

Revista da Biologia (2016) 15(1):21-28  
DOI: 10.7594/revbio.15.01.02

Ensaio

English version available

# O impacto da divulgação científica na perpetuação de neuromitos na educação

The impact of scientific dissemination in the perpetuation of neuromyths in education

Roberta Ekuni<sup>1\*</sup> & Sabine Pompéia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Norte do Paraná.

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Paulo.

\*Contato: [robertaekuni@uenp.edu.br](mailto:robertaekuni@uenp.edu.br)

**Resumo.** Com o avanço das neurociências desde a década de 1990 - considerada a década do cérebro - informações sobre o cérebro e o comportamento têm sido alvo dos holofotes midiáticos, provavelmente em resposta ao interesse da população em geral no assunto. Dentre estas informações, há diversos neuromitos, ou seja, concepções erradas sobre o funcionamento cerebral e o comportamento. Os neuromitos são transmitidos e perpetuados em diversos fóruns, incluindo o campo educacional, o qual pode empregar conceitos equivocados com consequências potencialmente contraproducentes para a sociedade. No presente ensaio, apresentaremos inicialmente alguns exemplos de como informações que teoricamente são baseadas em neurociência - mas que na verdade não são - influenciam os programas que visam melhorar a educação. Por fim, discutiremos também o papel do jornalismo científico, dos neurocientistas e dos educadores no desenvolvimento de uma educação baseada em evidências científicas, concluindo que é necessária uma ampla comunicação entre as classes para que essa seja possível.

**Palavras-chave.** *Neuromitos; neurociência; jornalismo científico; mitos científicos; educação.*

**Abstract.** Since the 1990s, considered the brain decade, there have been major breakthroughs in neuroscience, and information about neuroscience has been under the media spotlight, probably due to the interest from the general public on this subject. Among this information there are various neuromyths, which are misconceptions regarding scientific findings about brain functioning and behavior. These neuromyths are transmitted and perpetuated in various forums, such as in the educational field, which can use flawed concepts with potentially harmful consequences for society. In this paper we will initially present some examples of how information that is supposedly based on neuroscience findings - but that is actually not so - influences programs that aim to improve education. Our discussion will also tap on the role of science journalists, neuroscientists and educators in the development of evidence-based education, concluding that a better dialogue between these professionals is necessary.

**Keywords.** *Neuromyths; neuroscience; science journalism; scientific myths; education.*

## Introdução

Neuromitos são informações erradas sobre o cérebro (OECD, 2002) que advêm de interpretações exageradas, ou equivocadas sobre achados das pesquisas em neurociência (Dekker et al., 2012). De acordo com Pasquinelli (2012), os neuromitos tornaram-se mais comuns após a neurociência ter ficado mais evidente na mídia durante a década de 1990, conhecida como a década do cérebro, em resposta a um crescente “apetite por neurociência”, batizado de “neurofilia”. Esta apetência é observada ainda hoje, como atestam encéfalos estampados em capas de revistas (exemplo, *Época*, *Veja*, *Scientific American*), manchetes de notícias sobre neurociência, programas televisivos e temas de filmes como “Lucy”, de Luc Besson. Neste filme, um neurocientista interpretado por Morgan Freeman afirma que as pessoas utilizam apenas 10% da capacidade cerebral e o uso de uma droga faz com que Lucy, protagonista do filme, gradativamente consiga empre-

gar a capacidade total de seu cérebro, o que a leva a realizar feitos sobre-humanos, semelhantemente ao que ocorre com o personagem principal do filme “Sem Limites” (“Limitless”), de Neil Burger.

Tal é o impacto da importância da ciência na atualidade que um experimento realizado por McCabe e Castel (2008) demonstrou que a crença nas neurociências tem um peso expressivo na tomada de decisão em relação à veracidade e credibilidade de uma informação. Em um dos experimentos deste estudo, os participantes deveriam ler um texto que foi acompanhado de nenhuma imagem, ou de uma imagem de um gráfico de barras, ou de uma imagem de um cérebro humano. Quando questionados sobre a informação recebida, as pessoas que leram o texto com a imagem do cérebro acreditaram mais nas informações do que as demais (veja também Lindell e Kidd, 2013). Ou seja, os participantes do estudo deram mais credibilidade a informações acompa-

Recebido: 16mar15  
Aceito: 24ago15  
Publicado: 31jan16

Editado por Vítor  
Lopes-dos-Santos  
e revisado por  
Sergio A. Mota-  
Rolim e revisor  
anônimo

nhadas por uma imagem que remetia a achados relacionados às ciências do cérebro.

