

**PAPEL DA COMPLEMENTARIDADE ENTRE PERSPECTIVAS DE APRENDIZAGEM METACOGNITIVA, AUTORREGULADA E SIGNIFICATIVA À LUZ DA TEORIA DE AUSUBEL**

**(The role of complementarity between metacognitive, self-regulated and meaningful learning perspectives from Ausubel's theory)**

**Mônica Naves-Barcelos** [monicanavesbarcelos@yahoo.com.br]

Biomedical Sciences Institute, Federal University of Alfenas (UNIFAL), Alfenas, MG, Brazil.  
Institute of Motricity Sciences, Federal University of Alfenas (UNIFAL), Alfenas, MG, Brazil.

**Priscila Medeiros** [prienfmedeiros@hotmail.com]

Laboratory of Neuroanatomy and Neuropsychobiology, Department of Pharmacology, Ribeirão Preto  
Medical School of the University of São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.

**José Aparecido da Silva** [jadsilva@ffclrp.usp.br]

Laboratory of Psychophysics, Perception, Psychometrics, and Pain, Department of Psychology,  
Ribeirão Preto  
School of Philosophy, Sciences and Literature of the University of São Paulo (FFCLRP-USP),  
Ribeirão Preto, SP, Brazil.

**Renato Leonardo de Freitas** [defreitas.rl@gmail.com]

Biomedical Sciences Institute, Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG), Alfenas, MG, Brazil.  
Laboratory of Neurosciences of Pain & Emotions and Multi-User Centre of  
Neuroelectrophysiology, Department of Surgery and Anatomy, Ribeirão Preto Medical School of  
the University of São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil

**Resumo**

No presente artigo, objetivou-se trazer uma reflexão, a partir da teoria de Ausubel, sobre a importância da complementaridade entre aprendizagens metacognitiva, autorregulada e significativa no processo educativo. Nesse sentido, destaca-se que a aprendizagem autorregulada e metacognitiva pode tornar o processo ensino-aprendizagem mais significativo. Nesse processo, a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Portanto, há uma complementariedade do que já se sabe com aquilo que é novo, não sendo apenas uma aprendizagem mecânica. Uma informação nova pode ser adquirida, armazenada e consolidada, por meio de estímulos que amplificam os aspectos cognitivos, como a atenção e memória, envolvidos na aprendizagem. Considerando a neurociência aplicada à educação, esta é capaz de mobilizar a relação mente, cérebro e educação, por conduzir ao pensamento de que há o envolvimento de diferentes alterações nos circuitos encefálicos. Esses circuitos dependem de interconexões neurais e envolvimento de áreas cerebrais específicas que elaboram o controle cognitivo, correlacionando-o com aspectos afetivos-emocionais no processo ensino-aprendizagem. Sendo assim, educadores devem estar abertos a esse paradigma pedagógico moderno, relacionando a teoria de Ausubel com a neurociência aplicada à educação, visto que o aprendiz passa ter uma consciência e posição ativa e transformadora, com aprendizagem de caráter metacognitivo, autorregulado e, essencialmente, significativo.

**Palavras-chave:** neurociências, educação, teorias da aprendizagem.

### **Abstract**

This article aims to bring a reflection based on Ausubel's theory on the importance of complementarity between metacognitive, self-regulated, and meaningful learning in the educational process. In this sense, we highlight that self-regulated and metacognitive learning can make the teaching-learning process more significant. In this process, the new information interacts with a subunit within the student's cognitive structure. Therefore, there is a complementarity of what is already known and what is new, not just mechanical learning. New information can be acquired, stored, and consolidated through stimuli that amplify cognitive aspects, such as attention and memory involved in learning. Neuroscience applied to education can mobilize the relationship between mind, brain, and education, as it leads to the thought that there are different changes in the brain circuits. These circuits depend on neural interconnections and the involvement of specific brain areas that elaborate cognitive control by correlating it with affective-emotional aspects in the teaching-learning process. Thus, educators must be open to this modern pedagogical paradigm relating Ausubel's theory with neuroscience applied to education since the learner has an active and transforming awareness and position, with metacognitive, self-regulated, and, essentially, meaningful learning.

