Artigos

APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO DIALOGANDO APROXIMAÇÕES TEÓRICAS

LEARNING IN MATHEMATICS, SIGNIFICANT LEARNING AND NEUROSCIENCE IN EDUCATION DIALOGGING THEORETICAL APPROACHES

Farias Rozal, Edilene; Ramalho de Souza, Ednilson Sergio; Teixeira dos Santos, Neuma

Edilene Farias Rozal
lenefarias@ufpa.br
Universidade Federal do Pará , Brasil
Ednilson Sergio Ramalho de Souza
ednilson.souza@ufopa.edu.br
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
Neuma Teixeira dos Santos
neuma.santos@ufra.edu.br
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
ISSN-e: 2318-6674
Periodicidade: Frecuencia continua
vol. 5, núm. 1, 2017
revistareamec@gmail.com

URL: http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/437/4372010011/index.html

DOI: https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2017.v5.n1.p143-163.i5349

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC –Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática -os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

Este trabalho está sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar aproximações teóricas entre Aprendizagem em Matemática, Aprendizagem Significativa e Neurociência na Educação, destacando alguns conceitos básicos da Neurociência e tecendo discussões teóricas a respeito da motivação e do tempo oportuno para a aprendizagem do educando, de acordo com os estímulos do seu sistema cognitivo, tendo como referência metodológica de ensino a Resolução de Problemas. Acreditamos com base nos referenciais teóricos estudados, que há necessidade de promover uma interlocução entre Neurociência e Educação, defendendo um diálogo criativo entre ambas e apresentando uma visão positiva dos conhecimentos neurocientíficos na Educação, em prol da melhoria da aprendizagem dos educandos. O texto destaca informações de que a Neurociência afirma que as atitudes educativas que geram sentimentos de medo, ansiedade, tristeza, raiva, depressão e desesperança vêm acompanhadas de humilhação e estas atitudes acabam inibindo o processo de aprendizagem. Nossa principal finalidade foi discutir através de reflexões no texto que os estudantes não aprendem se não estiverem motivados e se o momento não for adequado para que esta aprendizagem ocorra. O artigo trata-se de um estudo bibliográfico e esperamos com este trabalho que as compreensões entre Aprendizagem Significativa e a Neurociência na Educação possibilitem reflexões aos professores para que ambas sejam investigadas no intuito de fomentar a aplicabilidade de tais teorias na sala de aula, em nosso caso, através da Resolução de Problemas com a utilização dos estímulos do sistema cognitivo para a aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem em Matemática, Aprendizagem Significativa, Neurociência, Resolução de Problemas.

Abstract: This article aims to present theoretical approaches between Learning in Mathematics, Significant Learning and Neuroscience in Education, highlighting some basic concepts of Neuroscience and weaving theoretical discussions about motivation and timing for the student's learning, according to

Modelo de publicação sem fins lucrativos para preservar a natureza acadêmica e aberta da comunicação científica

PDF gerado a partir de XML JATS4R

the stimuli of the His cognitive system, having as methodological reference of teaching the Problem Solving. We believe based on the theoretical frameworks studied, that there is a need to promote a dialogue between Neuroscience and Education, defending a creative dialogue between both and presenting a positive vision of the neuroscientific knowledge in Education, in favor of improving the students' learning. The text highlights information that Neuroscience states that educational attitudes that generate feelings of fear, anxiety, sadness, anger, depression and hopelessness are accompanied by humiliation and these attitudes end up inhibiting the learning process. Our main purpose was to discuss through reflections in the text that students do not learn if they are not motivated and if the moment is not appropriate for this learning to occur. The article is a bibliographical study and we hope with this work that the understandings between Significant Learning and Neuroscience in Education allow reflections to the teachers so that both are investigated in order to promote the applicability of such theories in the classroom, in our Case, through Problem Solving with the use of the stimuli of the cognitive system for learning.

Keywords: Learning in Mathematics, Meaningful Learning, Neuroscience, Troubleshooting.

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente os professores de Matemática são questionados sobre o processo de ensino e aprendizagem, ou seja, de que forma os conceitos matemáticos são ensinados na escola. Atualmente, a aprendizagem no contexto escolar possui inúmeros concorrentes. Um deles é a tecnologia, e este recurso deveria ser utilizado em prol da aprendizagem na sala de aula. Em meio a esta inquietação: a da aprendizagem, os professores acabam tendo a preocupação de como fazer para que os alunos aprendam matemática? Como esta aprendizagem ocorre no processo cognitivo do aluno?

A questão da aprendizagem e, por decorrência, a do ensino em bases construtivistas tem sido um problema pouco abordado teoricamente. Muito se tem ensaiado, muitas escolas "piagetianas" foram criadas, propostas construtivistas são feitas, mas quando se trata de definir e fundamentar os mecanismos que subjazem ao processo de aprender, os quais servirão de paradigma para o processo metodológico que se desenvolverá em sala de aula, encontra-se uma lacuna. (SISTO, 1993, p.38-39).

Em meio a estas questões os docentes acabam muitas vezes não compreendendo, portanto, a concepção de aprendizagem em Matemática existente nas escolas, nas salas de aulas, e até mesmo nas práticas docentes. Aprender e ensinar matemática são processos que precisam ser pensados e trabalhados em conjunto e devem ser constitutivos dos saberes associados à prática do professor de Matemática. Assim, novas formas de ensinar e aprender os conceitos matemáticos deve ser no atual contexto de Matemática uma das preocupações dos professores desta disciplina.

Illeris (2013) destaca que aprender não é algo que fazemos quando não fazemos outra coisa ou paramos de fazer quando fazemos outra coisa. Em nossa vida existem momentos em que a aprendizagem é bem intensificada, quando problemas abalam o nosso senso de familiaridade, quando somos desafiados além da nossa capacidade de reagir e quando desejamos nos envolver em novas práticas.

A questão da aprendizagem em Matemática tem sido mote para que a Educação Matemática utilize diversas áreas do conhecimento para atender às necessidades do educando. Várias tendências em Educação

Matemática com propósitos específicos, em geral, reforçam a atenção com o ensino e aprendizagem do educando.

