

Neurociência, ciência da educação e educação física**Neuroscience, Education Science and Physical Education**

Rodrigo Silveira da Silva¹
Luiz Henrique Peruchi²
João Pedro Arantes³
Universidade de Mogi das Cruzes

Resumo: Neste trabalho, teve-se por objetivo verificar a importância de unir a Neurociência à Ciência da Educação no processo de aprendizagem do aluno, e comparar a aprendizagem de alunos submetidos a uma metodologia de ensino embasada em Neurociência com alunos submetidos a metodologia usada pela instituição. O método utilizado foi a pesquisa de campo, com amostra randomizada de 30 alunos de escola pública, divididos em dois grupos: Experimental (GE) e Controle (GC); com idades entre 11 e 13 anos, de ambos os gêneros. A avaliação foi feita por meio de um questionário de osteologia. Na avaliação pré-intervenção foi obtido o seguinte resultado: o GE obteve 13,33% (2,8±1,21) de acertos e o GC 14,57% (3,06±1,03). Na pós-intervenção, GE 63,8% (13,4±3,26) e GC 37,42% (7,86±2,82) (p<0,05), Concluiu-se que metodologias de ensino embasadas em Neurociência podem sim ter uma relevância no processo de aprendizado do aluno. A média de acertos entre os grupos teve uma diferença significativa. Recomenda-se estudos específicos sobre cada recurso abordado neste estudo.

Palavras-chave: Neurociência; Educação; Educação-Física.

Abstract: In this work we had by objective to determine the importance of uniting the Neuroscience and Education Science in the students learning process, and compare the students learning submitted to a teaching methodology grounded in neuroscience with students learning submitted to a methodology used by institution. The method used was the field research, with 30 students as sample (randomized) in a public school, divided into groups experimental (EG) and control (CG) aged between 11 and 13, both genders. The evaluation was done by an osteology questionnaire. In pre-intervention was obtained the following results: EG averaged 13.33% (2.8 ± 1.21) of correct alternatives and CG 14.57% (3.06 ± 1.03). In post-intervention, GE 63.8% (13.4 ± 3.26) and GC 37.42% (7.86 ± 2.82) (p <0.05). We conclude that teaching methodology grounded in neuroscience may rather the students learning process. The score between the groups had a significant difference. It is recommended specific studies about each pedagogical resource addressed in this study.

Keywords: Neuroscience; Education; Physical Education.

Introdução

Por meio deste estudo visa-se explicar a importância em unir a neurociência à ciência da educação no processo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do aluno. Este conteúdo é voltado tanto para aulas práticas de Educação Física, quanto para aulas teóricas, com o intuito de melhorar não só o desempenho físico dos

¹ Graduado em Educação Física, pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

² Mestre, docente e coordenador do curso de Educação Física na Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

³ Mestre, docente do curso de Educação Física na Universidade de Mogi das Cruzes (UMC).

alunos, mas principalmente a capacidade cognitiva, utilizando a atividade física e a neurociência como ferramentas no processo de aprendizagem do aluno.

Segundo Cosenza e Guerra (2011), da mesma forma que psicólogos, neurologistas ou psiquiatras, os educadores (professores e pais) são os que mais lidam com o cérebro das crianças. Sendo assim, os educadores desempenham papel de grande responsabilidade, pois além de intercederem quando o cérebro do aprendiz não funciona adequadamente, auxiliam no desenvolvimento do sistema nervoso do aluno e, conseqüentemente, de sua conduta ao longo da vida.

Hoje, os avanços na neurociência ajudam-nos a entender o funcionamento cerebral, favorecendo com que esse o pedagógico preserve sua visão positiva. Entretanto, estudos fundamentados na união entre neurociências e didática ainda são ausentes na área da educação (MAIATO; CARVALHO, 2011).

