



Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação

ISSN: 0104-4036

ISSN: 1809-4465

Fundação CESGRANRIO

Carvalho, Diego de; Boas, Cyrus Antônio Villas  
Neurociências e formação de professores: reflexos na educação e economia  
Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação,  
vol. 26, núm. 98, 2018, Janeiro-Março, pp. 231-247  
Fundação CESGRANRIO

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362018002601120>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=399562883011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](http://redalyc.org)

UAEM [redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Informação Científica Redalyc  
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal  
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa  
acesso aberto

## PÁGINA ABERTA

# Neurociências e formação de professores: reflexos na educação e economia

Diego de Carvalho<sup>a</sup>  
Cyrus Antônio Villas Boas<sup>b</sup>

### Resumo

Este ensaio discute as relações entre os níveis educacionais e a macroeconomia de uma região, passando pela formação de professores. O modelo educacional atual tem demonstrado falhas em educar indivíduos para as novas necessidades econômicas que requerem profissionais criativos e com capacidade de resolução de problemas. Defende-se aqui a ideia de identificação e promoção do desenvolvimento de habilidades naturais, o que, por fim, otimizaria o retorno econômico dos investimentos em educação. Propõe-se que seja ampliado, nos currículos de formação de professores, o ensino de neurociências. Assim, educadores poderão utilizar esse conhecimento para adequar seus métodos de ensino considerando o funcionamento neural. A mudança no sistema educacional, que se inicia com a formação dos educadores, poderia aumentar a eficiência do ensino e preparar melhor novos profissionais para as necessidades do mercado de trabalho, gerando ganhos à economia e à equidade de uma região.

**Palavras-chave:** Educação. Economia. Neurociências. Formação de professores.

### 1 Introdução

Em *A estrutura das revoluções científicas*, Thomas Kuhn (2010 – publicado pela primeira vez em 1962) defende que a Ciência, constituída por paradigmas, evolui através de revoluções. Resumidamente, enquanto os paradigmas de determinada

---

<sup>a</sup> Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc. Joaçaba, Santa Catarina, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, São Paulo, Brasil.

Recebido em: 05 set. 2016

Aceito em: 22 nov. 2016

disciplina científica satisfizerem a resolução dos “quebra-cabeças” inerentes àquela disciplina, eles devem ser utilizados e explorados. Porém, quando um paradigma científico perde seu poder explanatório e preditivo, ou seja, começa a falhar em responder aos fenômenos observados dada uma nova realidade, e isso causar embaraços que levem a ajustes sérios na teoria, o paradigma deverá ser substituído por outro. Este período compreendido entre a quebra de um paradigma antigo até a formação de um novo paradigma é chamado de *crise*; e quando surge um novo paradigma que substitui satisfatoriamente o antigo, ocorre a *revolução científica*.

Apesar de possuir uma história conturbada e, frequentemente, não ser aceita como disciplina científica (ver: CONDLIFFE-LAGEMANN, 2002, para detalhes), a educação é essencialmente uma ciência cognitiva (ANSARI; COCH, 2006). Portanto, se a educação for pensada como uma ciência normal, nota-se, de certa forma, que é vivenciado um período de crise.

## 2 A economia e o modelo educacional

O paradigma educacional utilizado até recentemente visava à formação de recursos humanos que, como característica essencial, compõem uma força de trabalho bem treinada e disciplinada. Em outras palavras, objetiva-se formar indivíduos com conhecimento geral e disciplina para seguir protocolos preestabelecidos. Isso era essencialmente necessário ao modelo global de economia industrial necessitava.

Em um panorama mais recente, que se iniciou na década de 1990, as atividades econômicas mundiais iniciaram um processo de mudança, de um modelo operacional industrial para atividades mais relacionadas à tecnologia e à informação (BRESNAHAN; GAMBARDELLA; SAXENIAN, 2001).

Estas mudanças econômicas globais requerem, portanto, a formação de indivíduos inovadores. Diferentemente de modelos econômicos anteriores, que prezavam a formação de bons operários, esta nova economia requer indivíduos que resolvam problemas de forma eficiente e criativa (BRESNAHAN; GAMBARDELLA; SAXENIAN, 2001). Então, existe a necessidade de que as políticas e os modelos educacionais acompanhem as necessidades econômicas (CAREW; MAGSAMEN, 2010).

A relação direta, aparentemente intuitiva, entre o desenvolvimento econômico de uma região e o nível educacional de sua população é algo difícil de traduzir em valores. É fato que regiões com maiores níveis educacionais apresentam grau

de desenvolvimento e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) maiores que regiões com *deficit* educacional. Em uma rápida correlação, utilizando os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica do Brasil (IDEB), nota-se que os Estados que apresentam maiores médias do IDEB para o Ensino Fundamental apresentam também maiores escores para IDH (INEP, 2014). Obviamente, há que se considerar que a educação impulsiona o desenvolvimento econômico, mas a ideia oposta também é verdadeira; isto é, quanto maior o Produto Interno Bruto (PIB) de uma região, maior é a tendência de que este local tenha seus escores educacionais aumentados.