Seguindo essa linha de raciocínio, Weisberg et al. (2008) mostraram que as pessoas acreditam que a explicação de um fenômeno psicológico é mais satisfatória se ela envolve fatos que são relacionados com o cérebro do que quando envolve fatos que não o são, mesmo quando estas informações neurocientíficas são irrelevantes para a explicação do fenômeno em questão. Até mesmo propagandas de produtos educacionais hipotéticos que tem nomes que contém a palavra “cérebro” (“neuro-marketing”) fazem com que as pessoas avaliem esses produtos como mais interessantes, efetivos e com maior mérito científico do que outros programas idênticos, mas intitulados diferentemente (Lindell e Kidd, 2013). Em outras palavras, se uma informação neste campo parece ser neurocientífica, ela é percebida como melhor.

Portanto, a associação de uma informação com a credibilidade conferida pela neurociência na forma de imagens, nomes ou de explicações que parecem ter bases científicas, mesmo que de qualidade pobre, induz o público a acreditar na veracidade sobre o fato em questão. Um exemplo clássico disto é a afirmação acima citada de que usamos apenas pequena parte de nosso potencial cerebral. Embora não tenha base científica (Beyerstein, 1999), esta informação foi considerada correta por 48% de universitários e até por 6% de neurocientistas em um estudo de Herculano-Houzel (2002).

Na pesquisa de Dekker et al. (2012), os três neuromitos mais comumente acreditados por educadores foram que: 1- as pessoas podem ser classificadas em hemisfericamente direita ou esquerda dependendo de qual hemisfério cerebral é mais ativo, 2- que existem estilos de aprendizagem que influenciam como as pessoas aprendem e que 3- “Brain Gym”, ou ginástica cerebral, turbinou o cérebro. Revisões da literatura desmitificaram todos eles (Kadosh, 2007; Pashler et al., 2008; Spaulding et al., 2010).

Há uma especial preocupação dentre os neurocientistas sobre “softwares” para melhorar a cognição que são anunciados como tendo base científica, provavelmente devido ao largo alcance de seu marketing e ao ganho financeiro envolvido em sua comercialização. Em relação ao treino cerebral e jogos para o cérebro, por exemplo, em 2014, um grupo de 73 pesquisadores especialistas em cognição assinaram um consenso alertando que não há comprovação científica para o benefício cognitivo trazido por estas técnicas (“A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community,” Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity, acessado em 27/02/2015: <http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community/>). Fischer (2009), inclusive, afirma que a maioria dos programas educacionais que se dizem baseados em ciências do cérebro tem neuromitos como alicerces.

## Neuromitos e a mídia

De acordo com O'Connor et al. (2012), a informação científica é filtrada pela ótica de quem a publica e adentra na esfera pública de acordo com o que está em voga. Assim, em situações em que há muita cobertura sobre problemas na educação, há uma tendência em se publicar matérias sobre

achados científicos que podem melhorar esse cenário. Estes autores fizeram um levantamento sobre como a mídia cobriu os achados neurocientíficos entre 2000 e 2010 no Reino Unido e constataram que o assunto mais debatido foi como otimizar o funcionamento cerebral e como listar alimentos que devem ser consumidos para tanto. Contudo, notícias que trataram da falta de evidência científica para tal tipo de intervenção foram escassas. Isto não é surpreendente se for considerado que a falta de evidências não constitui uma notícia e tem menor potencial de atrair leitores, o que confronta com o propósito de vender jornais e revistas.

Howard-Jones (2014) mostra que evidências que contrariam neuromitos são publicadas quase que exclusivamente em periódicos especializados em neurociência, aos quais o grande público não tem acesso. Assim, os neuromitos acabam por serem “protegidos” de sua desmitificação pela mídia, demonstrando uma prática questionável por parte de muitos divulgadores de achados neurocientíficos. Isto é mais grave quando a notícia trata de informações neurocientíficas dada a tendência que as pessoas têm em acreditar em fatos relacionados ao cérebro, como discutido anteriormente.

É importante deixarmos claro que o presente artigo não tem por objetivo desmerecer o jornalismo científico. Em um excelente ensaio sobre este assunto, Watts (2014) aponta a importância destes profissionais em conscientizar o público sobre a ciência. Isto é passível de ser feito sem que informações sejam distorcidas e/ou simplificadas de modo a se tornarem mais apelativas (van Atteveldt et al., 2014). Nisto a mídia tem tido excelência, como atesta a importância conferida à ciência em muitas esferas da sociedade como foi exposto acima. Watts (2014), ainda, chama a atenção para um outro tipo de jornalismo científico, do qual em geral carecemos: a apresentação aos leitores de uma perspectiva crítica sobre os desafios enfrentados pelos que fazem ciência, as limitações dos estudos nesta área (ver abaixo), as crises em suas instituições, bem como sobre políticas com impacto social que tenham como cerne, ou resvalam, em dados científicos. Todos estes quesitos instrumentalizam a sociedade a ter pontos de vista informados sobre os mais diversos assuntos científicos, o que é desejável. Segundo esta autora, este é um papel específico dos jornalistas científico, pois seus profissionais não estão diretamente subordinados a entidades políticas e ao universo da publicação científica; dessa forma eles podem, portanto, apresentar a leigos uma perspectiva diferenciada da dos cientistas. Assim, ambas estas acepções do jornalismo científico são essenciais para fazer a ponte entre os cientistas e o público em geral.