**Keywords:** neurosciences, education, learning theories.

### **1 Introdução**

A educação atual tem a responsabilidade de superar questões que se mantêm há décadas, que são resultados do pensamento tradicionalista e conservador do sistema de ensino. A aprendizagem do século XXI deve permear uma visão científica e humanística, como pilares fundamentais do processo de ensino-aprendizagem (Alava & Martinez, 2019). Nesse sentido, saberes advindos da neurociência aplicada à educação envolvem conceitos de cunho metacognitivo, autorregulado e significativo. Essas perspectivas se complementam no meio acadêmico e científico para a “formação” do sujeito crítico, reflexivo e experiente. Quanto ao meio científico, as teorias da aprendizagem são abordadas, amplamente, considerando-se mecanismos fisiológicos, neurais e psicológicos mediante aos estímulos. Enquanto que, no meio acadêmico, as teorias são, por muitas vezes, abordadas de forma fragmentada, dificultando, assim, o entendimento e o processo ensino-aprendizagem.

É notável a influência da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) nas aprendizagens metacognitiva (Flavell, 1976) e autorregulada (Bandura, 1986), pelo fato de envolverem fundamentos neurocientíficos no contexto educativo.

Rodríguez (2011), afirmou que transformar o objetivo do aprendizado memorístico como sinônimo de aprendizado significativo contribui para a superação do paradigma tradicional da educação, tendo em vista, que o conceito de memória é conduzido em neurociências como um conhecimento que propõe sujeitos construtores de seus próprios conhecimentos, por meio da descoberta ativa.

À luz da teoria de Ausubel, a aprendizagem acontece, por meio de aquisição, armazenamento e consolidação contínua, duradoura e efetiva do conteúdo, para que isso provoque

uma mudança no comportamental no aprendiz frente ao que lhe é transmitido. A proposta visa a que os indivíduos se preparem para a vida em torno do conhecimento adquirido, durante seu desenvolvimento, transposto por caráter de aprendizagem essencialmente significativa (Alava & Martinez, 2019).

Ainda, para que essa aquisição de conhecimento seja satisfatória, a maneira pela qual os indivíduos aprendem, envolve o estudo e funcionamento encefálico, de acordo com a faixa etária do aprendiz. Isso propõe a junção da neurociência com a educação (neuroeducação). Os postulados dessa interação visa a promover estratégias pedagógicas, de modo a encontrar a maneira mais apropriada de potencializar o processo de construção do conhecimento (Alava & Martinez, 2019).

As neurociências levantam questões sobre o desenvolvimento integral e significativo do ser humano, relacionadas ao comportamento, bem como afetividade/emoções e sua correlação com aspectos cognitivos (Bacigalupe, 2018).

Vale redizer que essas ciências têm, ao seu alcance, premissas necessárias para contribuir com a educação, sendo fontes que implicam melhorias no processo ensino-aprendizagem, a partir de uma abordagem organizada e funcional do sistema nervoso central e periférico, a favor de pedagogia. A exploração neurocientífica pode, portanto, orientar a pedagogia para criar estratégias potencializadas para a compreensão do processo ensino-aprendizagem (Alava & Martinez, 2019).

Logo, sistema nervoso e o sistema de ensino estão interligados, e as práticas pedagógicas são imprescindíveis para o bom funcionamento do órgão principal do corpo humano: o encéfalo (López e Santiuste, 2008).

Atualmente, as neurociências se destacam com avanços científicos que possibilitam a compreensão docente sobre questões de aprendizagem, no sentido de como agir e qual(is) estratégia(s) usar, respeitando a singularidade e individualidade de cada aprendiz, em tempo hábil, eficaz e humanístico (Alava & Martinez, 2019).

