

Evidências sobre neuroética e neuroeducação: uma revisão integrativa

Evidence on neuroethics and neuroeducation: an integrative review

Evidencia sobre neuroética y neuroeducación: una revisión integradora

Recebido: 06/05/2020 | Revisado: 10/05/2020 | Aceito: 11/05/2020 | Publicado: 20/05/2020

Isabela Saioron

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6402-830X>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: isabelasaieron@gmail.com

Graziele de Lima Dalmolin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0985-5788>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: grazi.dalmolin@gmail.com

Flávia Regina Souza Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0077-2292>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: flareginaramos@gmail.com

Dulcinéia Ghizoni Schneider

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4842-2187>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: dulcineiags@gmail.com

Resumo

Objetivo: Identificar as características e evidências dos estudos sobre neuroética e neuroeducação na literatura científica. Metodologia: Revisão integrativa realizada nas bases de dados SCOPUS, PUBMED e Web of Science. A partir da análise de 613 artigos, foram selecionados 25 para análise conforme critérios estabelecidos. Resultados: A partir da análise das evidências, seus resultados foram apresentados em três grupos principais: 1) Aumento da performance e da percepção pelo treinamento; 2) Aumento da performance pela medicalização e intervenções; e 3) Debate e crítica sobre a neuroética e neuroeducação Conclusão: Tanto a neuroeducação quanto a neuroética têm potencial para beneficiar a sociedade, em futuros desdobramentos teóricos e tecnológicos sobre a saúde e a educação.

Suas repercussões e translações atingem o campo profissional da Enfermagem, o que requer uma apropriação crítica de suas bases, de modo a preservar princípios gerais de sua aplicação, como a justiça e equidade no usufruto de seus benefícios, controle de interesses e respeito à pluralidade e individualidade cultural e moral.

Palavras-chave: Ética; Educação; Neurociências; Bioética; Revisão; Ciências da saúde.

Abstract

Objective: To identify the characteristics and evidence of studies on neuroethics and neuroeducation in the scientific literature. **Method:** Integrative review held in the SCOPUS, PUBMED and Web of Science databases. From the analysis of 613 papers, we selected 25 for analysis according to established criteria. **Results:** From the analysis of the evidence, its results were presented in three main groups: 1) Increased performance and perception through training; 2) Increased performance through medicalization and interventions; and 3) Discussion and criticism on neuroethics and neuroeducation. **Conclusion:** Both neuroeducation and neuroethics have the potential to benefit society, in future theoretical and technological developments on health and education. Their repercussions and translations achieve the professional field of Nursing, which requires a critical appropriation of their foundations, in such a way as to preserve general principles of their application, such as justice and equity in the enjoyment of their benefits, control of interests and respect for cultural and moral plurality and individuality.

Keywords: Ethics; Education; Neurosciences; Bioethics; Review; Health sciences.

Resumen

Objetivo: Identificar las características y la evidencia de los estudios sobre neuroética y neuroeducación en la literatura científica. **Método:** Revisión integradora llevada a cabo en las bases de datos SCOPUS, PUBMED y Web of Science. A partir del análisis de 613 artículos, se seleccionaron 25 para análisis de acuerdo con los criterios establecidos. **Resultados:** A partir del análisis de la evidencia, sus resultados se presentaron en tres grupos principales: 1) Incremento del rendimiento y de la percepción mediante la capacitación; 2) Incremento del rendimiento mediante la medicalización e intervenciones; y 3) Discusión y crítica sobre neuroética y neuroeducación. **Conclusión:** Tanto la neuroeducación como la neuroética tienen el potencial de beneficiar a la sociedad, en futuros desarrollos teóricos y tecnológicos sobre salud y educación. Sus repercusiones y traslaciones alcanzan el campo profesional de la Enfermería, lo que requiere una apropiación crítica de sus fundamentos, con el fin de preservar los principios generales de su aplicación, como la justicia y la equidad en el disfrute de sus beneficios, el control de intereses y el respeto por la pluralidad y individualidad cultural y moral.

Palabras clave: Ética; Educación; Neurociencias; Bioética; Revisión; Ciencias de la salud.

1. Introdução

As discussões, assim como os próprios conceitos de neuroética e neuroeducação, são relativamente recentes e marcadas por controvérsias. Especificamente, na área da saúde e enfermagem, esse é um debate importante, pois grande parte das descobertas decorrentes da pesquisa e experimentação na neurociência: são aplicadas e, desenvolvidas para seres humanos. Nesse caso, uma postura crítica do profissional perante tais avanços é fundamental para manutenção da integridade física, moral e emocional das pessoas diante dos riscos e benefícios relacionados, bem como para identificação de estratégias e ferramentas que possam ser aplicadas no contexto da educação e da ética em enfermagem, potencializando a formação de sujeitos éticos e comprometidos.

O aprimoramento do desempenho educacional é um debate que permeia a humanidade desde a Grécia antiga e, apesar de reconhecida a capacidade do cérebro de aprender ao longo da vida, a neurociência com foco no aprendizado se manteve frágil até meados da década de 1970, quando emergiu a Neuroeducação e se fomentaram as discussões Neuroéticas (Felip, 2015).

A Neuroeducação é uma vertente neurocientífica que defende que para uma aprendizagem primorosa e eficaz é essencial conhecer como o cérebro responde aos estímulos e aprende com eles, garantindo assim um significativo leque de possibilidades aos educadores para aprimorar o desempenho de seus educandos (Felip, 2015; Sousa & Alves, 2017; Béjar, 2014). Contudo, as novas possibilidades trazidas pelos avanços neurocientíficos trouxeram consigo novas questões éticas. Não se trata unicamente de problemas éticos que possam permear as pesquisas e intervenções clínicas das neurociências, mas também as possíveis consequências dessas ações a nível moral e jurídico, como questões envolvendo a privacidade sobre os pensamentos, os conceitos de normal e patológico, a incerteza sobre a busca por doenças sem tratamentos disponíveis, dentre muitos outros questionamentos acerca dos limites que devem ou não existir nesse novo contexto (Cortina, 2014; Kipper, 2020).

Diante dessa complexidade, surge a vertente bioética denominada Neuroética, para examinar como deveriam ser tratadas as descobertas neurocientíficas, dentre elas, os achados referentes à Neuroeducação. Trata-se de uma importante extensão da bioética aplicada, cujo foco é estudar questões éticas, legais e sociais que se originam dos descobrimentos neurocientíficos (Cortina, 2014; Cortina, 2010; Marino-Junior, 2010).