## Neuromitos e a ciência

A ciência hoje está voltada para o acúmulo de conhecimento (Kuhn, 1998). O que o público em geral e, infelizmente, parte dos jornalistas científicos parece desconhecer é que há, ao redor do mundo, um grande número de cientistas que investigam um mesmo assunto e que suas descobertas constituem apenas pequenos avanços sobre o conhecimento acerca de um determinado fenômeno. De maneira a assegurar que isto fique evidente, todo estudo científico deve indicar suas limitações, bem como apresentar informações sobre as condições e tipo de amostra, ou pessoas, em que

seus resultados são aplicáveis. Somente se pode aferir que há evidências científicas para um fato após muitas replicações de um mesmo resultado por diferentes grupos e laboratórios ao redor do mundo, em pesquisas que investigam milhares de indivíduos, ou por meio de técnicas como meta-análises, isto é, estudos que analisam conjuntamente os achados de diversos experimentos publicados separadamente. Isto muitas vezes é desconsiderado na divulgação científica.

Outro fato frequentemente ignorado é que existem publicações científicas de diferentes qualidades (ver Bohannon, 2013), que são inclusive colocadas em ranking de importância (SCImago, 2007). Os artigos científicos a serem considerados devem ser aqueles publicados em revistas com seletivo corpo editorial (pesquisadores renomados na área) e revisados por pares (outros cientistas). Com isso, é mais provável que os resultados sejam mais fidedignos. Ademais, o patrocinador de dada pesquisa deve ser levado em conta, já que pode tender a ressaltar aspectos da pesquisa que levam a ganho financeiro, o que não é de interesse social (Goldrache, 2013).

Apesar disso, não se pode deixar de dizer que os cientistas também tem um papel importante nas distorções de resultados científicos nos meios de comunicação. Estes profissionais são cada vez mais pressionados a publicar seus achados, ou seja, são submetidos à famosa cultura do “publish or perish” (publique ou pereça) (Clapham, 2005). Lamentavelmente, esta política resulta em más práticas científicas (Rawat e Meena, 2014) como a supervalorização de dados pouco conclusivos, generalizações incorretas ou mesmo sua simplificação para que tenham maior impacto e sejam, assim, mais facilmente publicáveis. Isto é particularmente danoso no que tange a informações neurocientíficas, já que despertam grande interesse no público leigo, em especial sobre assuntos relacionados ao aprendizado, que tem grande apelo como será discutido a seguir. Assim, levar ao público informações corretas sobre a ciência envolve um balanço entre a comunicação científica precisa por cientistas e um jornalismo científico crítico.

### **Neuromitos e potenciais prejuízos no campo educacional**

Os prejuízos sociais de crenças em neuromitos tem sido principalmente investigados no campo da educação (Geake, 2008, Zeggio et al., 2015, ver também um livro publicado recentemente em linguagem clara e acessível desmitificando temas equivocados da neurociência: Ekuni et al., 2015). Exemplos de intervenções educacionais fracassadas ocorreram na Irlanda do Norte, na qual foi proposta uma reforma educacional supostamente embasada cientificamente pela neurociência (Purdy e Morrison, 2009, Purdy, 2008). Por exemplo, essa proposta enfatizava que as estratégias pedagógicas devem ser estruturadas de forma que as crianças utilizem seu estilo de aprendizagem individual (mito desmitificado em Pashler et al., 2008). Outra proposta é estimular o uso de atividades que ativem os dois lados do cérebro no momento da aprendizagem; contudo sabe-se que os dois hemisférios cerebrais estão sempre em atividade (ver Kadosh, 2007) (Purdy e Morrison, 2009, Purdy, 2008). Goswami (2006) retrata a frustração dos educadores ao descobrirem

que as práticas como essa, supostamente baseadas no cérebro, e que utilizavam em sala de aula, não eram baseadas em evidências científicas.

Goswami (2006) afirma que os educadores recebem muitas correspondências divulgando cursos que supostamente são baseadas no cérebro. Isto reforça achados de Tardif et al. (2015) em que a segunda fonte de informações mais frequentemente citada pelos educadores e futuros educadores referentes a uma série de neuromitos nos quais acreditavam foi cursos de treinamento para professores; a mídia foi a primeira fonte de informações mais citada relatadas por educadores. Ressalta-se, assim, a necessidade urgente de melhoria na formação científica na área da pedagogia para evitar que os mesmos acreditem em qualquer neuromito..