Dentre essas tendências, citamos: a resolução de problemas, que tem como objetivo tirar o estudante de sua postura passiva para uma postura ativa e que desmistifica a concepção de que a Matemática é algo pronto e acabado; os materiais manipulativos e jogos educativos, que propõem a vivência da matemática em um ambiente concreto e lúdico; a Etnomatemática, que proporciona ao estudante a compreensão das práticas matemáticas explorando diversos contextos culturais; a História da Matemática, que busca contextualizar e inserir a matemática em um meio e uma época bem definida; a informática educativa, que propõe criar ambientes de exploração da matemática por meio de recursos tecnológicos utilizando softwares educativos para ensinar matemática; e a Modelagem Matemática, que embora tenha suas raízes na Matemática Aplicada, tem o propósito de gerar condições para aquisição de conhecimento em um ambiente de investigação dinâmico onde são explorados temas da realidade.

O campo da Educação Matemática vem crescendo cada vez mais, no objetivo de mostrar aos docentes alternativas para o ensino de Matemática visando à valorização do contexto do educando. Com isso,

> O desafio da Educação Matemática para o terceiro milênio deve ser o mesmo desde que a educação se fez necessária para a preservação da humanidade, mas que, por influencia de inúmeras variáveis num processo infinitamente dinâmico, continua a ser perseguida: a formação de qualidade dos Educadores Matemáticos. (SILVA, 2009, p.154).

Se quisermos que os estudantes aprendam Matemática, para que esta aprendizagem aconteça na hora e de forma correta também é preciso que o professor esteja preparado para estimular os educandos a quererem aprender Matemática, pois é aí que entra a palavra motivação. Antes de qualquer processo de aprendizagem os estudantes devem ser motivados a quererem aprender Matemática, e através da motivação a aprendizagem em Matemática poderá acontecer na hora oportuna, quando este estudante realmente sentir a necessidade de querer esta aprendizagem.

Sobre a aprendizagem através da motivação, Weiss (2007) defende que ninguém aprende se não estiver motivado para isso e que a motivação para aprender, em qualquer momento, é que permitirá a construção de vínculos positivos, adequados com o objeto de conhecimento, construindo sempre na direção do desejo de aprender para o prazer de aprender e finalmente para o prazer de mostrar que aprendeu.

Este artigo foi elaborado a partir das discussões da disciplina *Fundamentos, Tendências Pedagógicas e Metodológicas para o ensino de Ciências e Matemática,* ofertada no Curso de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática – REAMEC, polo UFPA. O objetivo da disciplina era discutir fundamentos teóricos que proporcionassem análise das tendências pedagógicas e metodológicas do ensino de Ciências e Matemática, promovendo articulação entre as diferentes bases teóricas que sustentam as tendências pedagógicas e metodológicas em situações de ensino de Ciências e Matemática. Neste cenário acadêmico e científico as discussões oriundas dos seminários, debates e troca de experiências entre o professor e a turma, resultaram na elaboração deste trabalho que foi produto final de avaliação da disciplina do curso.

Este artigo tem como objetivo apresentar aproximações teóricas entre Aprendizagem em Matemática, Aprendizagem Significativa e Neurociência na Educação, destacando alguns conceitos básicos da Neurociência e tecendo discussões teóricas a respeito da motivação e do tempo oportuno para a aprendizagem do educando, de acordo com os estímulos do seu sistema cognitivo, tendo como referência metodológica de ensino a Resolução de Problemas.

No cenário educacional, professores que estão atuando na educação básica de algumas escolas brasileiras têm experimentado estudar por experiência algo, aparentemente, muito distante da realidade da própria formação desses docentes: a neurociência. Existem projetos ainda pouco comuns nesta área, mas inovadores e com bons resultados que já foram testados e que têm mostrado que os conhecimentos sobre como funciona o cérebro pode ser um forte aliado dos educadores para que eles compreendam melhor como a aprendizagem ocorre nos educandos.

2. A APRENDIZAGEM NA ÁREA DA NEUROCIÊNCIA

Sobre a aprendizagem, os estudos de Ausubel (1980) consideram que para que ocorra o aprendizado de modo significativo, era preciso que o aluno estivesse motivado. Com isso, o mérito de Ausubel em sua teoria estava em explicar como os adultos aprendem, por meio de estruturas mentais.

Para os princípios da neurociência, a **aprendizagem** nada mais é do que o constante processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente e ativam *sinapses*[4]. A cada novo **estímulo** ou *repetição de um comportamento que queremos que seja consolidado, temos circuitos que processam as informações, que deverão ser consolidados, pois na medida em que aprendemos, mais modificações ocorrem no cérebro.* (FLOR e CARVALHO, 2011).

É na sinapse que ocorre a aprendizagem e se esta região do cérebro é bloqueada o indivíduo não aprende.

O estudo da aprendizagem une a educação com a neurociência, conforme os estudos de (LIVINGSTONE, 1973; SAAVEDRA, 2002). A neurociência também é responsável pela investigação do processo de como o cérebro aprende e lembra, desde o nível molecular e celular até as áreas corticais.

Atualmente contamos com inúmeros testes de raciocínio lógico que envolve matemática para estimular o cérebro do aluno. Este tipo de atividade pode estimular o interesse do aluno e exercitar o seu raciocínio matemático.

As atividades que envolvem raciocínio lógico são importantes na sala de aula porque além de sair do tradicional elas acabam instigando os alunos para o pensar, raciocinar e observar o que está sendo proposto na atividade. Algumas vezes, por chamarem atenção, acabam conquistando o aluno para o contexto de uma aula de Matemática diferente.

Essas atividades também podem servir de estímulo para a aprendizagem em matemática, pois elas geralmente motivam os alunos para a ação do querer fazer a atividade, sendo atraídos pelo desejo da curiosidade, que faz com que estes educandos queiram fazer a atividade, no objetivo de observarem seu desempenho pessoal, possibilitando a formação de novas sinapses.

É com base neste cenário, que acreditamos que "os estímulos do ambiente captados pelos sentidos levam os neurônios a formar novas sinapses". (FLOR e CARVALHO, 2011, p. 222).

Um ambiente agradável favorece uma aprendizagem melhor, pois como acrescenta Flor e Carvalho (2011), a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses, tornando-as mais "intensas". (Ibid, p.222).