Por fim, embora tanto a Neuroeducação quanto a Neuroética tenham emergido no intuito de atender as demandas éticas e educacionais dos tempos atuais, ambas fomentam

questionamentos e explicitam desafios ainda pouco difundidos. Assim sendo, objetivou-se identificar as características e evidências dos estudos sobre Neuroética e Neuroeducação na literatura científica.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa realizada em seis etapas (Paula, Padoin & Galvão, 2015):

1) *Formulação da pergunta de revisão*: delimitou-se, a partir da estratégia PICOT, a seguinte questão: “Quais as características e evidências dos estudos sobre neuroética e neuroeducação?”.

2) *Amostragem*: definiram-se inicialmente os seguintes critérios de inclusão: artigos originais, completos, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que respondessem a questão de revisão. Foram excluídos aqueles que não tinham resumo para primeira análise. Os artigos duplicados foram contabilizados apenas uma vez. Não foi delimitado marco temporal.

Posteriormente foram selecionados as palavras-chave e descritores controlados a partir do Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e Medical Subject Headings (MESH) e seus sinônimos, testados em diferentes combinações com utilização dos operadores booleanos “AND” e “OR” para adequar a estratégia de busca.

A busca foi realizada nas bases de dados SciVerse Scopus (SCOPUS), Web of Science (WoS) e na biblioteca virtual Public MEDLINE (PUBMED) no mês de fevereiro de 2019.

Demonstra-se, como exemplo, a estratégia de busca na Base de dados SCOPUS: TITLE-ABS-KEY ("Ethics" OR "Ethical Issues" OR "Ethical Issue" OR "Issue, Ethical" OR "Issues, Ethical" OR "Situational Ethics" OR "Ethics, Situational" OR "moral Policy" OR "Moral Policies" OR "Policies, Moral" OR "Policy, Moral" OR "morals" OR "Moral Development" OR "Development, Moral" OR "Ethics, Professional" OR "Ethics, Nursing" OR "Ethical Analysis" OR "ethics [Subheading]" OR "ethical aspects" OR "Ethics, Clinical" OR "Clinical Ethics" OR "Ética" OR "Moral" OR "Morale" OR "desarrollo moral" OR "desenvolvimento moral" OR "Bioethics" OR "Health Care Ethics" OR "Ethics, Health Care" OR "Biomedical Ethics" OR "Ethics, Biomedical") AND TITLE-ABS-KEY ("Neurosciences" OR "neurociências" OR "neurociências" OR

"Cognitive Neuroscience" OR "neurociência cognitiva" OR "neurociencia cognitiva" OR "Neuropsychology Neurosciences" OR "Cognitive Neuroscience" OR "Neuroscience Nursing" OR "Nursing, Neuroscience" OR "neuroética" OR "neuroethics" OR "neuroethic" OR "neuroeducation" OR "neuroeducación" OR "neuroeducação") AND TITLE-ABS-KEY ("Education" OR "Educación" OR "Educação" OR "/education" OR "/educación" OR "/educação" OR "Training Programs" OR "Program, Training" OR "Programs, Training" OR "Training Program" OR "Educational Activities" OR "Activities, Educational" OR "Activity, Educational" OR "Educational Activity" OR "Literacy Programs" OR "Literacy Program" OR "Program, Literacy" OR "Programs, Literacy" OR "narrativa" OR "narração" OR "Aprendizagem").

Com as buscas foram encontrados 283 artigos na PUBMED, 219 na SCOPUS e 111 na WoS, sendo o mais antigo publicado no ano de 1984 e o mais atual publicado em 2018. A maioria das publicações encontradas foram publicadas entre os anos 2012 e 2016.

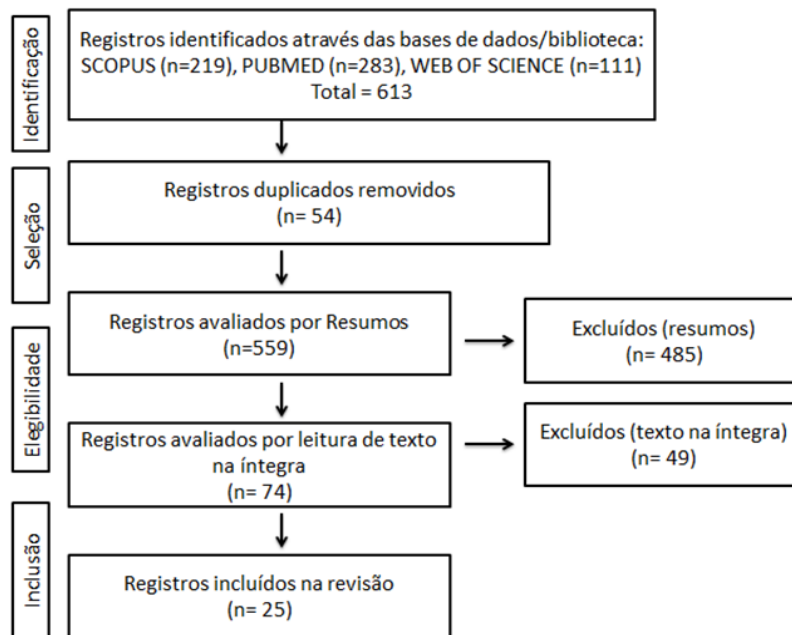
A seleção dos estudos, para minimizar o viés de seleção, foi realizada por dois revisores, constituindo uma avaliação duplo-independente, e em caso de divergências, um terceiro revisor foi consultado.

Nessa fase, a primeira análise de seleção do material foi realizada a partir da leitura dos títulos e resumos, com preenchimento de uma ficha de seleção compreendendo os critérios estabelecidos.

A segunda análise de seleção foi realizada a partir da leitura na íntegra dos artigos selecionados.

Ao final de cada fase de seleção os revisores fizeram reuniões de consenso para verificação de quais artigos permaneciam na amostra. Ao final do processo de seleção foram incluídos 25 artigos para análise conforme verificado no Fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de seleção dos artigos incluídos na revisão. Florianópolis/SC - Brasil.



Fonte: Resultados da revisão.

Ao analisar o fluxograma da Figura 1, percebe-se que dos 613 artigos, identificados inicialmente através dos descritores, 54 foram excluídos por estarem duplicados, ficando 559 artigos para serem analisados os resumos.

Após a análise dos resumos, 485 publicações foram excluídas, ficando 74 artigos. Esses 74 artigos foram lidos na íntegra e excluiu-se 49. Assim sendo, foram incluídos na revisão 25 artigos.

3) *Extração de dados*: foi constituída pela extração dos dados dos estudos selecionados que compuseram o corpus da revisão, a qual se deu pelas características dos estudos, como país de origem, ano de publicação, periódico científico, método utilizado, abordagem do estudo e seus principais resultados.