Nessa direção, na busca por estratégias de ensino que proporcionem a interação dos assuntos escolares com os conhecimentos contidos na mente dos estudantes, a teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Paul Ausubel, em 1963, tem sido empregada por pesquisadores e especialistas da área neurocientífica para fundamentar suas propostas (Darroz, 2018).

A aprendizagem significativa é, normalmente, compreendida em termos de desenvolvimento de funções executivas, tais como: foco, atenção, memória e tomadas de decisão. Alterações na estrutura cognitiva do aprendiz ocorrem quando o conhecimento construído é relevante para o seu conhecimento pré-existente. Em outros termos, o processo ensino-aprendizagem deve ser conduzido na perspectiva da criação de sentidos e implica na interpretação de novas informações e obtenção de experiências, relacionando-as aos conhecimentos prévios. Além disso, as experiências que desafiam os conhecimentos prévios, permitem que surjam novas questões e, por isso, são potencialmente significativas. Assim, de acordo Moreira e Masini (2006), é necessário colocar o aprendiz como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Para tanto, as neurociências aplicadas à educação se dispõem (Darroz, 2018).

Considerando as teorias da aprendizagem, o conceito de aprendizagem significativa se complementa com conceitos de aprendizagens metacognitiva e autorregulada. A aprendizagem autorregulada é uma competência de suma importância no desenvolvimento da aprendizagem, ao longo de toda a vida de um indivíduo (Ifenthaler, 2012).

Porém, frente aos diversos contextos educacionais existentes, a autorregulação do processo de aprendizagem pode ser acometida, de acordo com dificuldades apresentadas pelo aprendiz (Bannert, 2009; Azevedo, Moos, Johnson, & Chauncey, 2010; Winne, 2010; Bjork, Dunlosky, & Kornell, 2013). Em adição, estudos mostram que estímulos metacognitivos, que potencializam os aspectos relacionados à atenção e memória, podem superar dificuldades de aprendizagem e, desse modo, contribuir para a autorregulação (Zheng, 2016).

Ausubel defende a ideia de que uma nova informação se vincula a aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e, nesse contexto, ambas se modificam (Moreira e Masini, 2006). Essa estrutura é concebida como o conjunto de conteúdos informacionais que estão organizados na mente, e consistem em conceitos ou noções capazes de servir como pontos de ancoragem, que irão contribuir para que as novas informações encontrem um modo de se integrar àquilo que a pessoa já conhece.

A aprendizagem autorregulada é um construto que ganha destaque e permeia estudos atuais em neuroeducação. Esses estudos atestam que o desenvolvimento da capacidade do aprendiz para autorregular a aprendizagem é de suma relevância para a prática pedagógica moderna e transformadora, por meio do envolvimento de aspectos cognitivos, emocionais e comportamentais (Crick & Wilson, 2005; Zimmerman & Schunk, 2011).

Com relação à aprendizagem metacognitiva, pesquisadores apontam para a sua relação com teorias de aprendizagem de cunho cognitivo, como as aprendizagens significativa e autorregulada. Nessa relação, é importante dizer que aspectos afetivos/emocionais influenciam no desenvolvimento de funções executivas necessárias para a condução do pensamento e comportamento (Weinstein, Acee, & Jung 2011; Zimmerman, & Schunk, 2011).

Este artigo aborda a questão da aprendizagem significativa, combinando-a com metacognitividade e autorregulação. De modo geral, defende-se que a aprendizagem significativa advém de um processo de aprendizagem autorregulada apoiada por estímulos metacognitivos. Especificamente, busca-se contribuir para a concepção e práticas de intervenções educativas, fornecendo uma visão mais complexa e detalhada da estrutura e função de eventos neurais que ocorrem, durante um processo de aprendizagem. Consequentemente, relatam-se efeitos de estímulos metacognitivos, no processo de aprendizagem autorregulada, para o alcance de uma aprendizagem significativa.