Os avanços e descobertas na área da neurociência, ligados ao processo de aprendizagem, é sem dúvida, uma revolução para o meio educacional. A aprendizagem e a educação estão intimamente ligadas ao desenvolvimento do cérebro, que é moldável aos estímulos do ambiente, segundo Fischer e Rose (1998).

Para Oliveira (2011, p.09) os conhecimentos em neurociências são conhecimentos que se renovam, transformam-se e criam novos paradigmas. A cada instante se esclarecem cada vez mais o funcionamento desta fascinante estrutura que é o cérebro humano.

Na verdade, "um conhecimento que embase os processos educacionais de modo que se alcance a educação desejada para os dias atuais, certamente tem a contribuição da neurociência". (OLIVEIRA, 2011).

Ao que diz respeito à construção de conhecimento, nas palavras de Oliveira (2011, p.117), "construir o conhecimento é, literalmente, um processo ativo de pessoas envolvidas em ensinar e aprender. As pessoas constroem o conhecimento para utilizá-lo fazendo coisas no mundo". Quanto à aprendizagem, o autor menciona que "um fato importante é que dificuldades na aprendizagem podem não envolver defeitos genéticos ou físicos cerebrais", afirmando que para cada nível de habilidade adquirida, a atividade cerebral se reorganiza formando novas redes neurais para apoiá-las.

Na sala de aula, muitas vezes o professor acredita que o estudante não sabe um conteúdo, quando na verdade a sua falta de compreensão é por causa de outro conteúdo que não ficou compreendido em outro momento e/ou em outro tempo de aprendizagem. Isto significa que o tempo de ensino (momento em que o

conteúdo é ensinado) é diferente do tempo de aprendizagem (tempo que leva para que o aluno compreenda e assimile o que foi ensinado).

A maneira como a aprendizagem acontece (o "momento" em que o indivíduo aprende alguma coisa, se é que podemos falar isso) é diferente da maneira como ele vai incorporar esta nova aprendizagem, possibilitando uma maior ou menor retenção do material aprendido e uma maior ou menor transferência dessa aprendizagem para novas situações e seu posterior uso. Assim, "tipo de aprendizagem" refere-se aos mecanismos disponibilizados e exigidos por diferentes situações e "formas de aprendizagem" (mecânica e significativa); também refere-se à maneira como os novos elementos aprendidos são retidos na estrutura cognitiva. (BRITO, 2011, p.36).

Ao compreender como o sujeito pode aprender melhor, é possível pensar em possibilidades para que ele seja estimulado a esta aprendizagem e para que isso aconteça é importante que o sujeito esteja em um ambiente agradável e o que está sendo ensinado gere interesse nele. Por isso, a importância da neurociência na Educação, para que possa fazer com que o professor compreenda melhor como esta aprendizagem ocorre (RELVAS, 2012).

Para a neurociência "a função do professor é potencializar os cérebros na sala de aula". Pois, sob o olhar neurocientífico, "os atrasados não existem, não existem pessoas que não aprendem. O que existe são cérebros com ritmos neuronais, desejos e experiências diferentes e que recebem os mesmos estímulos/informações/conteúdos ao mesmo tempo e coletivamente na sala de aula". (RELVAS, 2012).

O argumento da autora é muito comum nas salas de aulas das escolas públicas brasileiras. Normalmente é comum ouvirmos desabafos de professores que "os alunos da turma X não conseguem aprender matemática", "que a turma Y é muito ruim em matemática", "que o aluno A é fraco em matemática"... Mas, o que os professores, podem não saber, é que segundo os princípios que a neurociência defende é que os ritmos neuronais de cada educando são diferentes, embora, recebam os estímulos e informações ao mesmo tempo. (RELVAS, 2012)

3. A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO

Na interface entre neurociência e a educação certamente podemos trilhar novos caminhos para alcançar os objetivos da escola: o desenvolvimento sociocognitivo-afetivo do aluno, respeitando habilidades individuais e potencializando a capacidade de aprender durante toda a sua existência. (FLOR e CARVALHO, 2011, p.221).

Para Relvas (2012) a neurociência quando dialoga com a Educação promove caminhos para o professor tornar-se um mediador do como ensinar com qualidade através de recursos pedagógicos que estimulem o aluno a pensar sobre o pensar. Entretanto torna-se fundamental para o professor promover os estímulos corretos no momento certo para que o aluno possa integrar, associar e entender. Esses estímulos quando emoldurados e aplicados no cotidiano, podem ser transformados em uma aprendizagem significativa e prazerosa no processo escolar.

Em relação à neurociência e a formação de professores, Oliveira (2011) sustenta que:

> A neurociência se torna um conhecimento necessário à formação de professores nos seus diversos estágios. Compreender que os conhecimentos da neurociência são importantes para a educação ainda é um paradigma novo. Muitos destes conhecimentos carecem de pesquisas educacionais que validem sua importância, consistência e aplicabilidade em educação. (OLIVEIRA, 2011, p.124).

É preciso que cresça o número de pesquisas sobre a Neurociência na Educação, para que não somente a sua importância seja validada como defende o autor, mas que sua aplicabilidade seja realmente testada pelos professores a partir do interesse por esta área.

A Neurociência aplicada à Educação vem como um estudo a mais, e não como "receita de bolo" ou uma "panacéia" de todos os males da Educação para serem curados pela Neurociência. Não é uma teoria e nem tão pouco uma tendência pedagógica. É um estudo científico de como o cérebro pode aprender melhor e guardar saberes. (RELVAS, 2012). Esta autora ainda defende que ao compreendermos como o sujeito pode aprender melhor, é possível pensar em possibilidades para que ele seja estimulado a esta aprendizagem e para que isso aconteça é importante que o sujeito esteja em um ambiente agradável e que está sendo ensinado gere interesse nele. Por isso, a importância da Neurociência na educação, para que possa fazer com que o professor compreenda melhor como esta aprendizagem ocorre.

Para Muniz (2014, p.62) a Neurociência afirma que atitudes educativas que geram sentimentos de medo, ansiedade, tristeza, raiva, depressão e desesperança vêm acompanhadas de humilhação. Disciplina rigorosa, punições e severos regulamentos inibem a aprendizagem.