O economista norte-americano James J. Heckman foi laureado com o prêmio Nobel de economia em 2000 por desenvolver métodos de quantificação do impacto de ações de pequena escala na macroeconomia; isto é, através de análises estatísticas, ele avaliava o impacto global da microeconomia em um panorama mais amplo (ver: James J. Heckman, *Biographical – Nobel-prizing*, 2014). Posteriormente, Heckman utilizou essas ferramentas estatísticas para avaliar o impacto que o desenvolvimento educacional tem sobre uma determinada região. A base dos estudos visou avaliar as relações de custo *versus* benefício do ponto de vista econômico dos investimentos individuais em educação.

Heckman et al. (2010) concluíram que as pessoas decidem se escolarizar almejando os potenciais ganhos futuros (do ponto de vista financeiro) que a educação fornece; logo, os autores tratam a educação como um investimento financeiro propriamente dito. Então, pode-se estimar, através de métodos estatísticos complexos, os lucros marginais que a educação gera em uma escala macroeconômica. Seguindo esse raciocínio, os autores ainda concluem que o lucro marginal é aumentado se há um processo deliberado de escolarização durante a infância; isto é, indivíduos que vivem em um meio cultural em que a educação é um processo natural e espontâneo tendem a gerar impactos econômicos positivos na região em que vivem. Diferentemente, quando a educação carece de políticas públicas indutoras e mantenedoras da adesão escolar, o retorno econômico é diminuído (CARNEIRO; HECKMAN; VYTLACIL, 2011). Isso está altamente relacionado ao papel da motivação e de comportamentos motivados na aprendizagem, área frequentemente estudada pelas neurociências, e que será brevemente discutida adiante.

Ainda no mérito das vantagens econômicas da educação, Heckman (2006) avaliou o potencial lucrativo de investir precocemente na educação de crianças carentes. Levando em consideração o total investido pelo Estado para manter cada indivíduo na escola, o autor concluiu que os retornos para a macroeconomia são maiores que o investimento (lucro) se a adesão escolar ocorrer em período pré-escolar ou até o ano inicial do que no Brasil é chamado de Ensino Fundamental. Nesses

termos, há que se considerar ainda que o investimento público em educação precoce de crianças carentes tende a aumentar a equidade social em médio e longo prazo (ver: COSTA; SOARES, 2015 – para revisão de teorias filosóficas acerca de educação, justiça e equidade).

Além das evidências matemáticas do impacto da educação na economia, James Heckman, em uma série de artigos liderados por ele, defende que as escolas devem, além de ensinar conceitos de disciplinas clássicas, como Matemática, História, Geografia, Ciências, entre outras, deveria desenvolver e estimular características e habilidades dos indivíduos, as quais ele denomina *soft skills*. Essas habilidades seriam a criatividade, a interação social, a motivação e as aptidões naturais de cada pessoa, ou seja, justamente o que o novo modelo econômico preza nos recursos humanos (HECKMAN; RUBINSTEIN 2001; CUNHA; HECKMAN, 2007, 2008; HECKMAN, 2008; HECKMAN; KAUTZ, 2012). Pode-se concluir, então, que o investimento em educação tende a ser mais rentável se o meio cultural regional for propício e estimular, precoce e naturalmente, a adesão escolar; e visto que os indivíduos possuem habilidades diferentes, se estas habilidades naturais forem estimuladas, serão formados recursos humanos motivados e especializados que tenderão a gerar impactos mais positivos na macroeconomia.

### 3 A crise do modelo educacional atual

Entendendo-se o processo adjacente à educação e à economia como partes de um ciclo, torna-se evidente a necessidade de mudanças no paradigma da educação frente a mudanças no modelo econômico. Em suma, retornando à ideia de Thomas Kuhn, em um período de crise científica, várias ideias para novos paradigmas são aventadas até que uma delas satisfaça as premissas dos fenômenos observados e se crie um novo paradigma. Um novo modelo educacional ainda não foi estabelecido. Porém, as ideias propostas para o estabelecimento desse novo paradigma seguem, em sua maioria, ideais de individualização, estímulos às habilidades naturais do indivíduo e à criatividade.

Em outras palavras, o processo de educação individualizada romperia com a aplicação de testes padronizados, tanto para processos de avaliação escolar quanto para diagnóstico de transtornos de aprendizagem. Um grande defensor de processos educacionais individualizados e que estimulem a criatividade é Sir Ken Robinson. O autor britânico tem sistematicamente defendido, em livros e palestras, que o modelo educacional global falha em reconhecer habilidades naturais e a criatividade de seus alunos.

Em uma de suas célebres palestras para o evento Global TED, realizado em 2006, intitulada *Do Schools Kill Creativity?* (As escolas matam a criatividade?)

– ROBINSON, 2006), Robinson postula que o modelo educacional atual foi desenvolvido no século XIX destinado à formação de recursos humanos durante a Revolução Industrial. Portanto, a educação privilegiava habilidades que seriam utilizadas durante o exercício do trabalho, como Matemática e Línguas, em detrimento de outras disciplinas, como Educação Física e Artística.