Benefícios da atividade física: fisiologia

O comportamento das pessoas mudou de sobremaneira em virtude dos avanços tecnológicos. Essa mudança tem levado a população a um nível cada vez menor de atividade física e, como consequência disso, a um aumento de doenças hipocinéticas, tais como, obesidade, hipertensão arterial, diabetes, entre outras. Além desses males físicos, há também o problema crescente de distúrbios psicológicos associados ao estilo de vida moderno, como stress, ansiedade, depressão e outros. O nível de aptidão física das pessoas é cada vez menor e isso afeta as tarefas diárias destas. Esse cenário enseja um possível problema de saúde pública e de impacto socioeconômico (GODOY, 2002; ANTUNES *et al*, 2006).

Exercícios de intensidade moderada resultam na melhoria comportamental, afetiva, humoral e até no nível de ansiedade. O exercício regula a liberação dos três neurotransmissores mais ligados à manutenção da saúde mental (serotonina, dopamina e norepinefrina), cujos benefícios para depressão e ansiedade têm tanto efeitos imediatos, como também efeitos a longo prazo (MEDINA, 2012).

Para Neighmond (2006), as crianças que praticam atividade física conseguem prestar mais atenção no professor do que as sedentárias, elas apresentam probabilidade menor de se comportar mal na sala de aula após um período de

atividade, aumentando a autoestima e o bem-estar, diminuindo a ansiedade e a depressão.

Em estudos com ratos de Silva *et al.* (2016), pôde-se verificar que o exercício materno durante a gravidez melhora a função cognitiva (comportamento de habituação e aprendizagem espacial) dos filhos através do aumento dos níveis de BDNF (Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro) e do número de células na formação do hipocampo.

Estudos de Correia *et al.* (2011) e Maldonado *et al.* (2014) indicam que indivíduos fisicamente ativos têm concentração de BDNF significativamente maior do que sedentários. Indica também que, quanto maior for o nível de aptidão física, maior será a concentração plasmática dessa proteína.

Fisiologicamente, quando nos exercitamos, o fluxo sanguíneo nos tecidos do corpo aumenta, em razão da atividade física estimular os vasos e sintetizar óxido nítrico (molécula que regula o fluxo sanguíneo). Com a melhora da circulação, o organismo cria novos vasos sanguíneos, que se aprofundam cada vez mais nos tecidos, acessando mais aos serviços da corrente sanguínea, como transportar nutrientes e eliminar toxinas. Quanto mais ativo for o indivíduo melhor será a qualidade desses serviços (MEDINA, 2012).

De acordo com Herting e Nagel (2013) e Silva *et al.* (2010), exercícios de predominância aeróbia em adolescentes resultam em mudança estrutural de uma região do Sistema Nervoso Central, chamada Hipocampo, e, conseqüentemente, aprimora a capacidade de aprendizado.

Apesar da crescente evidência dos efeitos benéficos do exercício no desenvolvimento do cérebro em estudos clínicos e pré-clínicos, novos estudos são necessários para determinar programas adequados de exercício, levando-se em consideração fatores como intensidade, volume e duração. É importante ainda investigar se os mecanismos neurobiológicos descritos em modelos de exercício em animais podem também ser aplicados em humanos para promover melhores efeitos na saúde mental (SILVA; ARIDA, 2015).

Conexões neurais / plasticidade

Os neurônios do nosso cérebro estão intrinsecamente conectados formando circuitos que têm funções específicas. Os circuitos da região do encéfalo são os

mais complexos, nos quais bilhões de neurônios se conectam em espécies de redes que convergem e divergem, criando um número infinito de vias possíveis. A sinalização dentro dessas vias nos dão a capacidade de pensar, falar, ter sentimento, aprender e memorizar, ou seja, capacidades que nos caracterizam como seres humanos. (SILVERTHORN, 2010).