Quando falamos em Educação, temos que enfocar a aprendizagem e o desenvolvimento do aluno, pressupondo que a primeira precede ao desenvolvimento. Quando falamos em aprendizagem, estamos falando em processos neurais, redes de neurônios que estabelecem conexões e fazem novas sinapses. Neste enfoque, podemos compreender que o uso de estratégias adequadas em um processo de ensino dinâmico e prazeroso provocará consequentemente alterações na quantidade e qualidade destas conexões sinápticas, afetando o funcionamento cerebral, de forma positiva e permanente, com resultados extremamente satisfatórios de inclusão escolar. (FLOR e CARVALHO, 2011, p.222).

Para Oliveira (2011),

> Entender a importância dos conhecimentos atuais de neurociência nas diversas áreas, inclusive na educação, ainda é um paradigma novo. São conhecimentos incipientes, que, aos poucos, vão-se delineando... Estes conhecimentos são produzidos como uma avalanche, mas que dependem de pesquisas que validem sua importância, consistência, relevância e aplicabilidade na educação. (OLIVEIRA, 2011, p.17).

Para que a Neurociência conquiste seu espaço na área educacional é preciso que seja desenvolvido pesquisas práticas de sala de aula com experiências e estudos baseados nos princípios básicos da neurociência. Só assim ela poderá dar vozes às experiências vivenciadas por professores em suas salas de aula, provando que é possível exercitar algumas questões básicas da Neurociência, como por exemplo, as reações provocadas pelo cérebro quando o estudante está aprendendo algo com interesse e prazer.

Quando falamos de Neurociência, mencionamos a palavra “cérebro” e vale destacar que para que a aprendizagem em matemática ocorra é preciso que o educando esteja bem mentalmente, pois é o cérebro que faz o aluno pensar, raciocinar, relacionar ideias e conceitos para a resolução de uma situação-problema. É no cérebro que o processo de aprendizagem começa.

Para Muniz (2014, p.60) tudo que você, sente, vê e realiza é seu cérebro que faz por você. O ato de sentir, aprender, memorizar e agir ocorre no cérebro em uma alquimia extraordinária de sinais elétricos e descargas químicas de enzimas e hormônios formando tempestades elétricas.

Relvas (2010) complementa que sobre a mente humana é importante dizer que ela é responsável por aquilo que aprendemos e pelas descobertas que fazemos, mais é importante observarmos que o que cada um aprende ou raciocina está no seu interior, na sua subjetividade e ocorre de uma forma diferente. E é por isso que “a inteligência se parece com as lâmpadas que servem para iluminar. Para isso, são dotadas de potências e de iluminação diferentes”.

Pesquisas apontam que o cérebro funciona melhor quando o sujeito está livre de distração, quando está em estado de tranquilidade, segurança e confiança. Estudos “mostram que estudantes que relaxam no início de cada sessão de estudo, o seu rendimento aumentará 25%”. A Programação Neurolinguística nos fornece maneiras de colocarmos os aprendentes em um estado de “sintonia”. (MUNIZ, 2014, p.22-23).

Muniz (2014) afirma que aprender novas informações não é tanto o resultado de um esforço concentrado pela mente consciente, mas o resultado de uma atenção relaxada, quase inconsciente.

4. A MOTIVAÇÃO NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

A aprendizagem em Matemática requer um tempo maior e é preciso que o educando tenha interesse em aprender, e se isto não ocorrer, professores e metodologias diferenciadas não irão surtir efeito se o estudante não almejar por esta aprendizagem. Por isso pensamos que querer aprender é conhecer aquilo que se deseja intrinsecamente, e neste caso, o estudante deve ser motivado para querer aprender.

Em se tratando da relevância da aprendizagem para o educando, Coll (1994, p.135) destaca que quanto mais complexas e numerosas forem as conexões estabelecidas entre o novo material de aprendizagem e os elementos já presentes na estrutura cognoscitiva[5] e quanto mais profunda for a sua assimilação e maior for o grau de significância da aprendizagem realizada, tanto maior será também a sua funcionalidade, pois poderá se relacionar com um leque mais amplo de novas situações e de novos conteúdos.

Isso quer dizer que o grau de significado de uma aprendizagem para o aluno se dá significado que a aprendizagem teve para o aluno. São as ações, as lembranças, os fatos, os questionamentos e as assimilações que podem fazer com que o conhecimento seja construído pelo educando. Ou seja, é o grau de significado da aprendizagem que irá provocar no aluno maior funcionalidade na aprendizagem fazendo com que o leque de possibilidades seja aberto para novas situações de aprendizagens. Em outras palavras isso quer dizer que *quanto mais rica for a estrutura cognoscitiva do aluno em elementos e em relações, maior será a probabilidade de que possa construir significados novos, isto é, maior será a sua capacidade de aprendizagem significativa.* (COLL, 1994, p.136).

Isso reforça a ideia de que quanto maior for a riqueza da estrutura cognoscitiva, de que quanto mais coisas são conhecidas de forma significativa pelo aluno, tanto maior será a funcionalidade destas estratégias nas novas situações de aprendizagem.

Nesse sentido existe considerável evidência empírica mostrando que as tarefas que são identificadas com o cotidiano e com a atividade profissional futura são percebidas como interessantes, relevantes e significativas, são motivadoras e levam ao desenvolvimento da flexibilidade de pensamento. Ainda deve ser considerado pelo professor, se o grau de dificuldade e a complexidade da tarefa são apropriados às habilidades do aprendiz e ao nível de desenvolvimento conceitual exigido. (Ibid, p.35).

Na sala de aula, por exemplo, segundo Brenelli (apud Silva, 2009, p.113):

> ...Um trabalho sendo interessante parece mais fácil e menos fatigante. Ou seja, o rendimento de escolares pode melhorar quando envolve interesses e quando os conhecimentos correspondem às suas necessidades. A relação de incorporar o objeto ao eu (assimilação) constitui o interesse que nada mais é senão um prolongamento das necessidades.

É nesse sentido que acreditamos que "motivar é provocar necessidade no aluno". O educando busca aprender aquilo que realmente lhe interessa e esta motivação acontece em um tempo certo e é preciso entender que,

> A aprendizagem escolar, não sendo uma atividade intrínseca do sujeito, merece esforços gigantescos dos educadores para conciliar cognição e afetividade de forma tal que os nossos alunos se sintam motivados intrinsecamente para aprender, tendo consciência de que seu aprendizado só será efetivo se resultar de sua vontade pessoal para aprender. (SILVA, 2009, p. 117).