## **2. Aprendizagem na visão de Ausubel ao encontro das Neurociências Aplicadas à Educação**

Ausubel era contra a aprendizagem mecânica e dedicou-se a encontrar uma educação fundamentada na estrutura cognitiva. Ausubel notou que o ensino quando era realizado de forma apenas mecânica era ineficaz, havendo a necessidade de uma educação baseada na estrutura cognitiva do aprendiz que fosse capaz de proporcionar-lhe uma aprendizagem significativa (Rios, 2016).

Assim, Ausubel (1998), cognitivista que se dedicou à elaboração de uma teoria da aprendizagem baseada no contexto educativo, dirigida de forma sistemática e ampla, relata que processo ensino-aprendizagem pode ser conduzido, pelo princípio de que o maior influente da aprendizagem é considerar aquilo que o aprendiz já sabe.

Ausubel, portanto, contemporâneo de Jean Piaget – cientista suíço que possui contribuições para a superação do paradigma educacional conservador, fragmentado e reducionista (Leite, 1998) – defende que a aprendizagem se dá com a amplificação do cognitivo, no qual, segundo Ausubel (1968), novos pensamentos, ideias e comportamentos surgem mediante ao que o aprendiz já sabe. Isso, em termos neurocientíficos, conduz à ideia de que existem diversos perfis e estruturas do pensamento e de aprendizagem. Em outras palavras, o saber contextual do aprendiz pode contribuir no processo ensino-aprendizagem, fato que os transporta para além de meros ouvintes, m colaboradores e participantes socialmente ativos.

A aprendizagem significativa contrasta com a aprendizagem mecânica, que foi empregada por anos na prática pedagógica. Como exposto, anteriormente, na aprendizagem significativa, a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva do aprendiz; por conseguinte, na aprendizagem mecânica, a nova informação não interage com informações existentes na estrutura cognitiva, ou seja, desconsidera-se o que o processo de ensino é idiossincrático para cada aprendiz, dependente de diversos aspectos, tais como condições socioeconômica e cultural, experiência de vida e conhecimento cognitivo anterior (Moreira e Masini, 2006).

No que diz respeito à amplificação cognitiva, o conteúdo a ser aprendido deve apresentar estruturação lógica, condizente e coerente, de maneira não arbitrária e não literal. Daí, a importância da motivação e, portanto, da consideração de aspectos afetivos/emocionais, no que se refere à disposição para aprender significativamente por parte do aprendiz, o qual não deve ser conduzido pela necessidade de memorizar, no sentido de “decorar” o que lhe é transmitido, mas perceber a importância, tornando-se apto à acessar sua memória quando for necessário. Em outros termos, quando não houver a aquisição, armazenamento e consolidação do novo com o já conhecido, ocorrer, segundo Ausubel, uma aprendizagem mecânica (Moreira e Masini, 2006).

Novak e Hanesian, juntamente com Ausubel, reforça a visão crítica da aprendizagem, no que diz respeito à consideração de fatores emocionais antecognitivos (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). Freire defende também essa dialética, na qual a educação é capaz de contemplar a realidade do aprendiz no processo de construção de conhecimentos e saberes (Borges, 2018a; 2018b).

Do ponto de vista de estudos de neurociências aplicadas à educação, a abordagem do conceito de aprendizagem significativa possui vantagens no delineamento da prática pedagógica, tanto do ponto de vista do enriquecimento da estrutura cognitiva do aprendiz quanto do ponto de vista da lembrança posterior e da utilização para experimentar novas aprendizagens. Além disso, de acordo com Ausubel, pode-se chegar à aprendizagem significativa tanto por meio da descoberta quanto por meio da repetição.

Ausubel, Novak & Hanesian (1980) firmam-se, portanto, em argumentos apoiados na sensibilização para conscientização. O processo de sensibilização envolve aspectos afetivos/emocionais, enquanto que a conscientização sobre a relevância de determinado conteúdo transmitido dá-se por meio da dialética entre afetividade/emoção e cognição.

