interdisciplinar que considera diversos contributos) num modelo educativo que considere as diferentes e dinâmicas variáveis poderá operar uma transformação que é não só indispensável como desejável. Assim, a educação é não apenas um processo social e político, mas um processo científico que relaciona (dadas as suas origens e objetivos) o avanço civilizacional com a compreensão do lugar do homem no mundo, se se preferir, com a consciencialização do mundo humano. Saviani ressalta o aspecto histórico e progressivo desta relação quando refere que “o estudo das raízes históricas da educação contemporânea mostra-nos a estreita relação entre a mesma e a consciência que o homem tem de si mesmo, consciência esta que se modifica de época para época, de lugar para lugar, de acordo com um modelo ideal de homem e de sociedade” (Saviani, 1991, p. 55).

Resumindo, a educação enquanto modelo tradicional de transmissão de saberes e conhecimentos (que vigorou durante séculos e que colocava a ênfase na formação escolar da infância e adolescência) é já obsoleta e contrária aquilo que já para Durkheim era fundamental: manter a abertura de espírito ao longo de toda a vida.

## **APONTAMENTOS BREVES SOBRE MODELOS EDUCATIVOS**

Já foram referidos ao longo deste ensaio alguns termos como educação, pedagogia, neuroeducação, neurodidáctica que urgem agora aclarar. Desde logo, o termo educação. De uma forma genérica podemos dizer que a educação é um processo natural e social; natural porque transmitir habilidades e conhecimentos é algo intrínseco à natureza humana e social porque é um acto participativo que envolve pelo menos dois sujeitos. Do ponto de vista educativo, a pedagogia refere-se ao conjunto de princípios, teorias e métodos que são usados no ensino (didáctica é a arte que os põe em prática), isto é, diz respeito ao modo de conduzir a educação. Historicamente, para essa condução foram utilizados diversos métodos sendo os mais conhecidos: o método tradicional, o método montessoriano, o método da escola de Waldorf, o modelo sócio-interacionista, o método construtivista e o modelo de Paulo Freire.

O método tradicional vigorou durante séculos e deposita na figura do professor todo o protagonismo, colocando numa posição de superioridade face ao aluno, pois é ele a autoridade e o detentor do conhecimento (o aluno não teria qualquer autonomia). Com o modelo montessoriano (da médica italiana Maria Montessori, n.1870-m.1952) aposta-se na formação integral do sujeito, estimulando-o e dando-lhe um certo grau de liberdade que se pode ler no lema que celebrizou “educar para a vida” (cf. 1912; 1936).

Rudolf Steiner (n.1861-m.1925), criador da antroposofia e da pedagogia Waldorf (a divisão em setênios é única) estabelece um ensino que assenta na importância das atividades corporais, manuais e artísticas para um desenvolvimento integral (que é validado pela participação ativa da família nessa aprendizagem). Existem ainda muitas escolas que pautam a sua acção com base neste modelo artístico.

O método de ensino sócio-interacionista de Lev Vygotsky coloca a tónica na influência do ambiente sobre os processos de aprendizagem e, portanto, a interação social (em que estão pressupostos diferentes elementos subjetivos e o objectivos que os sujeitos encontram no seu quotidiano) é geradora de conhecimento e de novas ideias (cf. 1987; 1988; 1999).