4) *Avaliação crítica*: foi realizada avaliação crítica dos artigos incluídos por meio da avaliação dos níveis de evidência conforme classificação da força de evidência de sete níveis (Melnyk, Fineout-Overholt, Stillwell & Williamson, 2009).

5) *Análise e síntese dos resultados da revisão*: Na sequência, a quinta etapa constituiu-se da verificação dos resultados na composição de um quadro sinóptico que reuniu os dados extraídos dos artigos, e permitiu seu agrupamento para possíveis comparações, enfatizando diferenças e similaridades entre eles.

6) *Apresentação da revisão integrativa*: na última etapa, de síntese do conhecimento e

apresentação da revisão, são apresentadas conclusões e limitações da revisão, com recomendações geradas pelas evidências.

3. Resultados e Discussão

Foram incluídos na revisão 25 artigos, os quais estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos artigos incluídos na revisão conforme base de dados, título e nível de evidência. (n=25). Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2019.

Código	Título	Nível de Evidência
1 ⁽¹⁰⁾ - P*	Mental practice with interactive 3D visual aids enhances surgical performance	N3 [§]
2 ⁽¹¹⁾ - P	Retrieval practice, with or without mind mapping, boosts fact learning in primary school children	N2
3 ⁽¹²⁾ - P	Managing stigma effectively: What social psychology and social neuroscience can teach us	N6 [¶]
4 ⁽¹³⁾ - P	Musical training induces functional plasticity in human hippocampus	N3
5 ⁽¹⁴⁾ - P	Increased cortical thickness in sports experts: A comparison of diving players with the controls	N3
6 ⁽¹⁵⁾ - P	Subjective experience of difficulty depends on multiple cues	N2
7 ⁽¹⁶⁾ - P	Training sensory signal-to-noise resolution in children with ADHD in a global mental health setting	N2
8 ⁽¹⁷⁾ - P	Effect of a Virtual Environment on the Development of Mathematical Skills in Children with Dyscalculia	N2
9 ⁽¹⁸⁾ - S [†]	Foiled by ‘smart drugs’ – why shouldn’t pharmacological cognitive enhancement be liberally used in education?	N7 ^{**}
10 ⁽¹⁹⁾ - S	Bottom Up Ethics - Neuroenhancement in Education and Employment	N6
11 ⁽²⁰⁾ - S	Manipulating memories: The ethics of yesterday’s science fiction and today’s reality	N7
12 ⁽²¹⁾ - S	Predicting long-term outcomes of educational interventions using the evolutionary causal matrices and Markov chain based on educational neuroscience	N6
13 ⁽²²⁾ - S	Mindful interventions: Youth, poverty, and the developing brain	N6
14 ⁽²³⁾ - S	Developing an ‘ethics for neuroscientists’ course: between emancipation, practicality, and postmodernity in educational action research	N6
15 ⁽²⁴⁾ - S	Not Just “Study Drugs” for the Rich: Stimulants as Moral Tools for Creating Opportunities for Socially Disadvantaged Students	N7
16 ⁽²⁵⁾ - S	Neuroscience and Education – an Incompatible Relationship	N7
17 ⁽²⁶⁾ - S	Cultural influences on the neural correlate of moral decision making processes	N6
18 ⁽²⁷⁾ - S	Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding?	N6
19 ⁽²⁸⁾ - S	Educational neuroethics: A contribution from empirical research	N5 ^{††}
20 ⁽²⁹⁾ - S	Neuroethics, neuroeducation, and classroom teaching: Where the brain sciences meet pedagogy	N7
21 ⁽³⁰⁾ - S	Educational neuroscience: Neuroethical considerations	N7
22 ⁽³¹⁾ - S	The neuronal, synaptic self: having values and making choices	N7
23 ⁽³²⁾ - W [‡]	Brain to computer communication: Ethical perspectives on interaction models	N7
24 ⁽³³⁾ - W	Deneurologizing education? From psychologisation to neurologisation and back	N7
25 ⁽³⁴⁾ - W	Neurofeedback-based moral enhancement and traditional moral education	N7

Legenda: *P= PUBMED, †S = SCOPUS e ‡W= WoS. Níveis de Evidencia: §N2= ensaios clínicos randomizados controlados; ||N3= ensaios clínicos sem randomização; ††N5= revisão sistemática de estudos descritivos e qualitativos; ¶N6= estudo descritivo ou qualitativo; **N7= opinião de especialistas. Fonte: Resultado final da revisão.

Quanto às características das produções observou-se que foram publicadas entre 2006 à 2019, com o maior número de publicações concentradas no ano de 2016, com 7 produções. O país de origem do primeiro autor foi principalmente os Estados Unidos, com nove produções, seguido do Reino Unido, com cinco, Canadá com três, China e Bélgica com duas, e Suíça, Brasil, Itália e Japão com uma produção cada. Em relação ao periódico de publicação apenas houve repetições de publicações sobre o assunto nas revistas *Plos One* com três artigos, e a revista *Neuroethics*, com quatro artigos.

Quanto ao nível de evidência, a maioria dos artigos situaram-se nos níveis 6 e 7, embora estudos experimentais também tenham sido encontrados. Demonstra-se que na sua maioria apresentaram abordagens de pesquisa ainda descritivas, com poucos estudos experimentais, e muitos de opiniões de especialistas, isto é, pesquisadores que percebem implicações de resultados atuais e futuros dos estudos envolvendo neuroética e neuroeducação e se posicionam diante das suas possíveis consequências na prática.

A partir da análise dos artigos incluídos foi possível constatar que suas evidências podem ser apresentadas em três grupos principais: 1) Aumento da performance e da percepção pelo treinamento; 2) Aumento da performance pela medicalização e intervenções; e 3) Debate e crítica sobre a neuroética e neuroeducação.

Com relação ao aumento da performance e da percepção pelo treinamento foi possível identificar resultados para a) recuperação ou normalização; b) otimização máxima; c) alteração da percepção; e d) autogerenciamento e inteligência emocional, como serão apresentados na sequência.

No que se refere à recuperação e normalização cita-se intervenção de recuperação da aprendizagem com e sem mapeamento mental, cujo estudo foi realizado com 109 escolares de idades entre 08 e 12 anos no Reino Unido, que tinha como hipótese de que a prática de recuperação melhora a memória dos fatos ao longo do tempo. Verificou-se que as crianças que estavam no grupo recuperação recordaram uma porcentagem significativamente maior de fatos do que aquelas da não recuperação, porém a técnica de mapeamento não apresentou diferenças entre os grupos (Ritchie, Della Sala, McIntosh & Retrieval, 2013). Outro estudo europeu demonstrou a percepção da população sobre o neuro-aprimoramento em contextos educacionais e laborais (Bard, et al., 2018). E ainda, no sentido de recuperação demonstrou-se também redução da gravidade dos sintomas de crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (Mishra, Sagar, Joseph, Gazzaley & Merzenich, 2016) e melhoria de habilidades matemáticas em crianças com discalculia (Castro, Bissaco, Panccioni, Rodrigues & Domingues, 2014), ambas por meio de treinamentos neurocognitivos específicos.