De modo geral, a aprendizagem significativa, seja ela por recepção ou por descoberta, propõe que o aprendiz deva ter um posicionamento ativo, sendo capaz de perceber, interpretar e transformar a realidade em que está inserido (Moreira, 2006). Esse paradigma moderno da educação possibilita, portanto, relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação, por meio de interconexões neuronais e circuitos neurais pré-existentes na estrutura

cognitiva do aprendiz. A aprendizagem significativa dá-se como uma espécie de “ponte cognitiva”, contra a mecanização decorrente de associações ditatoriais e facultativas.

Outro estudioso que vai ao encontro de Ausubel é Bondía (2002), para o qual o sujeito aprendiz deve ser um sujeito experiente, e a experiência é adquirida por meio da consideração de conhecimentos prévios conduzidos por estruturas cognitivas, orientadas quanto ao modo de sentir, pensar e agir. Logo, o descrédito de aspectos afetivos/emocionais, por parte do profissional da educação em relação ao aprendiz, resulta em um processo ensino-aprendizagem falho, que pode refletir na forma como o mesmo lida com as informações transmitidas e, conseqüentemente, no desenvolvimento de potencialidades, habilidades e motivações frente ao outro (interação interindividual) e a si mesmo (intraindividual).

As neurociências aplicadas à educação, a partir de Ausubel, podem contribuir para a formação docente no que diz respeito à tradução e aplicabilidade da relação entre aprendizagens metacognitiva, autorregulada e significativa.

### 3. Aspectos metacognitivo, autorregulado e significativo no processo ensino-aprendizagem

A aprendizagem metacognitiva, como o próprio nome diz, consiste na mobilização de aspectos cognitivos, de forma a potencializar o processo de aquisição, armazenamento e consolidação de informações. As informações, ao se mobilizarem, reúnem-se na esfera mental do indivíduo, processando-se em conhecimentos e saberes significativos e autorregulados, de modo à tornar o aprendiz apto para interagir com o meio (Tyng et al., 2017). Essa mobilização advém, essencialmente, de influência afetiva/emocional. Sendo assim, pode-se dizer que respostas comportamentais advindas da mobilização de aspectos cognitivos, como percepção, atenção, memória, raciocínio e capacidade de solucionar de problemas, são desenvolvidas, por meio do estímulo afetivo/emocional à formação de rede neural (Tabela 1).

Tabela 1 – Paralelo entre estímulos de cunho afetivo/emocionais importantes para a amplificação cognitiva e conseqüente formação de rede neural

ESTÍMULOS AFETIVOS/EMOCIONAIS		AMPLIFICAÇÃO COGNITIVA	
<b>Abertura para o novo</b>	Sensibilidade	Elementares	Elaborados
	Criticidade		
<b>Extroversão</b>	Autoconfiança	Percepção	Imaginação
	Sociabilidade		
<b>Amabilidade</b>	Sociabilidade	Memória	Organização
	Empatia		
<b>Consciência</b>	Sensibilidade	Atenção	Pensamento
	Autonomia		
<b>Estabilidade emocional</b>	Autocontrole	Raciocínio	Expressão
	Neuroplasticidade		

Fonte: Autores (Naves-Barcelos et al.,)

A aprendizagem metacognitiva pode tornar o processo ensino-aprendizagem mais autorregulado e significativo, tendo em vista, que a prática pedagógica precisa fazer algum sentido,

considerando-se que a informação deve estar ancorada em conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Basso & Abrahão, 2018).