Em relação a estes aspectos da aprendizagem vale destacar o papel da motivação intrínseca para aprender, que reflete aspectos inerentes ao aprendiz e à tarefa de aprendizagem. A curiosidade natural leva a maioria dos sujeitos a gostar de aprender situações novas e desafiadoras sendo que estas despertam a criatividade, a curiosidade e a intuição. (BRITO, 2011).

Falar da motivação (LEVINE, 2003), emoção (RELVAS, 2012) e atenção (COSENZA; GUERRA, 2011) são conceitos relevantes para a Neurociência e tornam-se significativos para as atividades matemáticas na sala de aula. No ensino tradicional estas palavras acabam não configuram o ambiente escolar, pois os alunos acabam sempre tendo uma aula tradicional, apenas com o quadro branco como recurso pedagógico.

Acreditamos que em se tratando de aprendizagem em Matemática, o desafio maior de nossa sociedade exige uma postura mais reflexiva na formação dos professores capaz de interagir com dinâmica a construção de novos significados em Matemática, explorando situações-problemas, que envolvam o cotidiano dos estudantes.

Com isso, a aprendizagem é um processo de descoberta, de construção pessoal e de significados compartilhados, que são obtidos a partir da informação e da experiência, filtrados pelas percepções, sentimentos e pensamentos, bem como da negociação com os outros. (BRITO, 2011, p.34).

Em relação à Matemática, já que esta disciplina não é bem aceita pelos alunos, é que pensamos que novas descobertas a partir dos estudos da neurociência contribuiriam para o melhor desenvolvimento matemático dos alunos, até porque muitas vezes não compreendemos porque os alunos acabam tendo "aquele branco" na hora da avaliação bimestral. Entendemos que, ao aprofundarmos os estudos através de explicações científicas da neurociência, poderíamos ter estas respostas.

A matemática tem sido considerada no ambiente escolar como um conjunto de conhecimento imutável e verdadeiro que deve ser assimilado pelo estudante. Mas, no entanto, ela é uma ciência tão importante tanto no cotidiano dos educandos como nos grandes centros de pesquisas ou de produção de novos conhecimentos os quais têm se constituído instrumentos úteis na solução de problemas científicos e tecnológicos em diferentes áreas do conhecimento.

Dado sua abrangência na vida das pessoas esse processo não pode limitar-se em simples memorização de regras, técnicas e ao conhecimento formal de definições, pois "... ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou sua construção." (FREIRE, 1996, p. 52).

Para ensinar Matemática é preciso que os professores desenvolvam com os alunos o raciocínio lógico, o pensamento autônomo, a criatividade e a capacidade de resolver problemas. É necessário que os educadores matemáticos procurem alternativas para aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolvendo no aluno a autoconfiança, a concentração, a organização, atenção e o raciocínio lógico-matemático tentando ainda promover a socialização no sentido de estimular as interações do indivíduo.

No contexto da sala de aula, entendemos que as relações entre o professor de Matemática, aluno e conteúdos matemáticos devem ser dinâmicas. Dessa forma, a atividade de ensino precisa ser um processo em que o professor deverá organizar, com muito cuidado suas aulas, levando em conta sempre as reais necessidades dos seus alunos nos diversos tipos de ambientes onde eles vivem. Segundo Brasil (2001, p.36):

> O professor para desempenhar o seu papel de mediador entre o conhecimento matemático e o aluno ele precisa ter um sólido conhecimento dos conceitos e procedimentos dessa área e uma concepção de matemática como ciência que não trata de verdades infalíveis e imutáveis, mas como ciência dinâmica sempre aberta à incorporação de novos conhecimentos.

Ao tornar-se mediador o professor deve incentivar o estudante para pensar, pois quando o professor faz tudo na sala de aula a aprendizagem acaba ficando desinteressante e o aluno não se sente co-partícipe do processo de aprendizagem. Em outras palavras, o aluno deve se sentir motivado a receber a aprendizagem, pois, ao se falar em motivação, "em termos genéricos, a motivação ou motivo é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar o curso" (BZUNECK, 2001, p.9).

É impossível falar em aprendizagem sem mencionar a questão das dificuldades que o estudante encontra para atingir a aprendizagem em Matemática. Compreendemos que falar de dificuldades na disciplina de Matemática pode parecer simples quando muitos acabam assumindo que esta disciplina acaba tornando-se muito complexa e a grande maioria dos alunos acabam não tendo afinidade com ela.

Essas dificuldades acontecem não pelo nível de complexidade ou pelo fato de não terem afinidade, mas muitas vezes pode ocorrer devido a fatores emocionais, mentais, psicológicos, pedagógicos e pessoais que envolvem uma série de conceitos e conhecimentos que precisam ser trabalhados em se tratando de dificuldades em situação de nossa vida, assim como também em Matemática.

PDF gerado a partir de XML JATS4R

5. RELACIONANDO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO

O ensino da Matemática guarda relação com a condição que trata da construção pelo sujeito de um conhecimento novo a partir de outro anterior/prévio/antigo, dado que para aprender alguns conteúdos matemáticos, outros conteúdos precisam estar consolidados na base cognitiva do estudante. Este pensamento nos faz pensar nos conceitos da Aprendizagem Significativa e nas contribuições que ela pode proporcionar para o ensino de Matemática.

O conceito de Aprendizagem Significativa pode ser pensado como aquela em que novos conhecimentos adquirem significados através da interação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva de aprendiz, é subjacente a várias outras teorias (MOREIRA, 1999).

A aprendizagem significativa tem como uma das características levar em consideração o que o aluno já sabe, isto é, os conhecimentos prévios que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva. Esta estrutura é constituída da organização dos conteúdos, conceitos, ideias e proposições relevantes para a aprendizagem de um novo conteúdo.

Na teoria da Aprendizagem Significativa, o fator mais importante é o que os estudantes já sabem. Imaginamos que sobre alguns aspectos da construção do conhecimento matemático escolar, há relações com a teoria de Ausubel, que seria transformar em conhecimento matemático escolar aquilo que o estudante já traz do seu conhecimento do cotidiano.