Quanto aos estudos que apresentaram evidências sobre a otimização máxima, verificou-se intervenções de aprimoramento e de técnicas cirúrgicas a partir da utilização de prática mental e visualização 3D em cirurgiões na realização de colecistectomia laparoscópica (Yiasemidou, et al., 2017), de treinamento musical para aprimoramento de respostas do hipocampo, sugerindo plasticidade funcional do hipocampo para atividade a partir de treinamento e não de predisposição musical (Herdener, et al., 2010); da mesma forma, observou-se diferenças anatômicas em região cortical e hipocampal a partir do efeito do treinamento e aquisição de habilidades durante a prática de mergulho (Wei, Zhang, Jiang & Luo, 2011), sugerindo que a aprendizagem de habilidades a longo prazo contribui para a plasticidade a nível do hipocampo (Herdener, et al., 2010; Wei, Zhang, Jiang & Luo, 2011).

Com relação à alteração de percepção, identificou-se estudos que se basearam na psicologia social e neurociência social para gerenciamento e redução do estigma, a partir da implementação de um novo currículo baseado nesses aspectos para residentes, psiquiatras e pacientes com transtornos mentais (Griffith & Kohrt, 2016); outro se refere ao treinamento e construção de subjetividade, como no caso da percepção da dificuldade ou da confiança, que podem ser impulsionadas a partir de sugestões, instruções e julgamentos (Desender, Van Opstal & Van den Bussche, 2017); e a alteração da percepção a partir de um curso de ética para neurocientistas, elaborado como uma ferramenta, a partir de uma pesquisa-ação emancipatória, para um melhor entendimento do ensino atual de ética na neurociência (Walther, 2016).

Já quanto ao autogerenciamento e inteligência emocional foi possível destacar a utilização e aplicação do mindfulness para redução do estresse e controle das emoções por jovens (Choudhury & Moses, 2016), realização de programas preparatórios para professores sobre desenvolvimento profissional para se tornarem consumidores da neuropesquisa e ciência cognitiva aplicando-as à sua prática (Hardiman, Rinne, Gregory & Yarmolinskaya, 2012), percepção de individualidade fisicalista, em que toda experiência humana advém do funcionamento do cérebro, englobando a questão do ser humano como fundamental para educadores morais e de valores (Sankey, 2006), e utilização do neurofeedback para neuro-aprimoramento moral (Tachibana, 2017).

O segundo grupo apresentou evidências sobre o Aumento da performance pela medicalização e intervenções, com vistas tanto a determinada recuperação como aprimoramento. Por exemplo, o melhoramento cognitivo farmacológico foi citado como uma possibilidade de impulsionar os resultados da aprendizagem, considerando que seu uso pode ser benéfico para alguns estudantes, porém não deve ser utilizado em larga escala sem

critérios, por afetar as emoções e comportamento daqueles que os utilizam (Inon, 2019). Também foi citado como uma forma de ferramenta moral, ao ser incentivada sua utilização em crianças ou contextos para redução de desigualdades sociais e escolas inadequadas, ou seja, para aumentar a chance dos estudantes desfavorecidos em termos de oportunidades e bem-estar (Ray, 2016).

Por fim, com relação ao terceiro grupo, observaram-se diversos materiais apresentando opiniões de especialistas, com debates e críticas sobre os estudos envolvendo a neurociência, educação e ética. Dentre as questões levantadas há diversos conflitos e/ou valores em divergência, visto que a neurociência aplicada pode gerar inúmeros benefícios, porém pode ser utilizada de forma a aumentar as diferenças sociais, ou para legitimar interesses sociais, políticos e econômicos. Nesse caso, levanta-se a discussão sobre utilização desses achados para uso-duplo, como sua utilização para bioterrorismo ou fins militares (Walther, 2016), a manipulação da memória (Robillard & Illes, 2016), modelagem moral por meio de previsões e experimentos comportamentais a partir de abordagem computacional (Han, Lee & Soylyu, 2016) e, ainda, a utilização do neuroreforço (neuroenhancement), que pode desestimular/mascarar os talentos naturais, desvalorizando o esforço individual por meio da estimulação cerebral, e aumentando a competitividade (Bard, et al., 2018).

Também houve críticas à neuroeducação no sentido de acometer o valor individual da liberdade, pela previsibilidade e generalização das ações, limitando esforço educacional (Cuthbert, 2015). Houve, ainda, crítica sobre a neurologização da educação, substituindo um processo anterior de psicologização, demonstrando que sozinhas não são autossuficientes (De Vos, 2015). Na visão dos educadores a tradução da neurociência na prática de sala de aula é limitado, pois há insuficiente estímulo intelectual (Hook & Farah, 2013), porém tem o potencial de influenciar na prática educacional através de programas de desenvolvimento acadêmico e profissional, levantando questões sociais e éticas que direcionam para uma maior concepção cognitiva e neurocientífica da aprendizagem para metas de uma escola eficaz e crianças educadas (Hardiman, Rinne, Gregory & Yarmolinskaya, 2012).

No que se refere às questões e comportamentos morais, em estudos utilizando a interface cérebro computador há questionamentos sobre a proteção da autonomia, responsabilidade moral, identidade pessoal e mudança de personalidade (Tamburrini, 2009). É apontada a co-construção cultura-cérebro indicando que fatores socioculturais e educacionais podem levar a mecanismos diferentes de desenvolvimento neural relacionados à moralidade (Han, Glover & Jeong, 2014); e o dilema da utilização de estimulantes para remediar déficits sociais, distinguindo a questão de tratamento e aprimoramento quando se

trata da utilização de drogas (Ray, 2016).

Por fim, estudos abordando a ética vinculada à educação e neurociência também foram encontrados, levantando discussões sobre a atuação do educador neste contexto e sinalizando que essa junção se caracteriza por considerações éticas únicas, tanto para pesquisa quanto para aplicação de descobertas, pois têm um papel de liderança no desenvolvimento de uma neuroética educacional (Zocchi & Pollack, 2013; Lalancette & Campbell, 2010).

Percebe-se que tanto a neuroeducação quanto a neurociência seguem repletas de ambiguidades, visto a possibilidade do uso duplo destas: aprimoramento ou manipulação? Melhoramento de “déficits” ou perda da individualidade? Assim sendo, por mais que sejam reconhecidos os potenciais benefícios dessas ciências, as suas reais consequências permanecem incertas, de modo que a cautela parece ser uma conduta primordial nesse contexto.