A principal chave para a aprendizagem de uma criança, no nível neural, é chamada de plasticidade cerebral, que se caracteriza pela capacidade do cérebro de fazer conexões entre neurônios e modelar sua própria estrutura em decorrência das experiências vividas pelo indivíduo. Essa forma de aprendizagem há longo prazo, isto é, quando se aplica atividades embasadas no contexto, e, conseqüentemente, nos interesses e nas emoções do indivíduo, faz com que a criança fique motivada para estudar e aprenda melhor (BAL, 2010).

O cérebro é uma estrutura que tem a capacidade de se modelar e remodelar a partir das experiências vividas pelo indivíduo, pelo seu organismo e pela sua história (GUERRERO; GONÇALCES, 2008).

Para fortalecer as conexões neurais (intensificar a aprendizagem ou inserir determinado comportamento), devemos aplicar o conteúdo com repetições (PAIVA; PERNAMBUCO, 2005).

A aprendizagem muda estruturas físicas no cérebro que são únicas para cada indivíduo, nem mesmo gêmeos idênticos fazem conexões cerebrais do mesmo modo, mesmo que estejam diante de uma mesma situação, no mesmo momento, um ao lado do outro (MEDINA, 2012).

Para uma educação com equidade é importante que professores utilizem metodologias que possibilitem a forma singular de aprendizado de cada aluno, estimulando individualmente a inteligência de cada um (MAIATO; CARVALHO, 2011).

Cada aluno, conforme o ambiente social e familiar em que vive, tem suas próprias experiências vivenciadas, com suas particularidades que determinarão não só seu contexto histórico, mas também sua personalidade (SILVA, 2005).

Didática embasada em Neurociência

Ao professor, não basta dominar o conteúdo, é necessário organizar suas práticas com eficiência para transpor o ensino com melhor assimilação, escolhendo

as mais adequadas metodologias e recursos, partindo da vivência da criança, convertendo assim seu conhecimento científico em aprendizado para o aluno (MAIATO; CARVALHO, 2011).

Além de apoiar princípios psicológicos, conceitos de neurociência podem auxiliar os professores a compreender como os alunos aprendem e se desenvolvem. Auxiliam a compreender também sua responsabilidade com relação a influência que exercem no desenvolvimento da criança (DUBINSKY; ROEHRIG; VARMA, 2013).

Algumas regiões do sistema límbico (como o hipocampo) tem função importante no aprendizado, pois, conforme recebemos informações sensoriais, o cérebro avalia, através dessas estruturas, o nível emocional de cada informação recebida e, assim, seleciona aquelas que serão guardadas na memória e descarta aquelas menos importantes (SCHMIDEK; CANTOS, 2008).

Recursos didáticos multissensoriais podem favorecer a aquisição, manutenção e evocação das informações na memória. Sendo assim, quanto mais sentidos (audição, visão, tato, olfato e paladar) forem estimulados durante a aula, melhor será o aprendizado do aluno, pois isso possibilita estimular diferentes áreas do cérebro para o processamento das informações. Conseqüentemente, diferentes memórias sobre uma mesma informação podem ser formadas, o que fará com que, posteriormente, o cérebro se lembre com mais facilidade dessa mesma informação, resultando na aprendizagem (MAIATO; CARVALHO, 2011).

Utilizar recursos pedagógicos embasados na problematização faz com que o aluno desenvolva sua autonomia e perceba seu potencial para se auto-educar (SILVA, 2005).

A falta de conhecimento sobre o funcionamento básico do cérebro, junto à carência em usar os diversos métodos pedagógicos para o desenvolvimento da educação, torna necessário na formação acadêmica do educador a inclusão deste tema, utilizando conceitos da neurociência como recurso pedagógico e, assim, aprimorando a didática do educador (MORALES, 2005).

Objetivos

Verificar a importância de unir a Neurociência à Ciência da Educação no processo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do aluno.

Comparar a eficácia da aprendizagem de alunos submetidos a uma metodologia de ensino embasada em Neurociência com alunos submetidos a metodologia usada pela Instituição.