O conhecimento prévio pode, por exemplo, ser interpretado em termos de esquemas de assimilação, construtos pessoais, modelos mentais, invariantes operatórios. (MOREIRA, 2012, p.25).

A assimilação proposta por Ausubel é o processo, já descrito, no qual um novo conhecimento interage, de forma não-arbitrária e não-literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante. É a "ancoragem", também já referida, na qual o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio adquire novos significados. Nessa interação, os dois se modificam, e pode-se dizer que houve uma assimilação do novo conhecimento.

É preciso haver um movimento de dentro para fora, por parte do indivíduo que aprende, com relação ao objeto de conhecimento. Para Ausubel, esse movimento é essencial para desencadear "ancoragem" (caso o que o aluno já saiba seja suficiente para receber o novo). (SANTOS, 2008, p.62).

Para Moreira (2012) subsunçor é o nome atribuído a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. São ditos conhecimentos prévios aqueles que antecedem um determinado conhecimento adquirido com as experiências de vida do aluno.

O que o estudante vai aprender em um determinado momento pode servir de âncora para um novo conhecimento. Quando esta informação está na estrutura cognitiva o estudante consegue estabelecer relações com o novo conhecimento. É o que ocorre quando o estudante aprende algo novo e se interessa. É que neste caso a sua estrutura cognitiva absorveu a nova informação.

É neste pensamento que Moreira (1999, p.11) defende que "a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva". Em outras palavras, a aprendizagem significativa ocorre quando o aprendiz consegue relacionar novas informações com conceitos, ideias ou proposições relevantes, estas já existentes na sua estrutura cognitiva.

O subsunçor pode ser uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do estudante, em que esta é capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação, de modo que esta adquira significado para o sujeito.

Este é um ponto importante no processo de construção do conhecimento na abordagem construtivista. Antes de apresentar qualquer novo conteúdo escolar (conceito, definição, fato, procedimento), é preciso que

o professor explore as representações que o aluno já sabe sobre o assunto. "Elas funcionarão como as "âncoras" para a elaboração das relações com os novos conhecimentos para, assim, estabelecer uma teia de relações entre os vários objetos de conhecimento". (MORETTO, 2003, p.109)

A partir das âncoras estabelecidas, a aprendizagem também começa adquirir uma nova conotação, por isso, não é suficiente que o estudante adquira informações isoladas (nomes, datas, fórmulas e definições), mas é necessário que se estabeleça uma relação entre elas, dando origem e significado à própria aprendizagem. Para ter sentido, as informações precisam estar relacionadas com algo que o educando já tenha aprendido.

Com base nas leituras sobre a Aprendizagem Significativa é possível perceber suas relações com conceitos básicos da Neurociência na Educação. Através das "âncoras", é possível perceber aproximações conceituais entre tais teorias.

A Programação Neurolinguística usa a "ancoragem" para colocar os aprendentes dentro de um estado mental. Um exemplo sobre ancoragem neste contexto é quando você está ouvindo o rádio e escuta uma canção favorita de muito tempo atrás, ao ouvi-la, todas as sensações daquele tempo voltam à sua memória, e as velhas vozes as imagens daqueles lugares preferidos podem ressurgir. (MUNIZ, 2014, p.23).

"A Programação Neurolinguística afirma que, para desenvolver habilidades, é necessário estimular os alunos a um estado de relaxamento antes das atividades intelectuais". (Idem, 2014, p.23).

O que ocorre é que, a "âncora" da canção levou o estudante de volta àquele "estado". Da mesma forma, quando você volta a visitar sua antiga escola, a âncora traz de volta a sensação de ser de novo estudante (nem sempre tão positiva, e outras sim, assim também é o caso da canção).

No contexto educacional, uma vez sendo compreendido este processo pelo professor, ele poderá projetar âncoras que farão com que de forma instantânea, seus estudantes sintam-se confiantes, curiosos e ansiosos para aprender. Um exemplo seria utilizar "músicas no início das aulas, ela irá auxiliar você e seus alunos a atingirem um estado mental, adequado para aprender o conteúdo ensinado". (MUNIZ, 2014, p.23). Também pode ser utilizadas imagens, figuras e registros voltados para as atividades matemáticas que possam estabelecer alguma lembrança ou significado para o estudante e situações-problema para o ensino dos conteúdos a serem trabalhados pelo professor.

Nas palavras de Muniz (2014) a Neurociência apenas nos oferece novas pistas poderosas, como formas de mediar o aprendizado dos aprendentes. Eles merecem seu lugar no centro da revolução das ciências cognitivas. Essa é uma concepção inteiramente nova para melhorar a aula, tornando-a um encontro agradável e eficaz ao aprender, criando, assim, um senso de "rapport".

O rapport é uma palavra de origem francesa que significa "relação" com seus estudantes. Ele contribui para motivar e inspirar os estudantes na descoberta pelo estilo de aprender. "Todo aprendente precisa do rapport para que desenvolva a confiança na troca das informações, aprendendo a aceitar e oferecer sugestões em um clima harmônico de ensinagem". (Idem, 2014, p.24).

6. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM

Em tempos atuais, há diversas ferramentas metodológicas para a utilização do ensino de Matemática de forma mais diferenciada, mais dinâmica. Uma delas é o ensino através da Resolução de Problemas. No entanto, o que se ensina e como se ensina, ainda ocorre em termos tradicionais onde o professor ainda restringe ao livro didático, o recurso utilizado para ensinar os conteúdos matemáticos. Este instrumento é elaborado de forma mecânica e os problemas matemáticos trazidos para a sala de aula por meio de livros didáticos são distanciados da realidade e na maioria das vezes, acabam sendo ensinados sem nenhum significado para o estudante. Neste sentido, consideramos a Resolução de Problemas como uma importante contribuição para a aprendizagem de conteúdos matemáticos na Educação Básica.

Pouco se ensina uma Matemática contextualizada com a solução de problemas reais; para a compreensão de mundo que o aluno consegue enxergar. Alguns docentes preocupados em cumprir um currículo extenso e aplicar provas escritas com nível bem elevado de algoritmos acabam causando no aluno ansiedade, desprezo, apreensão, nervosismo, e o terror pelo fracasso que acabam gerando bloqueios de aprendizagem nos educandos atingindo a autoestima e confiança do aluno.