A partir dos resultados encontrados, evidenciou-se que as publicações sobre o tema são atuais, principalmente dos últimos quinze anos, com ênfase nos últimos cinco anos, e provenientes de países desenvolvidos.

Com relação às evidências dos estudos analisados, identificou-se que as pesquisas se destacam por investigar questões que se referem ao aumento da performance e da percepção, tanto por meio de treinamentos, como pela medicalização e outras intervenções, e grande parte dos estudos apresentam opiniões de especialistas e críticas sobre o assunto aumentando o debate em torno do tema. Nesse sentido a compreensão da fisiologia e química do cérebro humano, sua estimulação, modificação, neuroplasticidade, pode ser muito favorável para a aprendizagem em diversas perspectivas, sendo que algumas fomentam polêmicas mais acirradas que outras.

No que se refere a performance e percepção pelo treinamento, os estudos apontaram questões de recuperação e normalização, otimização máxima, alteração da percepção e inteligência emocional. Observa-se também, nesse perspectiva, que com o aumento da expectativa de vida da população nas últimas décadas, tem aumentado o interesse por ações voltadas ao declínio cognitivo da população idosa, bem como maior foco na recuperação cognitiva no que na aprendizagem em si (Cardoso, Landenberger & Argimon, 2017; Chariglione & Janczura, 2013; Amodeo, Netto & Fonseca, 2010). Porém, essas intervenções se voltam particularmente para o comprometimento da memória (Chariglione & Janczura, 2013) que é essencial para a aprendizagem.

Por exemplo, citam-se exercícios diários de estimulação mental para a prevenção do declínio cognitivo através do estímulo da memória e da aprendizagem de novos conteúdos,

por meio de atividades relativamente simples e de baixo custo monetário, como ligar pontos, formar sequência visual, ditado de palavras, memória de histórias, leituras em grupo ou individuais, uso de textos poéticos ou contos para trabalhar a interpretação das figuras de linguagem entre muitas outras (Chariglione & Janczura, 2013; Amodeo, Netto & Fonseca, 2010).

Além desses, a utilização de jogos eletrônicos para aprimoramento da memória, atenção e processamento de informações vem ganhando destaque, tanto em adultos e idosos saudáveis quanto em indivíduos que já apresentam algum declínio cognitivo. Entretanto, ainda não se sabe ao certo se os benefícios são idênticos em todas as idades, sendo possível que alguns jogos eletrônicos aprimorem melhor a cognição de determinada faixa etária do que outra. Além disso, nem todos esses benefícios alcançados permanecem em longo prazo ou são transferidos para a vida cotidiana desses indivíduos (Cardoso, Landenberger & Argimon, 2017). Observa-se que a população mais velha parece mais a vontade com métodos mais tradicionais para o aprimoramento mental, e as crianças parecem se adaptar melhor aos jogos eletrônicos.

Esses métodos mais convencionais exigem tempo, dedicação e que se assumam novos hábitos (o treinamento precisa ser regrado), o que dificulta a adesão por algumas populações. Com isso, alguns indivíduos, em geral os mais jovens, por vezes cogitam o emprego de substâncias específicas (Santos, 2019).

Nesse caso, cita-se a medicalização e algumas intervenções, o que constituiu o segundo grupo de evidências desta revisão. Embora o aumento do desempenho intelectual mediante treinamentos pareça ser mais bem aceito, ética, moral e socialmente, o uso de medicamentos que visam essa finalidade tem aumentado. Dentre os medicamentos mais consumidos no mundo, cita-se o Metilfenidato, muitas vezes sem prescrição médica, estando presente na vida acadêmica de muitos estudantes (Santos, 2019; Maciel & Ramos, 2017; Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018; Fardin & Piloto, 2015; Carneiro, et al., 2013).

O Metilfenidato também conhecido como Ritalina, é um fármaco derivado das anfetaminas utilizado nos casos de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Ele promove maior atenção e concentração do indivíduo nos estudos ou em outras atividades desenvolvidas, sendo usado, em grande parte, por pessoas isentas de qualquer patologia a fim de aumentar a capacidade produtiva, responder à pressão social de melhores desempenhos, e ser mais competitivo (Santos, 2019; Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018; Fardin & Piloto, 2015). O uso prescrito se dá principalmente nos casos de

TDAH, o que tem levantado questionamentos sobre se há realmente um aumento desse transtorno ou se questões próprias da vida estão sendo medicalizadas (Maciel & Ramos, 2017; Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018; Silva & Vaz, 2016).

Por essas razões, o aprimoramento da performance por medicalização fomenta questões éticas complexas: seria incorreta a utilização de fármacos para o aprimoramento intelectual? Seria um meio de reduzir as desigualdades produzidas pela educação acadêmica de distintas qualidades? Seria um risco à saúde ou um avanço para a humanidade, fazendo-a despertar o seu melhor? As opiniões divergem.

Uma das preocupações é a segurança desse consumo (Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018). Pouco se sabe sobre os reais resultados desses medicamentos quando usados para aprimoramento, especialmente quanto aos efeitos a longo prazo (Santos, 2019). Alguns expressam grande preocupação com a possibilidade do uso desses fármacos intensificarem injustiças e desigualdades sociais, uma vez que nem todos possuem poder aquisitivo para utilizar tais recursos. Em contrapartida, o aperfeiçoamento sempre existiu de diversas formas na sociedade (tratamentos estéticos, treinamentos físicos, entre outros) (Bard, et al., 2018; Ray, 2016; Barros & Ortega, 2011; Meyers, 2014). Seria então o uso de fármacos apenas mais uma maneira de aperfeiçoar a sociedade, visto que todo aperfeiçoamento apresenta riscos?

Há o receio de que indivíduos que não utilizam psicoestimulantes se sintam coagidos a utilizar para alcançar produtividade similar aos seus colegas. Isso interferiria na autonomia desses indivíduos. Pessoas poderiam, inclusive, se ver coagidas a dar a seus filhos tais medicamentos para os mesmos fins de competitividade (Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018). Discute-se também a honestidade ou desonestidade relacionada ao seu uso, podendo ser vista como uma prática desleal, uma vez que o remédio melhoraria uma capacidade que a pessoa não tem naturalmente, ou seja, seria uma espécie de doping, pois não seria advindo do trabalho duro (Barros & Ortega, 2011; Gonçalves & Pedro, 2018).

Percebe-se, diante dessa perspectiva, a necessidade de se avaliar o uso de psicoestimulantes não como um processo decisório individual, uma vez que pode impactar o coletivo (Santos, 2019). Trata-se de um problema a ser discutido por uma ética das neurociências (Almada, 2013).