Além disso, as escolas dividem seus alunos seguindo um padrão de idade. A ideia defendida por Robinson (2010) é a de que os alunos sejam organizados não somente por idade, mas por diferentes aptidões. Então, as disciplinas seriam ofertadas de maneira a privilegiar as habilidades naturais de cada indivíduo, tornando-os competentes em suas áreas de interesse. Isso, segundo os cálculos e as ideias de James Heckman, impactaria positivamente a economia.

Uma outra ideia que suporta a necessidade de mudança nos modelos educacionais é o conceito de inflação acadêmica ou educacional. Essa ideia diz respeito à necessidade crescente de maiores níveis de escolaridade ao longo dos anos para se obter a mesma posição de trabalho. Por exemplo, um trabalho que exigia apenas escolaridade em nível médio começa a selecionar candidatos com nível superior; uma posição que requeria graduação, por sua vez, passa a exigir nível de mestrado e, assim, sucessivamente. Embora o impacto da inflação educacional seja contestado em termos econômicos, esse processo dificulta o ingresso de novos profissionais no mercado de trabalho em termos práticos (JOHNSON, 2006).

Novamente, se o papel central da educação é formar recursos humanos para suprir posições de trabalho, e as credenciais educacionais exigidas para estas mesmas posições estão cada vez maiores, é coerente supor que a educação básica deveria adaptar-se para ofertar o conhecimento mínimo exigido para o posto de trabalho.

De fato, o conceito de inflação acadêmica está relacionado diretamente ao conceito de credencialismo. O credencialismo é a ideia de que com mudança de modelos econômicos seriam necessários maiores níveis educacionais da força de trabalho (BERG, 1971; COLLINS, 1979). Este conceito, fundamentado na década de 1970, ainda permanece atual, uma vez que até os dias de hoje se discute a validade das credenciais formais de educação para trabalhos práticos. Randall Collins (1979), em sua obra *The credential society: A historical sociology of education* (A sociedade credencial: uma sociologia histórica da educação) defendeu, já naquele tempo, que havia grande diminuição da conexão entre a educação formal e os postos de trabalho. Ainda neste mérito, o autor postula que a educação teria como papel uma padronização de valores sociais ao invés de conhecimentos teórico-práticos. Ademais, o ponto essencial defendido por Collins (1979) é que a economia tende a

valorizar mais as certificações obtidas do que o conteúdo aprendido propriamente dito. Nesse sentido, é fácil compreender a relação entre credencialismo, inflação acadêmica e as falhas no modelo educacional atual. Isto é, com a necessidade de credenciais para obtenção de postos de trabalho, aumenta-se a busca por educação formal; o aumento da oferta de profissionais credenciados faz com que o mercado selecione profissionais ainda mais credenciados, retroalimentando o processo. Com a necessidade de fornecer credenciais para um crescente número de pessoas, a educação formal tem capacidades limitadas de identificação de potenciais individuais, tendendo a se tornar cada vez mais padronizada e menos criativa, o que, finalmente, não satisfaz plenamente as necessidades do modelo econômico vigente.

A educação é um evento cíclico. Isto é, as crianças, que estão atualmente inseridas em um modelo educacional, serão futuramente os professores, formados dentro desse modelo. É importante ressaltar que esse ciclo também sofre a influência dos conceitos de credencialismo e inflação acadêmica. Portanto, a formação de professores sujeita-se aos eventos descritos no parágrafo anterior, culminando na formação crescente de profissionais de forma padronizada.

## 4 Neurociências e educação

Tomando como base todos os conceitos discutidos até então, faria sentido que as escolas, individualmente, iniciassem um processo de alteração de suas políticas educacionais e promovessem mudanças curriculares e na formação de seus professores. De fato, um número crescente de escolas tem procurado inovar seus métodos de ensino, a fim de conciliar não apenas a formação de indivíduos inovadores, mas também aliar as ferramentas tecnológicas disponíveis (e que são altamente atrativas) ao ensino. Muitas dessas inovações passam pela promissora ideia de buscar métodos educacionais que levem em consideração os mecanismos neurais de aprendizagem. Até mesmo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) criou um ramo do Centro para Pesquisa em Educação e Inovação (CERI) para debater novas políticas educacionais baseadas no funcionamento do sistema nervoso (OECD, 2008). O entendimento de algumas bases biológicas desse funcionamento auxiliaria o professor a identificar potenciais habilidades e *deficits*. Além disso, o educador poderia valer-se das características fisiológicas do sistema nervoso para adaptar sua própria metodologia e conteúdo à atividade de ensino. Ademais, muitos educadores utilizam rotineiramente estratégias de ensino que se mostram eficientes. Isso promove uma abertura para que a neurociência explique, através do conhecimento científico atual, em que se baseiam os resultados positivos observados por esses métodos (CHRISTODOULOU; GAAB, 2009). Dessa forma, criar-se-ia uma interface entre o conhecimento científico e a prática pedagógica.