Neurocientificamente, o enfoque no que o aprendiz já sabe, requer considerar a totalidade do ser cultural/social em suas manifestações centrais e periféricas. Para tanto, o educador deve estar aberto para que o aprendiz possa expor suas expectativas acerca de condições existenciais e não apenas intelectuais (Moreira, 2014). Nessa dinâmica, o processo de aprendizagem torna-se “contínuo (porque é progressivo), pessoal (por sua natureza idiossincrática), intencional (cabendo ao aprendiz relacionar de forma substantiva a nova informação com as ideias relevantes existentes em sua estrutura cognitiva), ativo (porque requer atividade mental), dinâmico, recursivo (não linear), de interação (entre a informação e conhecimentos prévios) e interativo (porque estabelece relações entre sujeitos)” (Agra, 2019).

Destarte, o interesse pelo entendimento do fluxo da informação no processo ensino-aprendizagem é também conduzido por outros renomados estudiosos que buscam explicar a relação entre neurociências e educação, como Chedid (2007), Cosenza, Fuentes & Malloy-Diniz (2008), Guerra, Pereira & Lopes (2004), Herculano-Houzel (2015) e Ribeiro (2013). De um modo geral, todos eles chegam ao consenso de que quanto mais se entender sobre o funcionamento encefálico, mais qualificado será o processo ensino-aprendizagem.

Logo, a aprendizagem metacognitiva não é uma área específica de pesquisa. Ela envolve o sentimento do saber (Jou & Sperb, 2006). O sentimento do saber advém da construção significativa e autorregulada do pensamento permeado pela combinação de estratégias e estímulos que conduzem à codificação e condensação das informações transmitidas, possibilitando a formação de redes neurais apoiadas na consciência do aprendiz acerca de sua capacidade afetiva/emocional e cognitiva.

No desenvolvimento discente sobre o que é lido e informado, deve-se considerar que existem diferentes formas de processamento da informação e perfis de aprendizagem (Basso & Abrahão, 2018). Com base nisso, a proposta acerca da complementaridade entre aprendizagem metacognitiva, autorregulada e, especialmente, significativa, torna-se um fundamento admissível, como tendência metodológica de apoio à neurociência aplicada à educação, contribuindo para o estudo das bases do comportamento.

As bases neurais da regulação afetiva-cognitiva se formam durante o processo de estimulação (fase que antecede a resposta) e durante a produção da resposta comportamental. A resposta comportamental do aprendiz é considerada mediante caráter idiossincrático do processo ensino-aprendizagem (Mocaiber et al., 2008). Essa visão reforça a importância das neurociências aplicadas à educação, sobretudo quanto à necessidade de controle cognitivo antiemocional, de modo a respeitar características comportamentais peculiares de cada aprendiz. Ademais, (re)afirma a importância da perspectiva de Ausubel de que a experiência prévia pode contribuir com a amplificação do cognitivo e conseqüente autorregulação da aprendizagem. Isso desperta potencialidades e habilidades no aprendiz, de modo que o mesmo seja capaz de (re)significar aspectos conceituais, traduzindo-os experimentalmente.

Moreira (2000) acrescenta o conceito de aprendizagem significativa crítica como uma perspectiva que possibilita ao aprendiz fazer parte de sua própria consciência e, ao mesmo tempo, conscientizar-se, por meio do que lido é transmitido.

Ademais, a consideração de aspectos cognitivos é uma grande aliada para aprendizagens metacognitivas, autorregulada e significativa, mas exige o entendimento do desenvolvimento

neuroplástico emocional. No desenvolvimento neuroplástico emocional há liberação de diferentes neurotransmissores que levam à formação de redes neurais, bem como alteração de circuitos encefálicos (Khan et al., 2014; Voss et al., 2017; Allen, 2019); Slezak et al., 2019).

É notável, portanto, que pesquisadores da área da educação e da saúde buscam, de fato, compreender como ocorre o desenvolvimento e apropriação de conhecimento e saberes. Isso justifica a importância da compreensão do conceito da plasticidade encefálica, como lei máxima no processo ensino-aprendizagem, em suas dimensões cognitivas, motoras, afetivas/emocionais e sociais.