Por último, o terceiro grupo demonstrou haver muito debate e discussão em torno do tema, apontando avanços, mas também divergências e conflitos diante da análise dos achados neurocientíficos e suas implicações para o ser humano. A neuroeducação tem se mostrado promissora para a aprendizagem dar um salto quanto a efetividade e eficácia, identificando as

melhores formas para ensinar e potencializar os resultados da aprendizagem (Santos & Sousa, 2016; Zaro, et al., 2010; Geniole & Camargo, 2018). Educadores podem, na atualidade, formular e aplicar programas educacionais mais focais, interventivos e efetivos, com melhor adaptabilidade às necessidades educacionais dos aprendizes, entendendo melhor como e o que pode causar limitações e prejuízos cognitivos aos estudantes, entre outros (Santos & Sousa, 2016; Simões & Nogaro, 2019; Barrios-Tao, 2016). Esses novos conhecimentos desmistificaram muitos aspectos do cérebro, entretanto, a literatura também alerta que, tanto a neuroeducação quanto a neuroética, não são autossuficientes nessa questão (De Vos, 2015; Silva & Vaz, 2016).

Alguns autores alertam para problemas práticos em relação à Neuroeducação nas salas de aula, visto que tangencia para as áreas de atuação que educadores, muitas vezes, não possuem formação, o que acarreta problemas de funcionalidade e de ética (Zaro, et al., 2010; Geniole & Camargo, 2018). Nesse cenário, parece que tudo tende a ser reduzido ao funcionamento cerebral mensurado e quantificado, negligenciando a experiência subjetiva, a influência sociocultural e ambiental no processo de aprendizagem (Silva & Vaz, 2016; Barrios-Tao, 2016).

Apesar de reconhecida a importância que o cérebro tem no desenvolvimento das funções e capacidades humanas, esse contexto convida à reflexão ética sobre quando a aplicação das tecnologias em prol do aprimoramento e da redução das desigualdades frente à aprendizagem começa a oferecer riscos para a população, não recaindo na armadilha de se reduzir pessoas (aprendizes) ao mero funcionamento neurobiológico, além de exigir de educadores uma nova demanda: a responsabilidade de compreender o funcionamento do cérebro (Silva & Vaz, 2016; Geniole & Camargo, 2018; Simões & Nogaro, 2019).

Alguns filósofos defendem a neuroética como sendo a “ética universal”, na qual se defende que os achados cerebrais são capazes de fundamentar a filosofia da vida humana, considerando as normas morais como uma espécie de código de sobrevivência existente nos cérebros, o que justificaria a propensão dos indivíduos em se interessar mais pelas situações que afetam seus entes próximos do que as que afetam as pessoas distantes- questão de sobrevivência em bando. Essa vertente tem sofrido significativas críticas de bioeticistas e neurocientistas, uma vez que, ironicamente, a denominada Ética Universal se demonstra restritiva, ignorando os aspectos que transcendem a relação biológica entre indivíduos (Cortina, 2010; Berlanga, 2013).

Universal ou não, a neuroética vem para balizar os debates que emergem dos achados neurocientíficos, afinal o ser humano (cérebro e mente) deve ter respeitados suas condições,

direitos e valores. Essa preocupação se justifica pela capacidade que se vem adquirindo de intervir nas funções cerebrais, pois se vê aí a possibilidade de uso duplo dessas intervenções (Meyers, 2014; Simões & Nogaro, 2019): podem ser usadas para tratamento de disfunções e treinamentos cognitivos, mas poderiam também ser usadas para manipulação de indivíduos? Poderia reprimir do ser humano sua face moral? Mesmo que esse esforço de alterar a cognição do indivíduo intente aprimorar suas capacidades para o seu bem, deve envolver essas discussões.

Outra preocupação diz respeito à privacidade. As tecnologias de neuroimagem podem aspirar transmitir informações sobre os traços psicológicos ou estados mentais (e, portanto, privados) de uma pessoa daqui há alguns anos (Almada, 2013). Quais tipos de implicações isso traria para a humanidade? Profissionais competentes poderiam perder seus empregos ou deixar de ser contratados porque a empresa se desagradou de algum indício mostrado em uma imagem cerebral? Poderia ser um recurso para manipular padrões de consumo? Ou estruturar manobras políticas?

Não se pode negar que, apesar dos possíveis riscos, esses recursos podem se constituir em uma vantagem significativa para a neuroplasticidade e o processo de aprendizagem e, assim sendo, o aprimoramento cognitivo pode se tornar necessário no futuro, assim como a produção de antibióticos e programas de vacinação se tornaram indispensáveis à sociedade (Barrios-Tao, 2016; Araujo, 2017).

Manifesta-se aqui a preocupação dos autores deste estudo com as consequências dessas aplicações ao longo prazo e com a ânsia demonstrada por alguns estudiosos em limitar os diversos aspectos humanos ao funcionamento padrão físico-químico cerebral (a moral, a ética, a individualidade, entre outros), negligenciando os aspectos culturais, sociais, dentre outros. Assim, por mais que se admita a essencialidade de se conhecer a funcionalidade do cérebro humano e aplicá-la na educação e na ética científica, não parece razoável lançar sobre ela a capacidade de sanar todas as complexidades da existência humana.

4. Considerações Finais

O conhecimento pode gerar usos socialmente aceitáveis e desejáveis, mas também pode se estender para o uso inaceitável. Reconhece-se o potencial neuroeducacional e neuroético para beneficiar a sociedade sob diversas perspectivas. Entretanto, são referenciais muito recentes e, portanto, objetos de importantes questionamentos ainda não respondidos, sendo recomendável a adoção de interrelações complementares com teorias pré existentes.

No campo da saúde e enfermagem, pode-se dizer que os estudos apontam para evidências que poderão permear o cotidiano de seus profissionais, tanto na assistência como na formação, por isso a necessidade de sua postura crítica e precaução diante das novas intervenções e estratégias, não apenas por possíveis riscos ainda não conhecidos, inclusive éticos e sociais, mas também pela estreita vinculação do tema com a política, na medida em que a justiça e a equidade devem pautar o uso e a distribuição de benefícios, o controle de abusos e interesses econômicos, de modo a não sobrepujarem as finalidades de potencializar e favorecer o cuidado e a educação humana.

Assim, conclui-se que ambos referenciais requerem aproximações e discussões no campo da Enfermagem, reconhecendo que esta é uma grande consumidora de métodos e tecnologias aplicadas ao cuidado e educação, o que requer conhecer as bases que as produzem para realizar escolhas e apropriações críticas. Tais reflexões devem incluir a preocupação em não subestimar questões culturais, morais e individualidades.