Infelizmente, saber mais sobre o cérebro, não significa ter mais treino científico. Embora pessoas que lêem mais artigos de divulgação científica sabem mais sobre neurociências do que as pessoas que não lêem (Herculano-Houzel, 2002; Dekker et al., 2012), uma pesquisa mostrou que ter mais conhecimentos sobre o cérebro não protege educadores de acreditarem em neuromitos (Dekker et al., 2012). Ao contrário, os que demonstram mais conhecimentos gerais sobre o cérebro crêem mais, e não menos, em neuromitos (Dekker et al., 2012). Dos 15 neuromitos avaliados por Dekker et al. (2012), sete foram considerados fatos verdadeiros por mais do que 50% da população de educadores estudada, a citar: 1) estudantes aprendem mais se a instrução é coerente com seu estilo de aprendizagem, 2) dominância hemisférica pode explicar diferenças individuais de aprendizes, 3) exercícios auxiliam a conectar um hemisfério com o outro, 4) ambientes enriquecidos melhoram o cérebro de crianças pré-escolares, 5) exercícios de coordenação motora que envolvem repetições podem melhorar as habilidades de leitura, 6) o consumo de Omega-3 faz com que o indivíduo aprenda melhor e 7) a atenção das crianças diminuem após consumirem alguns alimentos. Os outros mitos que foram considerados verdadeiros por menos da metade dos entrevistados foram: 8) usamos apenas 10% da nossa capacidade cerebral, 9) há períodos críticos para se aprender algo e se não aprender, perde-se essa janela de oportunidade, 10) consumir regularmente bebidas com cafeína reduz o estado de alerta, 11) se a criança não beber água suficiente, o cérebro encolhe, 12) se as crianças não dominarem a língua nativa antes de aprender outra, não a aprenderão com sucesso, 13) a educação não remedia problemas de desordens de desenvolvimento, 14) repetição de informações mudam a forma e estrutura do cérebro e 15) os aprendizes demonstram preferências no modo em que recebem informações (visuais, auditivas ou cinestésicas). Em outras palavras, fica claro que muitos profissionais tem dificuldades de distinguir fatos científicos de pseudociência. Considerando que os educadores mais interessados em neurociências são os mais afoitos a colocar em prática seus conhecimentos nas salas de aula, sua fácil crença em neuromitos, em especial no que se refere a programas educacionais comercializados (Dekker et al., 2012), tem o potencial de levar ao uso de técnicas não efetivas, bem como de difundir conhecimentos inverídicos, um exemplo é a prática do Brain Gym®, desmitificada por Spaulding et al., (2010) e recentemente por Zeggio e Malloy-Diniz (2015). Os achados

de Lindell e Kidd (2013) sugerem que uma melhor formação científica resulta em uma avaliação mais crítica em relação aos produtos “neuromarketizados”, o que não é apenas desejável, mas essencial, nestes profissionais.

Uma análise sobre a crença em neuromitos entre educadores brasileiros está em andamento (Silva et al., 2014). Análises preliminares mostram que estes profissionais, assim como aqueles do Reino Unido e Holanda (Dekker et al. 2012), Portugal (Rato et al., 2013), Turquia, Grécia e China (Howard-Jones, 2014) tendem a acreditar em vários neuromitos associados ao aprendizado. Isto deve decorrer da pequena importância dada à ciência na formação de educadores. Um levantamento realizado nos cursos de pedagogia no Brasil mostrou que das 352 matrizes curriculares analisadas, apenas 6,25% contemplavam neurociências ou áreas correlatas (Grossi et al., 2014). Sendo assim, pode-se concluir que os futuros agentes da educação no país possuem pouco conhecimento prévio para poder questionar os achados neurocientíficos apresentados na comunicação em massa e que também não devem estar habilitados a discutir com neurocientistas sobre os avanços da ciência em seu campo de atuação.

### **Avanços na educação baseada em evidências**

A educação baseada em evidências, cada vez mais preconizada internacionalmente, em especial a educação baseada em conhecimentos sobre o funcionamento cerebral (Fischer, 2009), só poderá ser aplicável no Brasil quando educadores forem formados para entender os achados científicos relativos à educação, bem como a questionar interpretações de informações jornalísticas inexatas ou incorretas. Para tanto, Dekker et al. (2012) e Fischer (2009) sugerem o desenvolvimento de programas interdisciplinares entre neurocientistas e educadores.