Muito embora exista atualmente uma grande procura por conhecimento de bases em neurociências, pode-se afirmar, com segurança, que as ações em termos práticos permanecem incipientes (CHRISTODOULOU; GAAB, 2009; MASON, 2009). Apesar de existir a correlação crescente entre neurociências e educação, é raro que um pesquisador em neurociências consulte a literatura especializada em educação para formular suas hipóteses; bem como um pesquisador da área de educação consultar a literatura especializada em neurociências (COCH; ANSARI, 2009; GOSWAMI, 2004). Essa falta de comunicação entre duas áreas correlatas fica evidenciada pela ausência de citações de trabalhos de pesquisadores em educação de trabalhos de neurocientistas e vice-versa. Embora haja esforços nesse sentido, a comunicação entre o conhecimento e a prática ainda é pobre.

Grande parte desta falta de conexão entre as áreas reside no fato de que, sobretudo, neurocientistas, ao escreverem sobre educação, direcionam a linguagem a outros neurocientistas. Isso torna a compreensão dificultosa para pessoas que, muitas vezes, não possuem treinamento e conhecimento em conceitos biológicos. Um efeito disso é a pouca ou nenhuma aplicabilidade dos dados neurocientíficos em contextos pedagógicos. É o caso de periódicos científicos especializados, como a importante revista *Mind, Brain and Education*, criada há mais de uma década, partir da sociedade internacional homônima, que, embora trate especificamente de como o sistema nervoso funciona durante o processo educacional, ainda traz grande parte dessa informação em linguagem científica especializada, pouco acessível e de difícil compreensão para o educador que não é da área. Muito embora tenha apresentado evolução significativa para superar este problema nos últimos anos (SCHWARTZ, 2015).

Essa falta de conhecimento científico afeta diretamente a maneira como o ensino é dirigido dentro das salas de aula. O desconhecimento é altamente prejudicial aos professores, pois não só se trata de uma falta de conhecimento, acerca de seu objeto de trabalho, o cérebro, mas também promove a aceitação de falácias científicas como fatos (DELLA SALA, 1999; MASON, 2009), chamados de “neuromitos” (FLETCHER; SCHIRP, 2002). Esse termo, originalmente atribuído ao neurocirurgião Alan Crockard, na década de 1980, recebeu uma redefinição pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), referindo-se a informações científicas propagadas de forma errônea de maneira intencional (como o faz a mídia ou o *marketing*) ou não intencional para uso educacional ou em outros contextos. A renomada neurocientista brasileira Suzana Herculano-Houzel, pesquisadora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em trabalho publicado em 2002 (HERCULANO-HOUZEL, 2002), mostra que há altos índices em crenças científicas na população brasileira. Essa desinformação acaba por ser propagada, mesmo dentro de salas de aula, por educadores a seus

alunos. Além disso, Gleichgerrcht et al. (2015) demonstram que educadores que acreditam ter maior conhecimento sobre o sistema nervoso (porém não buscam informações fidedignas) são mais suscetíveis a crenças nos “neuromitos” em comparação a outros profissionais sem esse suposto conhecimento prévio.

Novamente, se a educação for entendida como uma ciência cognitiva, faz sentido que, durante o processo de formação dos professores, bases biológicas do aprendizado sejam debatidas. Portanto, a inclusão de estudos interdisciplinares seria promissora tanto para a formação de professores quanto para a pesquisa em neurociências e educação, o que já vem sendo proposto desde o fim da década de 1990 (BYRNES; FOX, 1998).

Coch e Ansari (2009), apesar de serem estudiosos nas inter-relações entre neurociências e educação, postulam que a transposição entre as duas áreas é superestimada; isto é, não haveria, por ora, grande aplicabilidade de uma área na outra, além de questões extremamente óbvias. Em contraponto, possivelmente essa ausência de transposição direta resida no fato de que, na grande maioria dos cursos que visam a formar professores em diferentes áreas, não exista qualquer contato de informações neurobiológicas no currículo do curso.

Tomando como exemplo o modelo educacional brasileiro, quando uma pessoa decide formar-se professor de áreas de Exatas e, até mesmo, Humanas, muito provavelmente essa opção deveu-se à inexistência de afinidade, durante a fase escolar desta pessoa, com disciplinas das áreas Biológicas. Portanto, o curso de graduação (haja vista que reúne pessoas com afinidades semelhantes) evitará disciplinas que aparentemente não fazem parte daquele contexto de afinidades.

A ideia aqui defendida é a de que professores de diferentes áreas, no momento de sua formação, tenham contato com disciplinas que ofereçam conhecimentos básicos de funções cognitivas que influenciam diretamente na forma como um aluno aprende.