Método

Amostra: pesquisa de campo, quase experimental, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Mogi das Cruzes, sob o parecer nº 31767014.6.0000.5497. Foram participantes 30 alunos da rede escolar pública de Mogi das Cruzes-SP, divididos em dois grupos (Experimental e Controle) com idades entre 11 e 13 anos, ambos os gêneros. Os responsáveis pelos indivíduos envolvidos neste estudo concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa.

Critério de inclusão: alunos que não acertaram mais do que 5 questões da 1ª avaliação (explicada em material).

Critério de exclusão: alunos que acertaram mais de cinco questões da 1ª avaliação e todos participantes que faltaram em qualquer dia durante a pesquisa.

Material: uma avaliação teórica para os pré e pós testes, com 21 questões sobre o conteúdo estudado, contendo 22 lacunas a serem preenchidas com 22 dos 24 nomes de ossos contidos no questionário (sendo que uma das lacunas não foi computada pois serviu de exemplo aos alunos). Para as aulas de osteologia do Grupo A (GE) foram usados um esqueleto, lousa, cadernos e perfume; do Grupo B (GC) foram usados lousa, livros e cadernos.

Procedimento: após a autorização da escola, dos responsáveis e dos participantes, foram agendados os dias, horários e local para a aplicação do teste; foram explicado todos os procedimentos da participação no teste e, assim, foi dado início à pesquisa. Foi aplicado o pré-teste para diagnóstico, que consistiu de uma avaliação teórica em 30 alunos. Em seguida, os participantes foram divididos em dois grupos com 15 alunos cada, denominados Grupo A e Grupo B. O Grupo A foi submetido a 30 minutos de exercícios com predominância aeróbia, três vezes na semana (sendo que duas, dessas três vezes, ocorreram durante as aulas de Educação Física Escolar dos alunos), durante dois meses seguidos. O Grupo B não sofreu intervenção. Na sexta semana de treino do Grupo A, foi aplicada a avaliação

diagnóstica e também foram iniciadas as aulas de anatomia para ambos grupos, com o mesmo conteúdo. Para ambas as turmas, o conteúdo aplicado foi o mesmo (as estruturas ósseas do corpo humano). Foram aplicadas três aulas, sendo que a metodologia de ensino do Grupo B foi a metodologia já padronizada pela instituição de ensino junto a seu corpo docente. As aulas foram dentro da sala de aula, utilizando-se de livros como fonte de estudo e também conteúdo anotado na lousa. Foi feita a explicação da matéria, utilizando-se apenas desses recursos, ignorando-se conteúdos embasados em Neurociência. A metodologia empregada para o outro grupo foi embasada em Neurociência, ou seja, seguindo-se a linha de raciocínio de Medina (2012). Cada aula foi subdividida em temas de dez minutos, pois, após esse tempo, o cérebro do aluno deixa de prestar atenção em informações que não são do interesse do mesmo. Dessa forma, é preciso mudar o assunto para prender a atenção do aluno novamente. No início de cada aula, foram informados todos os conteúdos que seriam abordados na aula. Foi recapitulado o assunto da aula anterior, e foi repetido regularmente no decorrer de cada aula em qual ponto que a aula estava. Foram utilizados esqueleto, lousa e cadernos como materiais de estudo. Foi passado também, no final de cada aula, um resumo do conteúdo abordado na aula inteira, sempre repetindo-se o máximo possível os conteúdos abordados, facilitando-se assim a memorização do aluno. Após as três aulas em cada grupo, foi aplicado um pós-teste (sendo que a prova aplicada foi a mesma usada no pré-teste) e, assim, foi verificado qual das duas turmas teve melhor desempenho. Observação: Na segunda aula de anatomia do Grupo A, foi borrifado perfume em todo o ambiente e no material de estudo, com o objetivo de verificar se a memorização dos assuntos abordados nessa aula seria mais eficaz do que nas demais aulas. Na avaliação final, todas as folhas de teste também estavam com o cheiro desse mesmo perfume.