Dado o importante papel da divulgação científica pela mídia, já mencionado, acreditamos que seja adicionado o jornalismo científico responsável a esta diáde. Assim, será somente possível garantir uma evolução na educação baseada em evidências quando houver uma política de integração das práticas profissionais específicas do jornalismo científico com os conhecimentos de neurocientistas e educadores. Para tanto, estas categorias profissionais precisam ter uma base de comunicação comum, que deve passar pela obtenção de conhecimentos sobre a ciência por parte de educadores e de educação por parte dos neurocientistas, além de uma análise crítica de jornalistas que cobrem tais assuntos, bem como de uma comunicação abalizada dos cientistas sobre seus achados. Cada uma destas categorias profissionais tem seu papel no esclarecimento ao público sobre técnicas de aprendizagem efetivas. Elas devem também ser conscientizadas de que o simples uso de informações científicas como embasamento para um avanço educacional pode gerar um viés de interpretação que faz com que as pessoas tendam a acreditar na confirmação da sua eficácia. Portanto, muito cuidado deve ser tomado na apresentação de informações científicas neste campo, pois a mera menção à ciência eleva sua credibilidade, mesmo que os fatos científicos apresentados sejam irrelevantes, simplificados, descontextualizados ou até incorretos. Somente intervenções com evidências comprovadas terão o potencial de ser úteis para melhorar a educação.

### **Agradecimentos**

À CAPES, AFIP, CNPq e Fundação Araucária, entidades sem fins lucrativos que financiam pesquisas científicas, pelo apoio às pesquisas das autoras.

English version

# **The impact of scientific dissemination in the perpetuation of neuromyths in education**

**Roberta Ekuni & Sabine Pompéia**

## **Introduction**

Neuromyths are false beliefs about the brain (OECD, 2002) that originate from exaggerated or misleading interpretations regarding research findings in neuroscience (Dekker et al., 2012). According to Pasquinelli (2012), neuromyths became more common after neuroscience came to be more evident in the media during the 1990s, a decade known as the decade of the brain in response to an increasing “appetite for Neuroscience”, or “neurophilia”. This propensity is observed today, as evidenced by pictures of brains printed on magazine covers (e.g. Scientific American), news headlines about neuroscience, TV shows and movie themes such as “Lucy”, by Luc Besson. In this film, a neuroscientist played by Mor-

gan Freeman claims that people use only 10% of their brain power and that the use of a drug can gradually make Lucy, the protagonist of the film, use the full capacity of her brain, which leads her to perform superhuman feats, similarly to what occurs with the main character of the film “Limitless”, by Neil Burger.

Such is the impact of the importance of science today that an experiment conducted by McCabe and Castel (2008) demonstrated that the belief in neurosciences has a significant weight in decision making regarding the veracity and credibility of information. In one of the experiments of this study, participants had to read a text that was not accompanied by an image, the same text illustrated by a bar chart or



by an image of a human brain. Those who read the text with the image of the brain believed more in the information provided than the people in the other two conditions (see also Lindell and Kidd, 2013). In other words, the participants in the study regarded the information accompanied by a picture which referred to findings related to brain sciences as more credible.

Following this line of reasoning, Weisberg et al. (2008) showed that people believe that the explanation of a psychological phenomenon is more satisfactory if it involves facts that are related to the brain in comparison to when it is not, even when the neuroscientific information is irrelevant to the explanation of the phenomenon that they read about. Even advertisements of hypothetical educational products that have names containing the word “brain” (“neuro-marketing”) cause people to evaluate these products as more interesting, effective and with greater scientific merit than other similar programs, but entitled differently (Lindell and Kidd, 2013). Hence, if information in this field appears to be based on neuroscience, it is perceived as better.

Therefore, the association of information with the credibility conferred by the neuroscience in the form of images, names or explanations that seem to have a scientific basis, even if of poor quality, leads the public to believe in the veracity of the exposed fact. A classic example of this is the statement quoted above regarding the use of only a small part of our brain potential. Although it has no scientific basis (Beyerstein, 1999), this information was considered correct by 48% of college students and up to 6% of neuroscientists in a study conducted by Herculano-Houzel (2002).

According to Dekker et al., (2012), the three most common neuromyths believed by educators were that: 1) people can be classified into using mostly the right or left hemisphere; 2) there are learning styles that influence how people learn; and 3) “Brain Gym”<sup>®</sup> turbinates the brain. Literature reviews demystify all these ideas (Kadosh, 2007; Pashler et al., 2008; Spaulding et al., 2010).

There is particular concern among neuroscientists about softwares that claim to improve cognition that are advertised as having a scientific basis, probably due to the wide reach of their marketing schemes and the financial gain involved. In relation to brain training and games for the brain, for example, in 2014, a group of 73 expert researchers in cognition signed an agreement warning that there is no scientific evidence of cognitive benefit brought by these techniques (“A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community, “Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity, accessed 2/27/2015: <http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community/>). Fischer (2009) even states that most educational programs that claim to be based on brain science have neuromyths as a foundation.