A conexão entre neurociências e educação depende do entendimento de mecanismos neurais que permitem o aprendizado. Para que isso seja possível, o diálogo entre as duas áreas deve ser substancialmente facilitado. Além disso, alguns problemas devem ser superados para que haja eficiência na troca de experiências pelas duas áreas. Willingham (2009) defende que existam três principais problemas nesta inter-relação: 1) a inexistência de um objetivo bem definido por esta união das duas ciências; 2) definir qual subárea das neurociências teria aplicação direta para a educação; e 3) o problema da linguagem entre as duas áreas, já citado anteriormente.

Uma potencial estratégia facilitadora do diálogo e de mediação desses problemas seria a adoção de polos multidisciplinares que guiassem tanto a pesquisa na interface entre neurociência e educação, quanto as políticas educacionais de uma instituição educacional. A criação desta plataforma multidisciplinar seguiria as relações propostas por Coch e Ansari (2009). Essa abordagem multidisciplinar ainda vem sendo defendida na literatura da área (HOWARD-JONES, 2014). Em termos gerais, a criação de polos interdisciplinares em neurociências e educação focaria, sobretudo, na formação de professores pelas diferentes instituições de ensino e pesquisa. Em paralelo, dados obtidos a partir da pesquisa desses polos fomentariam a criação de políticas educacionais que levem em conta o funcionamento e os mecanismos de estruturas neurais. Bons exemplos destes centros de pesquisa são o *Cambridge University's Centre for Neuroscience in Education* e o *Oxford's Cognitive Neuroscience – Education Forum*, ambos localizados no Reino Unido, nas respeitadas universidades de Cambridge e Oxford, respectivamente (ALDRICH, 2013).

A despeito da criação ou não de polos multidisciplinares de estudos de ciências cognitivas que incluam a educação, dar subsídios à formação de docentes que compreendam mecanismos básicos de neurociências é uma estratégia que deve alterar positivamente, em relativo curto prazo, o quadro de crise educacional citado anteriormente. A maioria das mudanças educacionais propostas por diferentes pesquisadores passa por desenvolvimento de habilidades naturais e estimulação da criatividade e da exploração do meio pelo aluno. Tais propostas, apesar de terem sido concebidas de maneira intuitiva, têm embasamento no funcionamento dos sistemas de memória e aprendizagem humanos.

Um ponto importante é a questão motivacional do processo de aprendizagem. A motivação ou o interesse guia a qualidade e a quantidade de informação que será retida. Grande parte dessa relação diz respeito ao mecanismo de atenção. Prestar atenção é, grosso modo, recrutar processamento neural para uma atividade em detrimento de outras. Quanto maior o engajamento atencional para uma tarefa, maior é o número de informações e detalhes que são retidos durante aquela execução (KELLEY; BERRIDGE, 2002; IMMORDINO-YANG; DAMASIO, 2007; DAW; SHOHAMY, 2008). Portanto, a motivação é um potente direcionador do engajamento atencional.

Outro componente importante, que influencia diretamente tanto o processo atencional quanto o processo de aprendizagem, são as emoções. Estímulos a que o sistema nervoso atribui maior conteúdo emocional são mais rapidamente processados e arquivados em sistemas de memória de longa duração

(IMMORDINO-YANG; DAMASIO, 2007). Nesse sentido, passar adiante um conteúdo através de vivências, histórias ou, até mesmo, de maneira lúdica, através de brincadeiras e jogos, auxilia bastante o aprendizado. Não à toa que, quando em uma aula, palestra ou seminário monótonos, muitas vezes é mais fácil lembrar somente alguma piada ou algum embaraço sofrido pelo palestrante que o conteúdo que ele se propunha a passar. Nesse exemplo, a carga emocional atribuída à piada (alegria e surpresa) ou ao embaraço sofrido (vergonha) foi capaz de ganhar preferência em termos de processamento e, portanto, de armazenamento em relação a um conteúdo monótono e pouco interessante. Dessa forma, despertar o interesse (e a motivação) é de suma importância no processo de aprendizado, ou seja, deve-se fazer com que o aluno compreenda o motivo pelo qual aquilo tem importância. Ou seja, ao contrário do que muitos acreditam (HERCULANO-HOUZEL, 2002), as emoções são, de fato, essenciais ao aprendizado (DAVIS, 2003; IMMORDINO-YANG E DAMASIO, 2007).

Além das questões motivacionais, os conceitos de individualização do ensino levam em consideração que a organização neuronal do cérebro é diferente de pessoa para pessoa. Resumidamente, as informações são armazenadas no sistema nervoso através de múltiplas conexões dos neurônios que o compõem (MCGAUGH, 2000; ANSARI, 2012). A maneira como essas conexões se organizam é única para cada indivíduo, sendo esta a principal razão pela qual não se encontram duas pessoas exatamente iguais: é impossível haver dois cérebros com as mesmas exatas conexões. Isso decorre do fato de que, ao contrário do que muitos esperam, ou do que muitos até mesmo gostariam, a memória não possui um local exato no sistema nervoso, um centro organizador ao qual as informações vão para serem armazenadas e lembradas. Todo o conhecimento adquirido e todos os estímulos recebidos são desmembrados e armazenados em categorias hierárquicas na parte do sistema nervoso que se relaciona à natureza do estímulo recebido (por exemplo, estímulos sonoros, auditivos, táteis, visuais, gustativos). Uma informação de natureza visual, por exemplo, é desmembrada em formas, cores, linhas e armazenada em porções no córtex occipital, responsável pelo processamento visual. Caso essa informação venha acompanhada de um aroma ou de um som, esses componentes serão associados à imagem, porém armazenados nos locais responsáveis pelo seu processamento, nesse exemplo, em diferentes regiões do córtex temporal. A memória em si é armazenada de maneira associativa, ou seja, a informação é agrupada em categorias, e essas, por sua vez, são armazenadas dentro dessas mesmas categorias (ver: TONEGAWA et al., 2015a e TONEGAWA et al., 2015b – para revisões recentes acerca de teorias da codificação e consolidação das memórias). Não raramente se é surpreendido por memórias repentinas, diversas daquele assunto no qual está o foco em