O modelo de Vygotsky partilha algumas semelhanças (e alguns princípios) com o modelo construtivista de Jean Piaget (n.1896-m.1980) que assenta na ideia de construção, quer dizer, o aluno constrói o saber retirando protagonismo ao professor (cf. 1967; 1970; 1971). De modo genérico trata-se de um modelo que procura o equilíbrio. A rutura dá-se quando, por exemplo ocorre uma mudança no meio ambiente e o sujeito não está preparado para ela, e isso provoca um desequilíbrio. Nesta situação o sujeito procura fazer uma reorganização mental (através dos mecanismos que Piaget descreveu como assimilação e acomodação, sendo que na assimilação o sujeito incorpora os elementos do meio com uma estrutura cognitiva existente em si e na acomodação ele cria o modifica as estruturas cognitivas para se ajustar a essas alterações ditadas pelo ambiente) que o levará a adaptar e a restabelecer o equilíbrio. Dizendo de outro modo: a aprendizagem dá-se com a assimilação (por exemplo, novas informações), acomoda-se (isto é, integra essas informações na sua base cognitiva), e equilibra-se (reajusta-se cognitivamente em face das novas informações). Com base nestes ensinamentos, um dos seus alunos, Reuven Feuerstein (n.1921-m.2014) acabaria por apresentar a teoria da modificabilidade cognitiva estrutural cuja ideia central é que todo o indivíduo (independentemente da idade, da sua etnia, cultura ou mesmo da sua capacidade intelectual) pode aprender e pode ser estimulada a sua inteligência (cf. 2014). Feuerstein acabaria por criar o “Programa de Enriquecimento Instrumental” em que «com a ajuda dos instrumentos, queremos criar nos aprendizes as estruturas de pensamento e motivações emocionais que os permitirão se modificar no curso do contato direto com a informação, estímulo e experiências” (Feuerstein, 2014, p.167).

No modelo de Paulo Freire (n.1921-m.1997), conhecido como educação libertadora (1967; 1987) e que viria a influenciar a pedagogia crítica (Henry Giroux), aposta na autonomia e liberdade do aluno (as suas vivências são fonte de saber quer para si quer para a sala de aula) para fomentar a sua educação (o método de alfabetização dialéctico conforme consta na obra *Pedagogia do Oprimido*).

Independentemente dos métodos adotados, uma certeza se torna evidente: a aprendizagem é feita sempre ao longo da vida, não apenas por razões profissionais, mas por razões de pessoais de satisfação, de autorrealização, e nesse sentido a ciência e a neurociência acabam por revelar e confirmar a natureza do humano.

Como diz Oliveira (2014, p. 21) “a aprendizagem se dá, com particularidades, ao longo da vida do indivíduo. Não se espera o fechamento deste processo com um último e definitivo certificado. Pode-se

dizer que, neste momento, a neurociência não busca uma nova teoria da educação científica, mas a compreensão científica da educação.

Certamente e apesar de se retirarem dos modelos que se viram anteriormente importantes lições e ensinamentos (diga-se que esses modelos estão ainda em voga em muitas partes do mundo, sobretudo em países em desenvolvimento), eles próprios anunciam o seu fim (estão largamente superados). Estão obsoletos desde logo porque em grande parte esses modelos ainda tem muito de tradicional, apostando na memorização de conteúdos e no excesso de trabalhos concretos (como caso da História ou da Matemática) sem uma análise e tratamento de conceitos ou significados, o que segundo Immordino-Yang pode gerar sérios problemas na formação do aluno pois acabam por “encorajar os alunos a se concentrarem no aqui e agora para realizar tarefas concretas dadas a eles, poderia enfraquecer a criação de significado socio emocional, o desenvolvimento de identidade, a compreensão conceitual dos alunos e, finalmente, seu sucesso acadêmico de longo prazo” (Immordino-Yang, 2016, p. 215).

Mas também porque a sociedade de hoje é uma sociedade mediatizada, uma sociedade tecnológica cuja motivação principal se foca numa espécie de hedonismo absurdo (florescem os gurus e coaches com fórmulas mágicas para a felicidade e o sucesso) que deseja o já pronto a consumir, que está sedenta de inovação e que despreza o saber. Uma sociedade alienada voltada para o hiperconsumo e para a facilidade digital e virtual (cuja crítica se estende desde Vilém Flusser – as imagens técnicas, passando por Paul Virílio – a vertigem da velocidade e da instantaneidade, até chegar a Slavoj Žižek ou a Byung-Chul Han, uma sociedade cansada e suposta existir). A sociedade evoluiu (progrediu?) e não responde do mesmo modo aos (mesmos) estímulos das gerações anteriores. Estando cientes desta constatação, ganha sentido pensar numa alternativa como a neuroeducação.