### Neuromyths and the media

According to O'Connor et al., (2012), the aspects of science that reach the public are those that are in vogue. For example, news that receives much coverage, such as problems in education, tends to focus on scientific findings that can

improve this scenario. These authors conducted a survey on how the media covered the neuroscientific findings between 2000 and 2010 in the UK and found that most of the articles reported means of optimizing brain functioning and listed food that should be consumed to do so. However, news that addressed the lack of scientific evidence for this type of intervention was scarce. This is not surprising if one considers that the lack of evidence is not “news” and has less potential to attract readers, which goes against the purpose of selling newspapers and magazines.

In effect, Howard-Jones (2014) showed that evidence that contradicts neuromyths is published almost exclusively in specialized journals on neuroscience, to which the general public has no access. Thus, neuromyths end up being “protected” by demystification by the media, indicating a questionable practice by many promoters of neuroscientific findings to non-experts. This is more worrying if it is considered that information that seems neuroscientific leads to greater belief in given facts, as discussed above.

It is important to emphasize that the present article does not intend to belittle scientific journalism. In an excellent essay on this issue, Watts (2014) points to the importance of this field of work in raising public awareness about science. This can obviously be done without distorting and/or simplifying information to make it more appealing (van Atteveldt et al., 2014). In this the media has had excellence performance, as evidenced by the importance given to science in many spheres of society, as stated above. Watts (2014) also draws attention to another type of scientific journalism, which is generally lacking and that should: present critical perspective on the challenges faced by those who practice science, and that calls attention to the limitations of the studies in this area (see below), the crises in scientific institutions, as well as the policies with social impact that are based on scientific facts. All these issues enable readers to gain informed views on various scientific subjects, which is desirable. According to this author, this is a role best suited to scientific journalists than to scientist. This is so because the former, unlike the latter, are not directly subordinated to political entities and the universe of scientific publication and can hence present to laypeople a less biased view on certain scientific issues. Thus, the role of scientific journalism in providing accurate scientific information and reporting on the underlying problems and difficulties in science are essential to bridge the gap between scientists and the general public.

### Neuromyths and science

Today's science is focused on the accumulation of knowledge (Kuhn, 1998). What the general public and, unfortunately, part of the science journalists seems to ignore is that there are around the world a large number of scientists investigating the same things and that their individual findings can provide only small advances on knowledge about each particular studied phenomenon. In order to ensure that this is made evident, all scientific studies must state their limitations and present information on the conditions and type of sample, or people, in which the results are applicable. It can only be inferred that there is scientific evidence for a fact after many replications of the same findings by different

groups and laboratories around the world, in research that involves thousands of people, or through techniques such as meta-analysis, i.e., studies that jointly analyze the findings of several experiments published separately. This is often overlooked in reports on scientific findings.

Another often disregarded fact is that there are scientific publications of different qualities (see Bohannon, 2013), which can be ranked accordingly (SCImago, 2007). Scientific papers that should be more often considered are those that are published in journals edited by leading researchers and which are peer reviewed (approved by other scientists in the same field). This makes it more likely that the results are reliable. Moreover, the sponsor of the studies must be taken into account, as they may influence the publication of findings that lead to financial gain, which is not of social interest (Goldracc, 2013).

Scientists also play an important role in the distortion of scientific results in the media. These professionals are under increasing pressure to publish their findings, i.e., they are submitted to the culture of “publish or perish” (Clapham, 2005). Unfortunately, this policy results in poor scientific practices (Rawat and Meena, 2014) in the form of overvaluing inconclusive data, making incorrect generalizations, or even simplifying results so that they have greater impact and are thus more easily publishable. This is particularly damaging when it comes to neuroscientific information, since it arouses greater interest in the general public, in particular on issues related to education, which has great appeal as discussed below. Thus, providing the public with accurate information about science involves a balance between the presentation of accurate information by the scientific community and a critical appraisal of facts by science journalists.

### Neuromyths and potential misinformation in the educational field

The social damages caused by the belief in neuromyths have mainly been investigated in the field of education (Geake, 2008; Zeggio et al., 2015; see also a recently published book in clear and accessible language, demystifying topics of neuroscience: Ekuni et al. 2015). Examples of failed educational interventions occurred in Northern Ireland, which involved a reform supposedly grounded on neuroscience (Purdy e Morrison, 2009; Purdy, 2008). For example, this proposal emphasized that teaching strategies should be designed so that children can use their individual learning styles (myth demystified in Pashler et al., 2008). Another proposal was to encourage the use of activities that involve the two sides of the brain at the time of learning (it is known that the two hemispheres are always active; see Kadosh, 2007) (Purdy and Morrison, 2009; Purdy, 2008). Goswami (2006) portrayed the frustration of educators in discovering that practices such as these, supposedly based on brain functioning, and that are used in the classrooms, were not based on scientific evidence.