Procedimento de análise de dados: foram feitos gráficos e tabelas para a comparação dos resultados obtidos no teste. Para a verificação estatística dos dados foram usados o Teste-T (na análise da média de acertos no pré-teste e no pós-teste de ambos os grupos) e o Coeficiente de Correlação de Pearson, para verificar através das diferenças entre as médias de acertos do Grupo A com relação às questões sobre Esqueleto Axial (EA), Membros Superiores (MS), Membros

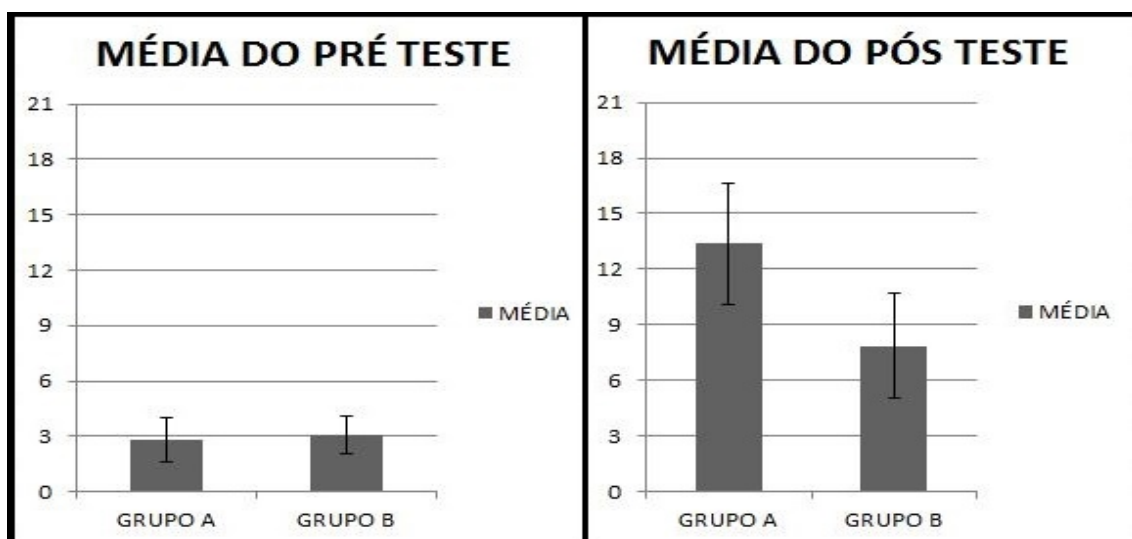
Inferiores (MI), se a estimulação do olfato influenciou no resultado do pós-teste (todos os testes foram realizados com o auxílio do programa Microsoft Excel).

Resultados e Discussão

Não houve diferença significativa entre os dois grupos no pré-teste ($P=0,52$), comprovando que não houve vantagem alguma entre ambos. Entretanto, houve diferença significativa no pós-teste ($P<0,0001$), ou seja, o Grupo A (GE) teve desempenho consideravelmente melhor com relação ao Grupo B (GC).