## **A APLICAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA À EDUCAÇÃO: A NEURODIDÁCTICA**

A neuroeducação constitui-se como uma área de estudo interdisciplinar que integra diversos conhecimentos (que vão das neurociências à educação) com vista a melhorar o ensino através da compreensão dos processos cognitivos e emocionais. Ora, o que interessa aqui realçar é precisamente aquilo que se pode constituir como uma neurodidáctica, ou seja, aquilo que fazendo jus ao estabelecido para a neuroeducação pode potenciar as diretrizes das teorias pedagógicas. Mas o que se quer realmente dizer quando se fala de neurodidáctica ou de neuroeducação, isto é, o que se procura afinal?

Quando se aplica os conhecimentos das neurociências ao ensino, aquilo que se está a procurar ver é a relação existente entre as condições necessárias de aprendizagem (que vão desde o material didático aos recursos humanos) para estimular as funções cerebrais que permitam modificar as estruturas cognitivas que estejam “estagnadas”. Dizendo de outra forma, procurar perceber como com novas metodologias (de base neurocientífica) podem otimizar a aprendizagem (seja em sala de aula ou ao longo da vida). Recorde-se que Vygotsky (1999) mencionava a importância existente entre desenvolvimento e aprendizagem, quer dizer, da interligação existente e retroalimentada nesses processos (aprender produz desenvolvimento e este por sua vez, origina outras formas de aprendizagem mais complexas), ou nas palavras do psicólogo,

considerada deste ponto de vista, a aprendizagem, não é, em si mesma, desenvolvimento mental, activa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta activação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não-naturais, mas formadas historicamente (Vigotski, 1999, p.115).

Considerando aquilo que está implícito e validado na neuroeducação, a neurodidáctica toma para si quatro certezas: a plasticidade cerebral, o papel das emoções, a aprendizagem multissensorial, e a existência de neurónios-espelho.

A plasticidade cerebral revela que o cérebro se adapta constantemente ao longo da vida e, portanto, é capaz de gerar novas conexões neuronais (novas sinapses). Neste sentido as emoções desempenham um papel determinante pois comprovou-se que a ligação entre aprendizagem e emoção é mais produtiva e duradoura ou dizendo de forma simples, um cérebro que se emociona aprende (por exemplo, a curiosidade, a surpresa, a criatividade, alimentam as emoções e estas facilitam qualitativamente a aprendizagem); a aprendizagem feita num contexto relacional e emocional dá forma à cognição. Assim, também um cérebro que seja estimulado multissensorialmente, isto é, através dos cinco sentidos (e sobretudo que a via de percepção não seja apenas um sentido, por exemplo a visão e audição em simultâneo) aprende melhor. A existência de neurónios espelho que são ativados quando se observam outras pessoas (colegas ou

professores por exemplo) a realizar uma determinada acção (o carácter imitativo da acção que espelha um comportamento) ajuda a interpretar os conteúdos subjacentes a essa acção mas também permite um alargamento da compreensão (do comportamento) dos outros no meio.

Apesar destas certezas poderem ser aplicadas pedagogicamente, e como tivemos ocasião de referir, exige-se alguma atenção para evitar a repetição daquilo que alguns classificam como neuro-mitos (os mais comuns são o uso de apenas 10% do cérebro, o funcionamento independente do hemisfério esquerdo e direito do cérebro, as múltiplas inteligências, e até o beber água em excesso para melhorar a aprendizagem). A preocupação de Bruer (1997) a que já nos referimos anteriormente revela duas considerações essenciais: até num ambiente escolar há variáveis que interferem no processo de aprendizagem e, muitas dessas descobertas do passado eram aplicadas sem terem em conta, por exemplo, o ambiente/condições (controlados) em que essas descobertas ocorreram (ou seja, para Bruer tais descobertas exigem amadurecimento).

Voltando ao cérebro, sabemos que ele dispõe de inúmeras potencialidades que devem ser aproveitadas em favor de uma aprendizagem mais saudável, de que Maia e Thompson sintetizam num parágrafo:

o cérebro, como estrutura mais desenvolvida e complexa dentro do SNC, tem as atribuições mais complexas dentre as supracitadas, incluindo projeção sensorial e cognição, planeamento e iniciação de movimentos voluntários, processos mentais complexos (pensamento, raciocínio), compreensão e expressão da linguagem, memória e aprendizagem, experiências emocionais e motivacionais (Maia & Thompson, 2011, p. 21).