Goswami (2006) states that educators receive a great deal of correspondence on courses that are supposedly based on brain functioning. This reinforces findings of Tardif et al. (2015) that the second most frequent source of information cited by educators and future educators, concerning a number of neuromyths in which they believed in, were training

courses for teachers; the media was the primary source of this type of misinformation reported by educators. It is noteworthy, therefore, that there is an urgent need for improvement in the scientific training in the area of pedagogy.

Unfortunately, knowing more about the brain does not translate into adequate scientific training. Although people who read more science articles in the media know more about neuroscience than people who do not (Herculano-Houzel, 2002; Dekker et al., 2012), a survey showed that having more knowledge about the brain does not decrease the probability of believing in neuromyths (Dekker et al., 2012). On the contrary, having more general knowledge about the brain makes people more, and not less, susceptible to neuromyths (Dekker et al., 2012). Of the 15 neuromyths investigated by Dekker et al. (2012), seven were considered true facts by more than 50% of the population of educators interviewed in their study. These myths were that: 1) students learn more if the statement is consistent with their learning style; 2) hemispheric dominance may explain individual differences among learners; 3) exercises help to connect one hemisphere to the other; 4) enriched environments improve brain functioning in preschool children; 5) motor coordination exercises that involve repetitions can improve reading skills; 6) Omega-3 consumption makes the people learn better; and 7) childrens' attention decreases after consuming some kinds of food. The others myths that were less believed in, but still so by some, were that: 8) people use only 10% of their brain capacity; 9) there are critical periods for learning specific things and that if these are missed, students lose these windows of opportunity; 10) regular consumption of caffeinated beverages reduces alertness; 11) if the child does not drink enough water, the brain shrinks; 12) if children do not master their native language before learning another, they will not master it adequately; 13) education cannot reduce problems related to developmental disorders; 14) repeating information changes the shape and structure of the brain; and 15) learners demonstrate preferences in the way they receive information (visually, auditorily or kinesthetically). In other words, it is clear that many professionals in education have difficulties in distinguishing scientific facts from pseudoscience. Whereas educators interested in neurosciences are most likely to put their “scientific” knowledge into practice in the classroom, their tendency to believe in neuromyths, especially regarding marketed educational programs (Dekker et al., 2012), has the potential to lead to the use of ineffective techniques and also to spread untrue knowledge, such as the effectiveness of the practice of Brain Gym®, demystified by Spaulding et al. (2010) and Zeggio and Malloy-Diniz (2015). The findings of Lindell and Kidd (2013) suggest that a better scientific education results in a more critical evaluation for neuromarketed products, which is not only desirable, but essential in these professionals.

An analysis of beliefs in neuromyths among Brazilian educators is underway (Silva et al., 2014). Preliminary analyzes show that these professionals, as well as those of the UK and the Netherlands (Dekker et al., 2012), Portugal (Rato et al., 2013), Turkey, Greece and China (Howard-Jones, 2014), tend to believe in many neuromyths associated with learning. This may results from the small importance con-

ferred to teaching science to educators. A survey conducted in pedagogy University courses in Brazil showed that of the 352 curriculum matrices analyzed, only 6.25% included neuroscience or related areas (Grossi et al., 2014). Thus, it can be concluded that future agents of education in Brazil have little prior knowledge to be able to question the neuroscientific findings presented by the mass media and should probably also be unable to discuss the advances of science in this field with neuroscientists.

### Advances in evidence-based education

Evidence-based education, which is increasingly internationally recommended, especially knowledge-based education regarding brain functioning (Fischer, 2009), may be applicable in Brazil when educators are trained to understand the scientific findings related to education and to question interpretations of inaccurate journalistic information. To this end, Dekker et al. (2012) and Fischer (2009) suggest the development of interdisciplinary programs between neuroscientists and educators. Given the important role of science communication by the media, already mentioned, we believe that responsible science journalism should be added to this dyad. It will only be possible to guarantee an increase in evidence-based education through a policy of integration of the specific professional practices of science journalism with the

knowledge of neuroscientists and educators. For this purpose, these professional groups need to have a common basis of communication which involves the obtainment of scientific knowledge by educators and of education by neuroscientists, a critical analysis of journalists covering such matters, as well as an adequate communication of scientific findings in this field by scientists. Each of these professional categories has their specific role in explaining effective learning techniques to the public. They should also be made aware that the mere use of scientific information as a basis for the proposal of educational advancement can generate an interpretation bias that makes people tend to believe in their effectiveness. Therefore, great care must be taken in the presentation of scientific information in this field, because the mention of science raises its credibility, even if the scientific facts presented are irrelevant, simplified, decontextualized or incorrect. Only interventions with proven evidence have the potential to be useful to improve education.