Nesse sentido, o estímulo do sistema nervoso central e periférico possibilita o desenvolvimento de estratégias pedagógicas de controle emocional e cognitivo, durante toda a vida (Compare et al., 2014). A neuroplasticidade é dependente da atividade integrada das redes neurais que modulam respostas autonômicas, bem como de somatossensibilidade, inerente a cada indivíduo.

No processo ensino-aprendizagem, de acordo com recentes avanços de neuroimagens, dá-se destaque às bases neurocientíficas das emoções, por meio das quais a motivação ocorre, desencadeando mecanismos neurais cognitivos e, conseqüente produção de um ciclo neuroanatomofuncional (Venkatraman, Edlow & Immordino-Yang, 2017).

## **Conclusão**

O desenvolvimento da aprendizagem significativa e sua relevância no processo educativo crítico deu-se a partir da década de 60 do século passado. Desde então, vem-se buscando estratégias e justificativas quanto à transmissão de conteúdos e informações que façam sentido para o aprendiz, com enfoque em um desenvolvimento cognitivo antiemocional.

Pesquisas em neurociências aplicadas à educação caminham a fim de traduzir conhecimentos e saberes já relatados em pesquisas empíricas, de modo a melhor justificar como os achados conceituais e experimentais podem ser aplicados na prática pedagógica. Os estudos relatam a importância da sensibilização para conscientização de aprendizes frente à informação transmitida, amplificação cognitiva (metacognição) e autorregulação do que se aprende.

Neste artigo, aponta-se para o fato de que, considerando a evolução das teorias da aprendizagem, ao longo dos anos, mecanismos neurais são influenciados por aspectos de cunho afetivo/emocional.

Nesse seguimento, demonstra-se a importância da complementaridade entre aprendizagens metacognitiva, autorregulada e significativa. Conclui-se que a relação dessas aprendizagens perpassa por marcadores sensoriais que conduzem à necessidade de uma compreensão mais precisa, ampla e aplicável acerca das situações de aprendizagem e dos diferentes tipos de emoções que influenciam no desenvolvimento e comportamento do aprendiz.

Dado que, em educação, conceitos como memória e aprendizagem são, na grande maioria das vezes, vistos como dois caminhos contrários um do outro, ou seja, como se a memorização tornasse a educação conservadora, tradicional, acrítica e não significativa, as neurociências aplicadas à educação são capazes de demonstrar a importância dos processos mnemônicos como caminhos da aprendizagem metacognitiva, autorregulada e significativa. Somando-se a isso, é verificada também a necessidade do educador em conhecer um pouco de cada aprendiz, tendo em



vista que o processo de aprendizagem depende do que o mesmo já possui de conhecimento e experiência, para que o novo venha a ser acrescentado.

### Referências Bibliográficas

- Agra, G. et al. (2019). Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72 (1), 258-265.
- Alava, E. E., & Martinez, M. E. M. (2019). Impact of Teaching-Learning Process for Brain *International Journal of Health Sciences*, 3(1), 33-40.
- Allen, J. J. (2019). Cognitive rehabilitation for Mild Traumatic Brain Injury (mTBI). In ME Holfer, CB Balaban (Ed.) *Neurosensory disorders in mild traumatic brain injury* (pp. 357-379). New York: Academic Press.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bandura (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NY. Prentice Hall.
- Basigalupe, M. (2018). Educational neuroscience as a space of education is possible. *God and Man Magazine*, 2, 41-47.
- Basso, F. P., & Abrahão, M. H. M. B. (2018). Atividades de ensino que desenvolvem a autorregulação da aprendizagem. *Educação & Realidade*, 43(2), 495-512.
- Bondía, J. L. (2002). Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação*, 19, 20-28.
- Borges, G. F. S. (2018a). Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. *Criar Educação*, 7(2), 1-4.
- Borges, M. A. B. et al. (2018b). *Leitura de mundo como experiência: diálogo entre Paulo Freire e Jorge Larrosa* [dissertação]. São Leopoldo: Faculdades EST.
- Chedid, K. A. K. (2007). Psicopedagogia, educação e neurociências. *Psicopedagogia*, 24(75), 298-300.
- Crick, R. D., & Wilson, K. (2005). Being a learner: A virtue for the 21<sup>st</sup> century. *British Journal of Educational Studies*, 53 (3), 359-374.
- Compare, A. et al. (2014). Emotional regulation and depression: a potential mediator between heart and mind. *Cardiovascular Psychiatry and Neurology*, 2014, 1–10.