Ora, tendo uma exacta noção dessas potencialidades cerebrais é importante, todavia, não descurar (mais uma vez relembando as preocupações de Bruer) as particularidades que existem em sala de aula: cada discente é único e cada aluno é único. Dizendo assim parece colocar-se uma impossibilidade intransponível. Thompson vê aí uma oportunidade para agir pedagogicamente, quer dizer, o professor deve levar em conta as diferenças ambientais, culturais, linguísticas, etc., para as potencializar. O professor deve otimizar essas diferenças enquanto conjunto de experiências significativas que ajudam à aprendizagem e Thompson sugere algumas áreas que podem ser trabalhadas dinamicamente para tal efeito como o controle da atenção:

capacitar a concentração de recursos mentais. Controle da recepção: capacitar a retardar a recompensa e se tornar processador ativo da informação. Controle da expressão: capacitar a pensar sobre alternativas. Ordenação sequencial: capacitar a agir passo a passo. Orientação espacial: capacitar a se engajar ao pensamento não verbal produtivo. Memória: capacitar a usar seus arquivos de forma consciente. Linguagem: capacitar a se tornar comunicador verbal eficiente. Motricidade: capacitar um nível satisfatório de eficiência motora. Pensamento social: capacitar a compreender as habilidades interpessoais. Pensamento superior: capacitar a se tornar analista conceitual, criativo, sistémico e crítico (Thompson, 2011, pp. 24-25).

Na verdade, estas áreas acabam por reflectir algumas das preocupações da pedagogia moderna e por revelar a importância da neuroeducação. De notar que para Tokuhamma-Espinosa (2008) esta neuroeducação está já presente nos modelos de aprendizagem a partir de finais dos anos 70, sobretudo a partir da obra inaugural de Gardner com a sua teoria das inteligências múltiplas (que teria ainda segundo a autora verificado a inexistência de uma ligação entre ensino e neurociências). A constatação das diferentes formas de inteligência, a saber, interpessoal, intrapessoal, matemática, corporal, linguística, espacial, musical, naturalista, humanista (Gardner, 2005), ajudaria a reconhecer a afirmação “de que não existem dois cérebros idênticos” (Tokuhamma-Espinosa, 2008, p. 4), o que acaba (num certo sentido) por ir ao encontro das fenomenologias (ontológico-existenciais) que ressaltam a individualidade e necessidade da interação com o outro na fabricação do mundo.

A investigadora na sua revisão de literatura detém-se ainda sobre a obra de Levine (2002) descrevendo os construtos do neurodesenvolvimento no cérebro (oito), a saber, memória, atenção, ordem sequencial temporal, ordem espacial, linguagem, função neuromotora, cognição social e cognição de ordem superior. Nessa revisão aponta ainda algumas técnicas de captação de imagens neuronais e estudos que vão da neuroética, às relações corpo-mente, aos estudos que recolhem informações neuronais através de técnicas de imageamento cerebral (destacando-se aqui os ensaios produzidos por Bonini-Rocha et al., 2008; 2009). Tokuhamma-Espinosa a partir da articulação entre três áreas fundamentais e dos princípios base que se retiram delas – as neurociências, a psicologia e a educação –, estabelece um conjunto de catorze princípios básicos que devem reger a neuroeducação (e que se relacionam individualmente ao aluno):

- “a) estudantes aprendem melhor quando são altamente motivados do que quando não têm motivação;
- b) stress impacta aprendizado;
- c) ansiedade bloqueia oportunidades de aprendizado;
- d) estados depressivos podem impedir aprendizado;
- e) o tom de voz de outras pessoas é rapidamente julgado no cérebro como ameaçador ou não-ameaçador;
- f) as faces das pessoas são julgadas quase que instantaneamente (i.e., intenções boas ou más); g) feedback é importante para o aprendizado;
- h) emoções têm papel-chave no aprendizado;
- i) movimento pode potencializar o aprendizado;
- j) humor pode potencializar as oportunidades de aprendizado;
- k) nutrição impacta o aprendizado;
- l) sono impacta consolidação de memória;
- m) estilos de aprendizado (preferências cognitivas) são devidos à estrutura única do cérebro de cada indivíduo;
- n) diferenciação nas práticas de sala de aula são justificadas pelas diferentes inteligências dos alunos” (Tokuama-Espinosa, 2008, p. 78).