### Acknowledgements

To CAPES, AFIP, CNPq and the Fundação Araucaria, non-profit organizations that finance scientific research in Brazil.

### Referências/References

- Bohannon J. 2013. Who's afraid of peer review? *Science* 342:60-65.
- Clapham P. 2005. Publish or perish. *BioScience* 55:390-391.
- Dekker S, Lee NC, Howard-Jones, P, Jolles J. 2012. Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology: Educational Psychology* 429:1-8.
- Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA. 2015. Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade? São Paulo: Editora Memnon.
- Fischer KW. 2009. Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching. *Mind, Brain, and Education* 3: 3-16.
- Geake J. 2008. Neuromythologies in education. *Educational Research* 50:123-133.
- Goldracc B. 2013. Trial sans Erros: How Pharma-Funded research cherry-picks positive results [Excerpt], *Scientific American* 13.
- Goswami U. 2006. Neuroscience and education: from research to practice?, *Nature Reviews Neuroscience* 2-7.
- Grossi MGR, Lopes AM, Couto PA. 2014. A neurociência na formação dos professores: um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade* 23:27-40.
- Herculano-Houzel S. 2002. Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. *Neuroscientist* 8:98-110.
- Howard-Jones PA. 2014. Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience* 15:817-824.
- Kadosh RC. 2007. The laterality effect: Myth or truth? *Consciousness and Cognition* 17:350-354.
- Kuhn TS. 1998. A estrutura das revoluções científicas. Editora Perspectiva SA. 257p.
- Lindell AK, Kidd E. 2013. Consumers favor "Right Brain" Training: The dangerous lure of neuromarketing. *Mind, Brain, and Education* 7: 35-39.
- McCabe DP, Castel AD. 2008. Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning. *Cognition* 107:343-352.
- O'Connor C, Rees G, Joffe H. 2012. Neuroscience in the public sphere. *Neuron* 74:220-226.
- OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. 2002. Learning Seen from a Neuroscientific Approach. OECD Publications Service, Paris. <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/product/9102021e.pdf>
- Pashler H, McDaniel M, Rohrer D, Bjork R. 2008. Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest* 9:105-119.
- Pasquinelli E. 2012. Neuromyths: Why do they exist and persist? *Mind, Brain and Education* 6:89-96.
- Purdy N. 2008. Neuroscience and education: how best to filter out the neurononsense from our classrooms? *Irish Educational Studies* 27:197-208.
- Purdy N, Morrison H. 2009. Cognitive neuroscience and education: unraveling the confusion. *Oxford Review of Education* 35:99-109.
- Rato JR, Abreu AM, Castro-Caldas, A. 2014. Neuromyths in education: What is fact and what is fiction for Portuguese Teachers? *Educational Research* 55:441-453.
- Rawal S, Meena S. 2014. Publish or perish: Where are we heading? *Journal of Research in Medical Sciences* 19: 87-89.
- Silva MA, Figueiredo LZ, Ekuni R. 2014. Educação baseada no cérebro e neuromitos: O que os educadores sabem sobre o cérebro? Poster XXXVI Reunião Anual da SBNeC.
- SCImago. (2007). SJR — SCImago Journal & Country Rank. Retrieved July 14, 2015, from <http://www.scimagojr.com>
- Spaulding LS, Mostert MP, Beam AP. 2010. Is Brain Gym® an effective educational intervention? *Exceptionality: A Special Education Journal* 18:18-30.
- Tardif E, Doudin PA, Meylan N. 2015. Neuromyths among teachers and student teachers. *Mind, Brain, and Education* 9:50-59.

- van Atteveldt NM, van Aalderen-Smeets SI, Jacobi C, Ruigrok N. 2014. Media reporting of neuroscience depends on timing, topic and newspaper type. *PLOS one* 9:e104780 1-12.
- Watts S. 2014. Society needs more than wonder to respect science. *Nature* 508 (7495): 151.
- Weisberg DS, Keil FC, Goodstein J, Rawson E, Gray JR. 2008. The seductive allure of neuroscience explanations. *Journal of Cognitive Neuroscience* 20: 470-477.
- Zeggio L, Ekuni R, Silva MA, Bueno OFA. 2015. Neurociência e Educação: Cuidado com os neuromitos! In: Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA, editors. *Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade?* São Paulo: Editora Memnon p.142-152.
- Zeggio L, Malloy-Diniz L. 2015. Academia do cérebro; a falácia da Ginástica Cerebral. In: Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA, editors. *Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade?* São Paulo: Editora Memnon p.72-90.