determinado momento. Esse tipo de fenômeno ocorre quando, por algum motivo, a via neural que contém a informação buscada naquele momento é ativada. Caso essa informação tenha sido inserida na mesma rede neural, na qual essa memória diversa estava armazenada, é possível que o acesso àquela via remeta a alguma memória, episódio ou sensação diversa, podendo criar os conhecidos efeitos de *déjà vu* (ANDERSON; GREEN, 2001).

Todo esse contexto é capaz de esclarecer alguns pontos sobre como a memória se forma e como ela pode ser armazenada, ou, até mesmo, como fazer para que ela se consolide mais facilmente. Dada essa característica associativa, quanto mais se aumenta a complexidade de uma informação em termos de estímulos, mais fácil é para que o sistema nervoso a armazene. Embora contraintuitivo, o modo de operação do sistema nervoso é mais eficiente quando há complexidade, pois há recrutamento de diversos sistemas neurais simultaneamente, o que aumenta as possibilidades de acesso àquela mesma informação (SCHACTER; ADDIS, 2007). O renomado neurocientista John Medina (2009), em seu livro de divulgação científica *Brain Rules*, exemplifica esse sistema como uma porta com diversas maçanetas, sendo cada uma delas uma via de acesso a uma mesma informação. Esse modelo é bom em explicar o motivo pelo qual cada pessoa apresenta uma habilidade, uma *soft skill* diferenciada. As habilidades de cada pessoa decorrem da forma como o sistema nervoso organizou as experiências de vida, as vivências de cada indivíduo. A capacidade organizacional do cérebro de cada indivíduo pode explicar essas habilidades supostamente intrínsecas e, até mesmo, os chamados dons.

Além disso, essa característica associativa da memória é o que torna, do ponto de vista cognitivo, abordagens multidisciplinares e transdisciplinares tão interessantes. Isto é, com a adição de várias disciplinas trabalhando um mesmo conteúdo, aumentam-se as associações dentro daquela rede neural que codifica a mesma informação. Ademais, promove-se a repetição de um conceito em diferentes disciplinas, o que é igualmente importante para a consolidação da memória.

Outro ponto importante a levar em consideração é que os processos de maturação neural também diferem de pessoa para pessoa. Em seu livro, John Medina cita que, ao olhar uma turma escolar de cerca de 11–12 anos de idade, nota-se um grau de heterogeneidade bastante grande entre as crianças. Nas palavras do autor, em tradução livre:

[...] ao olhar o livro de fotos dos rostos dos alunos dos primeiros anos, apesar de as crianças terem a mesma idade, elas não aparentam isso.

Algumas crianças são pequenas, outras altas, algumas são atléticas. Na adolescência, a diferença é ainda mais proeminente, [...] se olharmos os cérebros destes indivíduos certamente encontraríamos as mesmas diferenças de desenvolvimento que os observados nos seus corpos (MEDINA, 2010, p. 60).

Isto exemplifica ainda a ideia defendida por Ken Robinson de que as turmas dentro das escolas devem relevar algumas diferenças de idade e levar em consideração, também, as diferentes aptidões e graus de desenvolvimento em diferentes áreas.

## 5 Conclusão

Existem inúmeras formas de se abordar um mesmo problema. Trata-se de uma questão de elaborar a proposta de maneira criativa e inovadora. Entretanto, uma vez que a educação é um fenômeno cíclico que tem impacto direto sobre a qualidade de vida de uma sociedade, há que se definir um ponto chave de introdução de mudanças. A ideia que aqui se defende é a de que se deve tratar a situação atual da educação como um problema estrutural. Nesse sentido, implementando-se mudanças no método atual de formação de profissionais da educação, os resultados podem ser obtidos, em curto prazo e de maneira eficiente, impactando diretamente a educação dos jovens e indiretamente a sociedade como um todo. Para isso, a educação deve ser pensada como uma ciência cognitiva e, portanto, o entendimento de funções básicas do sistema nervoso compoendo a formação de professores seria de suma importância. Muito embora os aspectos sociais e antropológicos da educação não devam ser esquecidos, através de uma formação que aborde de maneira multidisciplinar o conhecimento neurocientífico e a educação, esses profissionais poderão utilizar-se das características biológicas de seus alunos a favor da metodologia educacional que escolherem. É importante que se leve em conta que tais adaptações no sistema educacional teriam impacto direto na economia de toda uma região. Afinal, um desempenho econômico de qualidade é reflexo de um sistema educacional eficiente e de qualidade, sendo tudo isso revertido em aumento da equidade social.