Acrescenta ainda a investigadora que para além dos mencionados, há um conjunto de outros que podem ser aplicados a todos os alunos (e que podem, portanto, ser aplicados a qualquer prática educativa), a saber:

- a) cada cérebro é único e unicamente organizado;
- b) cérebros são especializados e não são igualmente bons em tudo;
- c) o cérebro é um sistema complexo, dinâmico e em modificação diária, pelas experiências;
- d) cérebros são considerados ‘plásticos’ e continuam a se desenvolver ao longo de suas vidas;
- e) aprendizado é baseado em parte na habilidade do cérebro de se auto-corrigir e aprender pela experiência, através da análise de dados e auto-reflexão;
- f) a busca por sentido é inata na natureza humana;
- g) a busca por sentido ocorre através de ‘padronizações’;
- h) aprendizado é baseado em parte na habilidade do cérebro de detectar padrões e fazer aproximações para aprender;
- i) emoções são críticas para detectar padrões;
- j) aprendizado é baseado em parte na capacidade do cérebro para criar;
- k) aprendizado é potencializado pelo desafio e inibido pela ameaça;
- l) o cérebro processa partes e todo simultaneamente (é um processador paralelo);
- m) cérebros são projetados para flutuações mais do que atenção constante;
- n) aprendizado envolve tanto atenção focada quanto percepção periférica;
- o) o cérebro é social e cresce na interação (tanto quanto na reflexão pessoal);
- p) aprendizado sempre envolve processos conscientes e inconscientes;
- q) aprendizado é desenvolvimental;
- r) aprendizado recruta a fisiologia completa (o corpo impacta o cérebro e o cérebro controla o corpo);
- s) diferentes sistemas de memória (curto prazo, de trabalho, longo prazo, emocional, espacial, de hábito) aprendem de formas diferentes;
- t) informação nova é arquivada em várias áreas do cérebro e pode ser evocada através de diferentes rotas de acesso;
- u) o cérebro recorda melhor quando os fatos e habilidades são integrados em contextos naturais;
- e
- v) Memória + Atenção = Aprendizado (Tokuhama-Espinosa, 2008, pp. 79-80).

Tokuhama-Espinosa aponta, pois, para a urgência, para a necessidade e para a organização desta nova área de pesquisa, sublinhando ainda o diálogo contínuo que deve ser travado entre a ciência e a educação. De facto, na sua pesquisa ela observou que

(...) milhares de estudos foram devotados para explicar vários aspectos da neurociência (como animais, incluindo humanos, aprendem), [mas] apenas uns poucos estudos neurocientíficos tentaram explicar como os humanos deveriam ser ensinados, para maximizar o aprendizado. (...) das centenas de dissertações devotadas ao ‘ensino baseado no cérebro’, ou ‘métodos neurocientíficos de aprendizado’, nos últimos cinco anos, a maioria documentou a aplicação destas técnicas, ao invés de justificá-las (Tokuhama-Espinosa, 2008, p. 117).

Na verdade, percebe-se que as pesquisas que estão a ser feitas atualmente revelam que o processo de aprendizagem é único para cada indivíduo, o que significa ainda que cada pessoa aprende de acordo com

os seus interesses, de acordo com aquilo que faz sentido para si, gerando assim as conexões cognitivas e emocionais desejáveis (Bacich & Moran, 2018). A neuroeducação já não pode ser ignorada sob pena de se retroceder pedagogicamente várias décadas e de se desperdiçar ensinamentos:

A educação cognitiva, visando de forma harmoniosa o desenvolvimento cognitivo e emocional dos indivíduos, tem como finalidade principal proporcionar e fornecer ferramentas psicológicas que permitam maximizar a capacidade de aprender a aprender, de aprender a pensar e a refletir, de aprender a transferir e a generalizar conhecimentos e de aprender a estudar e a comunicar, muito mais do que a memorizar e reproduzir informação (Fonseca, 2013, p. 10).