Sobre a Resolução de Problemas, ao fazer uso desta abordagem, o professor poderá proporcionar ao estudante, a oportunidade de aprender conhecimentos matemáticos de forma mais significativa, considerando que,

> [...] a resolução de problemas tem a ver com a produção de conhecimentos significativos para aquele que aprende. O conhecimento que se valoriza pela sua significação não é o conhecimento transmitido, mas o conhecimento produzido por quem está em situação de aprender. Assim, se a resolução de problemas deve ser o lugar da produção do conhecimento, a tarefa de resolver problemas é uma tarefa privilegiada para a aprendizagem. (HUETE e BRAVO, 2006, p.118-119).

Na afirmativa acima, observa-se que a Resolução de Problemas pode ser uma ferramenta pela qual o estudante pode conseguir dar significado ao conhecimento aprendido, considerando que a produção desse conhecimento dar-se-á a partir da iniciativa de quem está aprendendo, pois a [...] resolução de problemas envolve aplicar a matemática ao mundo real, atender a teoria e a prática de ciências atuais emergentes e resolver questões que ampliam as fronteiras das próprias ciências matemáticas. (ONUCHIC, 1999, p. 204).

Compreendemos que para a Matemática ser aplicada ao mundo real, é necessário fazer uso de metodologias que desenvolvam o ensino de uma matemática que atenda às necessidades locais dos estudantes. Nesta proposição, a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, pode ser vista como uma alternativa para que o processo de ensinar e aprender matemática, seja de forma clara, contextualizada e significativa, considerando que [...] o aluno é agente da construção do seu conhecimento, pelas conexões que estabelece com seu conhecimento prévio num contexto de resolução de problemas. (BRASIL, 1998, p. 40).

Onuchic e Allevato (2004, p. 223), apresentam algumas razões para a utilização da Resolução de Problemas no ensino de Matemática:

> - Resolução de problemas coloca o foco da atenção dos alunos sobre ideias e sobre o "dar sentido". Ao resolver problemas, os alunos necessitam refletir sobre ideias que estão inerentes e / ou ligadas ao problema;
> - Resolução de problemas desenvolve a crença de que os alunos são capazes de fazer Matemática e de que Matemática faz sentido. Cada vez que o professor propõe uma tarefa com problemas e espera pela solução;
> - A formalização de toda teoria Matemática pertinente a cada tópico construído, dentro de um programa assumido, feita pelo professor ao final da atividade, faz mais sentido para os alunos.

O ensino de Matemática por meio da Resolução de Problemas pode ser mais uma ferramenta para professores de Matemática, desde que seja compreendida e aperfeiçoada na prática a partir da experiência dos estudantes, não deixando que esta seja mais uma teoria sem nenhuma aplicação na vida prática.

Vale considerar que a abordagem de Resolução de Problemas não é algo fácil para os estudantes da Educação Básica, algumas vezes se torna difícil porque esses estudantes não compreendem o comando ou sentem dificuldades em acertar na utilização de um conteúdo matemático que dê conta de tal resolução.

Na Resolução de Problemas é necessário refletir, produzir uma solução, registrar, justificar, explicar e discutir o que foi feito, revisar, corrigir e validar a solução do problema, mas também é importante pedir aos estudantes que apresentem e discutam as resoluções encontradas. As discussões são momentos importantes para confrontar, questionar e defender possibilidades de resolução, sempre utilizando argumentos conectados aos conhecimentos matemáticos.

A resolução de problemas em sala de aula é uma habilidade pela qual o indivíduo externaliza o processo construtivo de aprender, de converter em ações, conceitos, proposições e exemplos adquiridos (construídos) através da interação com professores, pares e materiais instrucionais. (COSTA e MOREIRA, 2001).

A teoria de aprendizagem de Ausubel, no que diz respeito à atividade de resolução de problemas, atribui-lhe o "status" de "qualquer atividade na qual a representação cognitiva de experiência prévia e os componentes de uma situação problemática apresentada são reorganizados a fim de atingir um determinado objetivo" (AUSUBEL, 1968, p. 533).

Para Costa e Moreira (2001) é evidente, sob essa abordagem, que a estrutura cognitiva preexistente desempenha papel preponderante na Resolução de Problemas. Leva-se em conta que a busca de solução de qualquer problema envolve uma readaptação do resíduo da experiência prévia frente às demandas da nova situação problemática a ser enfrentada. Se a estrutura cognitiva já possui as subsunções adequadas para permitir a reorganização do conhecimento, a resolução do problema terá cumprido o seu papel para a aprendizagem significativa.

Não deixemos de enfatizar a questão do tempo da aprendizagem de cada aluno. Às vezes o que o estudante quer aprender está no seu tempo de aprendizagem. É preciso que a estrutura cognitiva esteja preparada para absorver as informações necessárias para a Resolução do Problema. Sendo assim, acreditamos que a aprendizagem exige um momento certo para que ela ocorra.

Para Relvas (2010, p.143), quando se aprende com razão e com a emoção, sempre há algo a dizer sobre o que parece ter aprendido, pois a aprendizagem torna-se mais verdadeira. Segundo a terceira lei de Newton, a toda ação, corresponde a uma reação com mesma intensidade e mesma direção. Para a autora, é mais racional refletir antes de tomar qualquer decisão, pois a reação gera consequências de ações que realizamos. Por isso, é importante o equilíbrio entre a razão e a emoção para que as reações sejam positivas tanto para aquele que ensina como para aquele que aprende.

Entendemos ser importante que o professor tenha a preocupação com o currículo, mas que ele também reflita que o aluno tem seu momento de aprendizagem, lembrando que a escola possui seus conteúdos curriculares que devem ser cumpridos pelo professor e sendo assim, não podemos deixar passar o momento da aprendizagem em Matemática do educando, levando em consideração sua idade e seu desenvolvimento cognitivo de acordo com a série que está cursando.

Imaginamos que as dificuldades da aprendizagem em Matemática podem ser diversas e que não existe uma forma única de solucioná-las em função de suas peculiaridades. Mas, conhecê-las, e com o auxílio da Neurociência poderá facilitar com que os profissionais da Educação, em especial os professores de Matemática, obtenham condições para melhor analisar o desempenho cognitivo dos alunos e associado à descoberta de novas metodologias, poderão oferecer melhor condução do trabalho pedagógico em sala de aula.