## **Neuroscience and teacher's training: impacts on education and economics**

### **Abstract**

*This essay aims to discuss the relation between educational levels and macroeconomics within a region, taking into consideration the academic training of teachers in any level. The current educational model, developed during the Industrial Revolution, has shown flaws in preparing professionals to the new economic needs that require creativity and problem-solving working force. We support the idea that individual abilities should be identified and stimulated by educators in order to develop natural skills in students, thus leading to maximization of profit generated by individual investment on education. For that, we propose an approach in which basic neuroscience should be included in the basic training of teachers. Therefore, teachers could be able to take advantage of features of the nervous system to improve their teaching methods. This change in the educational system, which begins by properly instructing teachers, could lead to improvements in preparing professionals to the new needs of society, improving economic return and social equity within a region.*

**Keywords:** Education. Economy. Neuroscience. Teacher's training .

## **Neurociencia y formación de profesores: reflejos em la educación y economía**

### **Resumen**

*Este ensayo discute la relación entre los niveles educativos y la macroeconomía de una región, pasando a la formación de profesores. El modelo educativo actual ha mostrado errores en la educación de las personas a las nuevas necesidades económicas que requieren profesionales creativos y con capacidad para resolver problemas. Se argumenta aquí la idea de que las capacidades de los estudiantes deben ser identificadas con el fin de promover el desarrollo de sus capacidades naturales, culminando en la optimización de la rentabilidad económica. Se propone un enfoque en que se inserta en los programas de formación del profesorado las bases de neurociencia. Así, los educadores podrán utilizar este conocimiento para adaptar sus métodos de enseñanza de acuerdo con el funcionamiento neural. Este cambio en el sistema educativo, a partir de la formación de profesores, podría aumentar la eficacia de la educación y preparar a los profesionales a las necesidades del mercado de trabajo actual, generando beneficios reales para la economía y la equidad de una región.*

**Palabras claves:** Educación. Economía. Neurociencia. Formación de profesores.

## Referências

- ALDRICH, R. Neuroscience, education and the evolution of human brain. *History of Education: Journal of the History of Education Society*, v. 42, n. 3, p. 396–410, 2013.
- ANDERSON, M. C.; GREEN, C. Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, v. 410, n. 6826, p. 366–369, 15 March 2001.
- ANSARI, D.; COCH, D. Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 10, n. 4, p. 146–151, 2006.
- BERG, I. *Education and jobs: The training robbery*. New York: Harper Collins Press, 1971.
- BRESNAHAN, T.; GAMBARDELLA, A.; SAXENIAN, A. “Old Economy” inputs for “New Economy” outcomes : Cluster formation in the New Silicon Valleys. *Industrial and Corporate Change*, v. 10, n. 4, p. 835–860, 2001.
- BYRNES, J. P.; FOX, N. A. The educational relevance of research in cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, v. 10, n. 3, p. 297–342, September 1998.
- CAREW, T. J.; MAGSAMEN, S. H. Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, v. 67, n. 5, p. 685–688, 2010.
- CARNEIRO, P.; HECKMAN, J. J.; VYTLACIL, E. J. *Estimating marginal returns to education*. *American Economic Review*, v. 101, n. 6, p. 2754–2781, 2011.
- CHRISTODOULOU, J. A.; GAAB, N. Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex*, v. 45, n. 4, p. 555–557, 2009.
- COCH, D.; ANSARI, D. Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education. *Cortex*, v. 45, n. 4, p. 546–547, 2009.
- COLLINS, R. *The credential society: A historical sociology of education and stratification*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Academic Press, 1979.
- CONDLIFFE-LAGEMANN, E. An elusive science: The troubling history of educational research. 1<sup>st</sup> ed. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

COSTA, J. C. C.; SOARES, S. P. L. Educação e pobreza: teoria da justiça como equidade e a política do reconhecimento. *Educação*, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 124–137, 2015.

CUNHA, F.; HECKMAN, J. J. The technology of skill formation. *American Economic Review*, v. 97, n. 2, p. 31–47, 2007.

CUNHA, F.; HECKMAN, J. J. Formulating, identifying and estimating the technology of cognitive and noncognitive skill formation. *Journal of Human Resources*, v. 43, n. 4, p. 738–782, 2008.

DAVIS, H. A. Conceptualizing the role and influence of student-teacher relationships on children's social and cognitive development. *Educational Psychologist*, v. 38, n. 4, p. 207–234, 2003.

DAW, N. D.; SHOHAMY, D. The cognitive neuroscience of motivation and learning. *Social Cognition*, v. 26, n. 5, p. 593–620, 2008.