Sugere-se que os futuros trabalhos sobre neuroeducação e neuroética adotem uma perspectiva ainda mais crítica com relação aos resultados dúbios dessas ciências, buscando identificar mais claramente não só as possíveis consequências benéficas, mas também as possíveis consequências maléficas e as precauções para evitá-las.

Referências

Almada, LF. (2013). Aspectos éticos, legais e sociais das neurociências. *Revista Simbio-Logias*, 6 (8), 89-100. doi:

https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/revistasimbio-logias/aspectos_eticos_legais.pdf

Amodeo, MT, Netto, TM & Fonseca, RP. (2010). Desenvolvimento de programas de estimulação cognitiva para adultos idosos: modalidades da Literatura e da Neuropsicologia. *Letras de Hoje*, 45 (3), 54-64. doi:

<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fale/article/view/8121/5810>

Araujo, M. (2017). A ética do aprimoramento cognitivo: efeito Flynn e a falácia dos talentos naturais. *Ethic@ Revista Internacional de Filosofia da Moral*, 16 (1), 01-14. doi:

<https://doi.org/10.5007/1677-2954.2017v16n1p1>.

Bard, I, Gaskell, G, Allansdottir, A, Cunha, RV, Eduard, P, Hampel, J, Hildt, E, Hofmaier, C, Kronberger, N, Laursen, S, Meijknecht, A, Salvör, N, Quintanilha, A, Revuelta, G, Saladié, N, Sándor, J, Santos, JB, Seyringer, S, Singh, I, Somsen, H, Toonders, W, Torgersen, H, Torre, V, Varju, M & Zwart, H. (2018). Bottom Up Ethics - Neuroenhancement in Education and Employment. *Neuroethics*, 11 (3), 309-322. doi: <https://doi.org/10.1007/s12152-018-9366-7>.

Barrios-Tao, H. (2016). Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Educación y Educadores*, 19(3), 395-415. doi: <https://doi.org/10.5294/edu.2016.19.3.5>.

Barros, D & Ortega, F. (2011). Metilfenidato e Aprimoramento Cognitivo Farmacológico: representações sociais de universitários. *Saúde & Sociedade*, 20(2), 350-362. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902011000200008>.

Béjar, M. (2014). Una mirada sobre la educación: Neuroeducación. *Revista Padres y Maestros*, 10(355), 49-52. doi: <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/2622>

Berlanga, AC. (2013). Origen y desarrollo de la Neuroética: 2002-2012. *Revista Bioética y Derecho*, (28), 48-60. doi: <http://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n28/articulo4.pdf>.

Cardoso, NO, Landenberger, T & Argimon, ILL. (2017). Jogos Eletrônicos como Instrumentos de Intervenção no Declínio Cognitivo: Uma Revisão Sistemática. *Revista Psicologia da IMED*, 9(1), 119-139. doi: <http://dx.doi.org/10.18256/2175-5027.2017.v9i1.1941>

Carneiro, SG, Prado, AST, Moura, HC, Strapasson, JF, Rabelo, NF & Ribeiro, TT. (2013). O uso não prescrito de metilfenidato entre acadêmicos de Medicina. *Cadernos UniFOA*, 8(1), 53-59. doi: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/87/0>

Castro, MV, Bissaco, MAS, Panccioni, BM, Rodrigues, SCM & Domingues, AM. (2014). Effect of a Virtual Environment on the Development of Mathematical Skills in Children with Dyscalculia. *PLOS One*, 9(7), e103354. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103354>

- Chariglione, IPF & Janczura, GA. (2013). Contribuições de um treino cognitivo para a memória de idosos institucionalizados. *Psico-USF*, 18(1), 13-22. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-82712013000100003>.
- Choudhury, S & Moses, J. (2016). Mindful interventions: Youth, poverty, and the developing brain. *Theory & Psychology*, 26(5), 591-606. doi: <https://doi.org/10.1177/0959354316669025>.
- Cortina, A. (2010). Neuroética: ¿Las bases cerebrales de una ética universal con relevancia política? *Isegoría*, 0(42), 129-148. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/isegoria.2010.i42.687>
- Cortina, A. (2014). *Neuroética y neuropolítica: sugerencias para la educación moral*. Madrid, Espanha: Tecnos.
- Cuthbert, AS. (2015). Neuroscience and Education – an Incompatible Relationship. *Sociology Compass*, 9(1), 49-61. doi: <https://doi.org/10.1111/soc4.12233>.
- Desender, K, Van Opstal, F & Van den Bussche, E. (2017). Subjective experience of difficulty depends on multiple cues. *Scientific Reports*, 7 (44222), (p.). doi: <https://doi.org/10.1038/srep44222>.
- Fardin, CE & Piloto, JAR. (2015). Uso indiscriminado do metilfenidato para o aperfeiçoamento cognitivo em indivíduos saudáveis. *Revista Uningá*, 23(3), 98-103. doi: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1647>
- Felip, MJC. (2015). *Neuroeducación en virtudes cordiales: cómo reconciliar lo que decimos con lo que hacemos*. Barcelona, Espanha: Octaedro
- Geniole, DCMS & Camargo, EAO. (2018). Neuroeducação, dislexia e dificuldades de aprendizagem: princípios, implicações pedagógicas e curriculares. *Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar*. 1(3), 143-152. doi: <https://doi.org/10.22287/rpgm.v1i3.698>
- Gonçalves, CS & Pedro, RMLR. (2018). “Drogas da Inteligência?”: Cartografando as controvérsias do consumo da Ritalina para o aprimoramento cognitivo. *Psicología*,

Conocimiento y Sociedad, 8(2), 71-94. doi: <http://dx.doi.org/10.26864/PCS.v8.n2.5>.

Griffith, JL & Kohrt, BA. (2016). Managing stigma effectively: What social psychology and social neuroscience can teach us. *Academic Psychiatry*, 40(2), 339-347. doi: <https://doi.org/10.1007/s40596-015-0391-0>.

Han, H, Glover, GH & Jeong, C. (2014). Cultural influences on the neural correlate of moral decision making processes. *Behavioural Brain Research*, 259 (1), 215-218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.11.012>

Han, H, Lee, K & Soylu, F. (2016). Predicting long-term outcomes of educational interventions using the evolutionary causal matrices and Markov chain based on educational neuroscience. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(4), 157-165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tine.2016.11.003>.