7. CONSIDERAÇÕES

Com as dificuldades encontradas pelos professores ao ensinarem Matemática, é preciso acreditar que elas podem ser minimizadas no ensino de Matemática. Para que isso ocorra é necessário perceber que existe uma maneira diferente pela qual isso possa acontecer, e de uma forma muito simples, a partir do momento em que os docentes perceberem as contribuições que a Neurociência pode trazer para a área educacional e utilizarem novas técnicas para ensinar Matemática com o auxílio das tendências da Educação Matemática.

Com o auxílio destas tendências, os professores poderão ensinar Matemática de forma mais motivadora e dinâmica. Conforme a proposição de Brasil (1997, p. 20) os "recursos didáticos e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem".

A aprendizagem em Matemática gira em torno de um tempo para aprender devido a fatores internos e externos que podem acontecer na vida do estudante. O importante é que o professor busque várias metodologias para favorecer ao aluno o alcance desta aprendizagem. Isso com certeza pode minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos nesta disciplina e quebrar o paradigma de que "matemática é difícil".

O professor tem como suavizar suas aulas trazendo para o ambiente de aprendizagem recursos que possam aproximar o educando da Matemática.

Enfatizamos a importância de pesquisas voltadas para a aprendizagem em Matemática, visto que, essa possibilidade pode ser analisada através de pesquisas em sala de aula que podem revelar a reação e atitudes dos alunos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem de Matemática com o auxílio da Neurociência. No laboratório da aprendizagem (a sala de aula) as práticas docentes dos professores melhoram didaticamente porque o professor acaba se convencendo ao final da pesquisa que os alunos já não querem aprender somente resolvendo exercícios.

Com base nos questionamentos expostos neste texto, compreendemos que há necessidade de promover uma interlocução entre Neurociência e Educação, defendendo um diálogo criativo entre ambas e apresentando uma visão positiva dos conhecimentos neurocientíficos na Educação, neste sentido, priorizando discussões e pesquisas científicas voltadas para a aprendizagem dos educandos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rineheart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P. et al. **Psicologia educacional.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática /Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Secretaria de Educação Fundamental, Ministério da Educação e do Desporto, Brasília, DF, 1998.

BRASIL, **Parâmetros curriculares nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/ SEF, 2001.

BRITO, M. R. F. de. **Psicologia da educação matemática**: um ponto de vista. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, p. 29-45, 2011. Editora UFPR.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo (Org.).**Motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p. 9-36.

COLL, C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Tradução de Emília de Oliveira Dihel. Porto Alegre: Artmed, 1994.

COSENZA, R.; GUERRA, L.B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. **A resolução de problemas como um tipo especial de Aprendizagem Significativa.** Cad. Cat. Ens. Fís.v.18, n.3, p. 263-277, 2001.

FISCHER, K. W., ROSE, S. P. **Growth cycles of the brain and mind**. Educational Leadership, 56(3):56-60, 1998.

FLOR, D.; CARVALHO, T. A. P. de. **Neurociência para educador**: coletânea de subsídios para "alfabetização neurocientífica". São Paulo: Baraúna, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HUETE, J. C.; BRAVO, J. A. F. Tradução Ernani Rosa. **O ensino da matemática**: fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Penso, 2013.

LEVINE, M. **Educação individualizada**: motivação e desenvolvimento sob medida para seu filho. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

LIVINGSTON, R. B. **Neuroscience and education**. Prospects, 3(4):415-437, 1973.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Texto da Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2002. Aceito para publicação, **Qurriculum**, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: < www.if.ufrgs.br./~moreira >. Acesso em: 23 nov.2015.

MORETTO, V. P. **Construtivismo**: a produção do conhecimento em aula. 3ª edição. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

MUNIZ, I. **Neurociência e os exercícios mentais: estimulando a inteligência criativa**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociência e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores**. Dissertação (mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Educação, 2011.

ONUCHIC, L. de la R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em educação matemática**: concepções & perspectivas. São Paulo: Editora da Unesp, 1999.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. **Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas.** In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org). Educação Matemática - pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

RELVAS, M. P. **Neurociência e educação: potencialidades dos gêneros humanos na sala de aula**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2010.

RELVAS, M. **Estudos da Neurociência aplicada à aprendizagem escolar**. 2012. Consultora na área de Neurociência Aplicada à Aprendizagem Cognitiva e Emocional no Desenvolvimento Humano. Bióloga e Neurobióloga). Disponível em: < http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/geral/dc-na-sala-de-aula/noticia/2012/08/estudos-da-neurociencia-aplicada-a-aprendizagem-escolar-3852913.html >. Acesso em: 28. Jan. 2015.

SAAVEDRA, M. A. **Algumas contribuiciones de las neurociencias a la educacion**. Revista Enfoques Educacionales, 4(1):65-73, 2002.

SANTOS, J. C. F. **Aprendizagem significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. Porto Alegre: Mediação, 2008.

SILVA, F. H. da. **Formação de professores: mitos do processo**. Belém: EDUFPA, 2009.

SISTO, F. F. **Fundamentos para uma aprendizagem construtivista**. Pro-posições, Vol. 4, No 2[11], UNICAMP, Julho de 1993.

WEISS, M. A. L. **O aprender**: suas diferentes formas e seus diferentes momentos. Disponível em: http:// psicopedagogiem pauta.com palestra proferida no Seminário da Associação Brasileira de Psicopedagogia – Seção Rio de Janeiro – em 16/06/2007.

Notas

[4] São ligações entre os neurônios por onde passam os estímulos. (Flor e Carvalho, 2011, p.223).

[5] Estrutura cognoscitiva ou cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo; ou, no contexto da aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento. Ou seja, a ênfase que se dá é na aquisição, armazenamento e organização das ideias no cérebro do indivíduo. Disponível em: http://meuartigo.brasilescola.com/pedagogia/teoria-ausubel-cognoscitiva-ou-cognitiva-1.htm. Acesso em: 29 abr. 2015.

Ligação alternative

https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5349 (pdf)