DELLA SALA, S. (Org.). *Mind myths*: Exploring popular assumptions about the mind and brain. New York: Wiley, 1999.

FLETCHER, M.; SCHIRP, H. Neuromythologies. In: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Understanding the brain*: Towards a new learning science. Paris: OECD Publishing, 2002. p. 69–77.

GLEICHGERRCHT, E. et al. Educational Neuromyths Among Teachers in Latin America. *Mind, Brain, and Education*, v. 9, n. 3, p. 170–178, 2015.

GOSWAMI, U. Neuroscience and education. *British Journal of Educational Physiology*, v. 74, n. 1, p. 1–14, 2004.

HECKMAN, J. J. Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science*, v. 312, n. 5782, p. 1900–1902, 2006.

\_\_\_\_\_. Schools, skills, and synapses. *Economic Inquiry*, v. 46, n. 3, p. 289–324, 2008.

\_\_\_\_\_. et al. The rate of return to the HighScope Perry Preschool Program. *Journal of Public Economics*, v. 94, n. 1-2, p. 114–128, 2010.

HECKMAN, J. J.; KAUTZ, T. Hard evidence on soft skills. *Labour Economics*, v. 19, n. 4, p. 451–464, 2012.

HECKMAN, J. J.; RUBINSTEIN, Y. The benefits of skill: The importance of noncognitive skills: Lessons from the GED testing program. *American Economic Review*, v. 91, n. 2, p. 145–154, 2001.

HERCULANO-HOUZEL, S. Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. *The Neuroscientist: a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry*, v. 8, n. 2, p. 98–110, April 2002.

HOWARD-JONES, P. A. Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 15, n. 12, p. 817–824, December 2014.

IMMORDINO-YANG, M. H.; DAMASIO, A. We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Mind, Brain, and Education*, v. 1, n. 1, p. 3–10, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB - 2014). Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

JOHNSON, C. Credentialism and the Proliferation of Fake Degrees: The Employer Pretends to Need a Degree; The Employee Pretends to Have One. *Hofstra Labour and Employment Law Journal*, v. 23, n. 2, p. 269–343, 2006.

KELLEY, A. E.; BERRIDGE, K. C. The neuroscience of natural rewards: relevance to addictive drugs. *The Journal of neuroscience*, v. 22, n. 9, p. 3306–3311, 2002.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 10. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.

MASON, L. Bridging neuroscience and education: a two-way path is possible. *Cortex*, v. 45, n. 1, p. 548–549, 2009.

MCGAUGH, J. L. Memory: a Century of consolidation. *Science*. v. 287, n. 5451, p. 248–251, 17 January 2000.

MEDINA, J. *Brain Rules: 12 principles for surviving and thriving at work, home and school*. 1<sup>st</sup> ed. Seattle, WA: Pear Press, 2009.

NOBELPRIZING.ORG. *James J. Heckman*: Biographical. Disponível em: <[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economic-sciences/laureates/2000/heckman-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2000/heckman-bio.html)>. Acesso em: 21 jul. 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. Understanding the Brain: the Birth of a Learning Science. New insights on learning through cognitive and brain science. OECD/CERI International Conference “Learning in the 21st Century: Research, Innovation and Policy”, 2008. Disponível em: <<http://www.oecd.org/site/educeri21st/40554190.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2015.

ROBINSON, K. *Do schools kill creativity?* In: GLOBAL TED, 2006. Disponível em: <[http://www.ted.com/talks/ken\\_robinson\\_says\\_schools\\_kill\\_creativity.html](http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html)>. Acesso em: 12 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. *Bring on the learning revolution!* In: GLOBAL TED, 2010. Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/sir\\_ken\\_robinson\\_bring\\_on\\_the\\_revolution](https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_bring_on_the_revolution)>. Acesso em: 24 out. 2015.

SCHACTER, D. L.; ADDIS, D. R. Constructive memory: The ghosts of past and future. *Nature*. v. 445, n. 7123, p. 27, 04 January 2007.

SCHWARTZ, M. Mind, Brain and Education: A decade of evolution. *Mind, Brain and Education*. v. 9, n. 2, p. 64–71, 2015.

TONEGAWA, S. et al. Memory engram storage and retrieval. *Current Opinion in Neurobiology*. v. 35, n. 1, p. 101-109, 2015a.

\_\_\_\_\_. et al. Memory engram cells have come of age. *Neuron*. v. 87, n. 5, p. 918–931, 2015b.

WILLINGHAM, D. T. Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*. v. 45, n. 1, p. 544–545, 2009.



---

## Informações dos autores

**Diego de Carvalho:** Doutor em Fisiologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Professor do mestrado em Biociências e Saúde da Universidade do Oeste de Santa Catarina. Contato: [diego.carvalho@unoesc.edu.br](mailto:diego.carvalho@unoesc.edu.br)

**Cyrus Antônio Villas Boas:** Doutor em Fisiologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Pesquisador do laboratório de Neurociências e Comportamento do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Contato: [cyrus.boas@usp.br](mailto:cyrus.boas@usp.br)