## CONTRIBUTOS E CONCLUSÃO

Tendo em conta o referido, estamos em condições de estabelecer e resumir alguns contributos para uma neurodidáctica em sala de aula (ou se se preferir, um conjunto de conselhos para bem usar o cérebro em sala de aula). Sabendo que as condições sociais influenciam a vida escolar e, portanto, no resultado da avaliação, deve procurar trazer-se as suas experiências (as vivências pessoais, culturais, linguísticas) como ferramenta pedagógica para o ensino (da expressão de emoções à correção da língua nativa). Isso evitará igualmente qualquer situação de stress que poderia levar a um impacto negativo quer no comportamento quer na aprendizagem.

Tendo presente que o cérebro é um órgão plástico, apostar em habilidades cognitivas e emocionais induzindo assim a neurogênese (que podem ir dos jogos manuais aos jogos digitais). Para essa neurogênese contribuirá também uma forte aposta na implementação de atividades físicas e de recreação (das atividades desportivas à dança) que devem ser realizadas de forma voluntária (de acordo com os interesses pessoais) estimulando assim a aprendizagem. Ainda sobre as habilidades e interesses de cada aluno e tendo em conta que o desenvolvimento (amadurecimento) cerebral é distinto em cada indivíduo, oferecer a possibilidade de educação diferenciada.

Providenciar uma educação que estipule tempos próprios para atividades distintas equilibrando-os; sabe-se que o excesso de conteúdos e o excesso de tempos de aula continuados prejudicam a memória, a atenção e os processos de aprendizagem. Neste sentido, uma formação artística deve integrar os programas de ensino pois tem um impacto positivo nas habilidades cognitivas, emocionais e sociais (estas habilidades devem igualmente ser discutidas e ensinadas). Proceder a recapitulações de conteúdos sem o peso dos métodos tradicionais, apostando em apresentações diferenciadas (do simples power point à realidade aumentada ou virtual) para estimular a maleabilidade da memória (deve ser reconhecido sem preconceitos que os atrasos na aprendizagem podem ser melhorados devido à existência da plasticidade do cérebro e, portanto, podem ser aplicados programas de educação que compensem e suprimam essas lacunas).

Temos presente que o desafio que as neurociências – e no caso presente, uma neurodidáctica –, coloca ao ensino e à educação não é fácil e exige uma acção concertada. Desde logo porque apesar dos avanços nas neurociências, sobretudo nas últimas décadas, as práticas educacionais permanecem algo estagnadas (e nalguns casos verificam-se mesmo atrasos que nos permitimos dizer, civilizacionais) e nalguns casos verifica-se mesmo um desfasamento entre as pesquisas científicas e as realidades socioculturais e educacionais (variáveis que como sabemos influenciam o processo educativo) como reconhecem alguns investigadores: «a premissa central do nosso trabalho é que o desenvolvimento neurobiológico e sociocultural são co dependentes; nenhum pode existir sem o outro e cada um influencia e organiza o outro ao longo do tempo» (Immordino-Yang & Gotlieb, 2017, p.345)

Depois a articulação que deveria existir entre a comunidade científica/ académica e as políticas de educação que regem os diferentes países não parece ser muito eficaz. Apesar de tudo, parece existir um crescimento de interesse por essa área e por outras que despontam como a neurociência socioafectiva que conferem esperança.

## REFERÊNCIAS

- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Ed. Penso.
- Bonini-Rocha, A. C., et al. (2008). Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora. *Ciências & Cognição*, 13 (2), 27- 50.