Hardiman, M, Rinne, L, Gregory, E & Yarmolinskaya, J. (2012). Neuroethics, neuroeducation, and classroom teaching: Where the brain sciences meet pedagogy. *Neuroethics*, 5(2), 135-143. doi: <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9116-6>

Herdener, M, Esposito, F, Di Salle, F, Boller, C, Hilti, CC, Habermeyer, B, Scheffler, K, Wetzel, S, Seifritz, E & Cattapan-Ludewing, K. (2010). Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *The Journal of Neuroscience*, 30(4), 1377-1384. doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4513-09.2010>

Hook, CJ & Farah, MJ. (2013). Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, 6(2), 331-341. doi: <https://doi.org/10.1007/s12152-012-9159-3>.

Inon, M. (2019). Fooled by ‘smart drugs’—why shouldn’t pharmacological cognitive enhancement be liberally used in education? *Ethics and Education*, 14(1), 54-69. doi: <https://doi.org/10.1080/17449642.2018.1538713>

Kipper, DJ. (2011). Neuroethics: a discipline under construction. *Revista bioética*, 19(2), 397-420. doi: http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/636/682

Lalancette, H & Campbell, SR. (2012). Educational neuroscience: Neuroethical considerations. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(1),37-52. doi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ972443.pdf>

Maciel, JMMP & Ramos, AGB. (2017). Uso não prescrito de cloridrato de metilfenidato entre estudantes universitários. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, 2(supl),514-524. doi: <http://dx.doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0.275>.

Marino-Junior, R. (2010). Neuroethics: the brain as ethics and moral organ. *Revista bioética*, 18 (1), 109-120. doi: http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/539/561

Melnyk, BM, Fineout-Overholt, E, Stillwell, SB & Williamson, KM. (2009) Igniting a Spirit of Inquiry: An Essential Foundation for Evidence-Based Practice. *AJN*, 109(11), 49-52. doi: http://forces4quality.org/af4q/download-document/3517/Resource-Evidence_Based_Practice__Step_by_Step__Igniting_a.28.pdf

Meyers, CD. (2014). Neuroenhancement in Reflective Equilibrium: A Qualified Kantian Defense of Enhancing in Scholarship and Science. *Neuroethics*, 7(3):287–298. doi: <https://doi.org/10.1007/s12152-014-9212-5>.

Mishra, J, Sagar, R, Joseph, AA, Gazzaley, A & Merzenich, MM. (2016). Training sensory signal-to-noise resolution in children with ADHD in a global mental health setting. *Translational Psychiatry*. (6),e781. doi: <https://doi.org/10.1038/tp.2016.45>

Paula, CC, Padoin, SMM & Galvão, CM. (2015). *Metodologias da pesquisa para a enfermagem e saúde*. Porto Alegre, Brasil: Moriá.

Ray, KS. (2016). Not Just “Study Drugs” for the Rich: Stimulants as Moral Tools for Creating Opportunities for Socially Disadvantaged Students. *The American Journal of Bioethics* , 16(6), 29-38. doi: <https://doi.org/10.1080/15265161.2016.1170231>

- Ritchie, SJ, Della, SS & McIntosh, RD. (2013). Retrieval Practice, with or without Mind Mapping, Boosts Fact Learning in Primary School Children. *PLoS ONE*, 8(11), e78976. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.007897>
- Robillard, JM. & Illes, J. (2016). Manipulating memories: The ethics of yesterday's science fiction and today's reality. *AMA Journal of Ethics*, 18,(12),1225-1231. doi: <https://doi.org/10.1001/journalofethics.2016.18.12.msoc1-1612>
- Sankey, D. (2006). The neuronal, synaptic self: having values and making choices. *Journal of Moral Education*, 35(2), 163-178. doi: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057240600681702>
- Santos, BAG. (2019). Aprimoramento cognitivo por meio de nootrópicos eficazes: uma abordagem consequencialista. *Guairacá Revista de Filosofia*, 35(2), 19-35. doi: <https://doi.org/10.5935/2179-9180.20190012>
- Santos, CP & Sousa, KQ. (2016). A neuroeducação e suas contribuições às práticas pedagógicas contemporâneas. *8º Encontro Internacional de Formação de Professores e 9º Fórum Permanente de Inovação Educacional*, 9(1), 1-11. doi: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/1877/777>
- Silva, DJ & Vaz, AF. (2016). A emergência do sujeito cerebral e suas implicações para a educação. *Childhood & Philosophy*. 12(24), 211-230. doi: <https://doi.org/10.12957/childphilo.2016.22996>
- Simões, SEM & Nogaro, A. (2019). Ética, neuroética e práticas de ensino. *Revista de bioética*, 27(2), 268-275. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-80422019272309>.
- Sousa, AMOP & Alves, RRN. (2017). A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. *Revista de psicopedagogia*, 34(105), 320-331. doi: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000300009.
- Tachibana, K. (2017). Neurofeedback-based moral enhancement and traditional moral education. *Humana Mente Journal of Philosophical Studies*, 11(33), 19-42. doi:

https://www.researchgate.net/publication/323144692_Neurofeedback-Based_Moral_Enhancement_and_Traditional_Moral_Education

Tamburrini, G. (2009). Brain to computer communication: Ethical perspectives on interaction models. *Neuroethics*, 2(3), 137-149. doi: <https://doi.org/10.1007/s12152-009-9040-1>.

Vos, J. (2015). Deneurologizing education? From psychologisation to neurologisation and back. *Studies in Philosophy and Education*, 34(3), 279-295. doi: <https://doi.org/10.1007/s11217-014-9440-5>

Walther, G. (2016). Developing an ‘ethics for neuroscientists’ course: between emancipation, practicality, and postmodernity in educational action research. *Educational Action Research*, 24(4), 571-82. doi: <https://doi.org/10.1080/09650792.2015.1065755>.

Wei, G, Zhang, Y, Jiang, T & Luo, J. (2011). Increased cortical thickness in sports experts: A comparison of diving players with the controls. *PLoS ONE*,6(2), e17112. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017112>

Yiasemidou, M, Glassman, D, Mushtaq, F, Athanasiou, C, Williams, MM, Jayne, D & Miskovic, D. (2017). Mental practice with interactive 3D visual aids enhances surgical performance. *Surgical Endoscopy*, 31(10), 4111- 4117. doi: <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5459-3>

Zaro, MA, Rosat, RM, Meireles, LOR, Spindola, M, Azevedo, AMP, Bonini-Rocha, AC & Timm, MI. (2010). Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. *Ciências & Cognição*,15(1), 199-210. doi: http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v15_1/m276_10.pdf.

Zocchi, M & Pollack, C. (2013). Educational neuroethics: A contribution from empirical research. *Mind, Brain and Education*, 7(1), XX. doi: <https://doi.org/10.1111/mbe.12008>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Isabela Saioron – 30%

Graziele de Lima Dalmolin – 30%

Flávia Regina Souza Ramos – 20%

Dulcinéia Ghizoni Schneider – 20%