- Cosenza, R. M.; Fuentes, D., & Malloy-Diniz, L. F. (2008). *A evolução das ideias sobre a relação entre cérebro, comportamento e cognição* In D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz. *Neuropsicologia: teoria e prática* (pp. 15-19). Porto Alegre: Artmed.
- Darroz, L. M. (2018). Resenha - Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. *Espaço Pedagógico*, 25(2), p. 577-580.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem Solving. In: Resnick, L. B. (org). *The Nature of intelligence*. Hillsdale, N.Y.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Freire, P. (2008). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Editora Paz e Terra.
- Guerra, L. B.; Pereira, A. H., & Lopes, M. Z. (2004). *Neuroeduca: inserção da neurobiologia na educação* In II Encontro de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2004. Anais... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1-7.
- Herculano-Houzel, S. (2015). *O cérebro nosso de cada dia: descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent.
- Jou, G. I., & Sperb, T. M. (2006). A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 19(2), 177-185.
- Khan, Z. U. et al. (2014). Memory deficits in aging and neurological diseases. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 122, 1-29.
- Leite, L. B. (1998). Piaget: 100 anos. *Educação & Sociedade*, 19(63), 180-185.
- López, C., & Santiuste, V. (2008). Contributions of neuroscience to the educational treatment of reading difficulties. *Journal of Psychology and Education*, 1 (3), 57-66.
- Mocaiber, I. et al. (2008). Neurobiologia da regulação emocional: implicações para a terapia cognitivo-comportamental. *Psicologia em Estudo*, 13(3), 531-538.
- Moreira, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 193-232.
- Moreira, M. A. (2006). *Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view)*. In V Conferência de encerramento do Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid: 2006. Anais... Madrid, p. 1-15.
- Moreira, M. A. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidade. *Revista Enseñanza de la Física*, 26(1), 45-52.
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodríguez, M. L. (1997). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro.

- Novak, J. D. (1998). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*: Mapas conceituais TM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano edições técnicas.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization*, 5(3), 175-184.
- Pelizzari, A. et al. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2(1), 37-42.
- Ribeiro, S. Tempo de cérebro. (2013). *Estudos Avançados*, 27(77), 7-22.
- Rios, L. R. *Teoria da Aprendizagem Significativa - Ausubel*. [S.l., s.n.], 2016. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17435/material/Aula2\\_AS.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17435/material/Aula2_AS.pdf). Acesso em: 28 maio 2020.
- Rodríguez, L. (2011). The theory of meaningful learning: a review applicable to the current school. *Electronic Journal of Research and Educational Innovation and Educational Partner*, 3(1), 30-34.
- Slezak, M. et al. (2019). Distinct mechanisms for visual and motor-related astrocyte responses in mouse visual cortex. *Current Biology*, 29(18), 3120-3127.
- Tyng, C. M. et al. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, 8, 1454.
- Venkatraman, A.; Edlow, B. L., & Immordino-Yang, M. H. (2017). The brainstem in emotion: a review. *Frontiers in Neuroanatomy*, 11(15), 1-12.
- Voss, P. et al. (2017). Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: implications for learning and recovery. *Frontiers in Psychology*, 8, 1657.
- Weinstein, C. E.; Acee, T. W., & Jung, J. (2011). Self regulation and learning strategies. *New Directions for Teaching and Learning*, 16, 45-53.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New York, NY: Taylor & Francis.