- Bonini-Rocha, A.C., Zaro, M.A., Timm, M. I., & Wolff, D. (2009). Observação das evidências cognitivas de aprendizagem motora no desempenho de jovens violonistas monitoradas por eletroencefalograma: um estudo piloto. *Ciências & Cognição*, 14 (1), 103-120.
- Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26, 4–16.
- Deng, W., Aimone, J.B., & Gage, F.H. (2010). New neurons and new memories: how does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory?. *Nature Reviews Neuroscience*, 11 (5), 339-350.
- Feuerstein, R., Feuerstein, R. S., & Falik, L. H. (2014). *Além da inteligência: aprendizagem mediada e a capacidade de mudança do cérebro*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Fonseca, V. (2013). *Cognição, neuropsicologia e aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Freire, P. (1967). *Educação como prática da liberdade*. (Introdução de Francisco C. Weffort). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gardner, H. (1974). *The shattered mind*. New York: Knopf Vintage Paperback.
- Gardner, H. (2001). *Inteligência: um conceito reformulado*. Rio de Janeiro: Ed. Objetiva.
- Gardner, H. (2005). *Mentes que mudam*. Porto Alegre: Bookman, Artmed.
- Immordino-Yang, M. H., & Gotlieb, R. (2017). Embodied Brains, Social Minds, Cultural Meaning: Integrating Neuroscientific and Educational Research on Social-Affective Development. *American Educational Research Journal*, 54(1S), 344S–367S.
- Levine, M. A. (2002). *A mind at a time*. New York: Simon & Schuster.
- Luckesi, C. C. (1994). *Filosofia da Educação*. São Paulo: Cortez.
- Maia, H., & Thompson, R. (2011). Cérebro e aprendizagem», In H. Maia (Org.), *Neurociências e desenvolvimento cognitivo*. Rio de Janeiro: Wak Editora.
- Montessori, M. (1912). *The Montessori Method*. New York: Frederick A. Stokes Company.
- Montessori, M. (1936). *The Secret of Childhood*. New York: Longmans, Green.
- Oliveira, G. G. (2014). Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. *Educação*, Unisinos, 18 (1), 13-24.
- Piaget, J. (1967). *O Raciocínio na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Piaget, J. (1970). *A Construção do Real na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Piaget, J. (1971). *A Formação do Símbolo na Criança. Imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Piaget, J. (1997). *The Principles of Genetic Epistemology*. London: Routledge.
- Ribeiro, L.O. M., Timm, M. I., Becker, F., & Zaro, M. A. (2005). Monitoramento da atividade cognitiva através de EEG e seu uso potencial na avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem e simuladores. In COPEC - Conselho de Pesquisas em Educação e Ciências (Org.), *Anais, GCTE 2005 - Global Congress on Engineering and Technology Education*, UNISANTOS, 2005, pp. 1386-1390.
- Rose, T., Daley, S., & Rose, D. (2011). Let the Questions be Your Guide: MBE as Interdisciplinary Science. *Mind, Brain, and Education*, 5(4), 153-162.
- Saviani, D. (1991). *Educação: do senso comum à consciência filosófica*. São Paulo: Cortez: Autores Associados.
- Schlichting, M. L., & Preston, A. R. (2015). Memory integration: neural mechanisms and implications for behavior. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 1, 1-8.
- Schlichting, M. L., & Preston, A. R. (2016). Hippocampal-medial prefrontal circuit supports memory updating during learning and post-encoding rest. *Neurobiology of Learning and Memory*, 134, 91-106.
- Souza, R. C. S., Mendonça, A. C., & Barbosa, A. L. C. (2021). *A Neuroeducação e a Neurociência. Tecendo saberes e Otimizando Práticas Inclusivas*. Aracaju: Criação Editora.
- Timm, M. I., Bonini-Rocha, A. C., Schnaid, F., Zaro, M. A., & Chiaramonte, M. (2007). A virada computacional da filosofia e sua influência na pesquisa educacional. *Ciências & Cognição*, 11, 2-20.
- Thompson, R. (2011). Neuroeducação: um novo olhar sobre a relação entre Saúde e Educação. In H. Maia (org.), *Neuroeducação: a relação entre Saúde e Educação*. Rio de Janeiro: Wak Editora.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2014). *Making Classrooms Better*. New York, W.W. Norton & Company.
- Van Kesteren, M. T., Ruiters, D. J., Fernández, G., & Henson, R.N. (2012). How schema and novelty augment memory formation. *Trends in Neuroscience*, 35 (4), 211-219.
- Vygotski, L. S. (1999). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotski, L. S. (1987). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotski, L. S. (1988). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone/EDUSP.