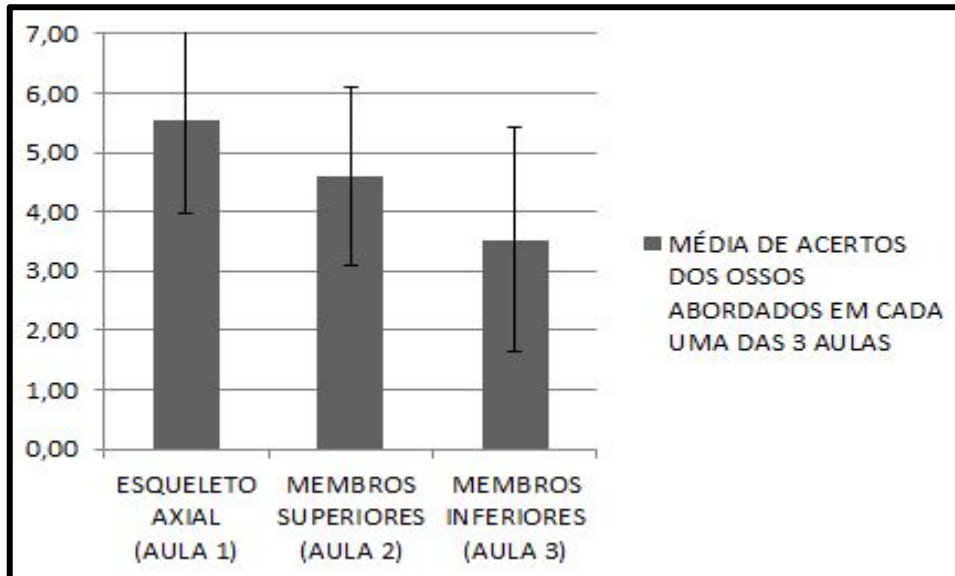
No pré-teste, o Grupo A obteve em média $2,8\pm 1,2$ de acertos, e o Grupo B obteve $3,06\pm 1$. No pós-teste, o Grupo A obteve em média $13,4\pm 3,2$ de acertos, e o Grupo B obteve $7,8\pm 2,8$.

Fig.1: Média de acertos pré-teste e no pós-teste.



Pode-se analisar o desempenho do Grupo A subdividindo-se e avaliando-se seus acertos das questões do pós-teste em 3 partes que são: 7 questões de EA; 7 de MS; 7 de MI, para assim verificar se a estimulação do olfato da segunda aula (MA) teve alguma relevância durante o processo de aprendizado.

Fig.2: Resultados de acertos.



Entretanto, pode-se verificar na Figura 2 os seguintes resultados: o Grupo A teve melhor desempenho nas questões de EA, com média de $5,53 \pm 1,6$ de acertos, seguido das questões de MS, com média de $4,6 \pm 1,5$ de acertos, e por último as questões de MI, com média de $3,53 \pm 1,9$ de acertos.

Correlacionando esses resultados de forma mais específica, pôde-se fazer a seguinte comparação: questões sobre EA com as sobre MS ($N=15$, $r=0,1$, $P>0,05$); sobre EA com as sobre MI ($N=15$, $r=0,3$, $P<0,05$), e as sobre MS com as sobre MI ($N=15$, $r=0,2$, $P>0,05$). Sendo assim, a aula que teve maior influência no pós-teste do Grupo A foi a de EA, portanto, o estímulo do olfato através do uso do perfume não teve relação com resultado do pós-teste.

Este resultado contrapõe o resultado obtido por Medina (2012), que aplicou aulas de biologia molecular em dois grupos, sendo que um grupo foi exposto a um odor durante determinado assunto da aula, enquanto o outro grupo não foi exposto a esse odor. Após isso, foi aplicada uma avaliação sobre o tema. Na avaliação havia o mesmo odor cujo a que um dos grupos foi exposto. O resultado foi que o grupo que foi exposto ao odor naquela aula teve desempenho melhor nas questões relacionadas ao assunto abordado pelo professor naquela mesma aula, enquanto o outro grupo não obteve resultado satisfatório nessas questões.

A razão desse resultado em relação ao estímulo do odor tem uma possível explicação, pois, ao contrário de Medina (2012), que aplicou sua pesquisa com foco

exclusivo na memorização através da estimulação do odor, o presente estudo teve um foco mais amplo, ou seja, para a memorização dos participantes, foi estimulado não só o olfato, mas também o tato, e os conteúdos foram aplicados com repetições periódicas. Essas repetições incluíam, além de repetições do conteúdo aplicado na parte principal da aula, mais um resumo de toda a aula durante a parte final da aula. Havia também um resumo das aulas anteriores na parte inicial das aulas. Sendo assim, a parte inicial de cada aula ficava da seguinte forma: primeira aula (EA), não havia recapitulação; segunda aula (MS), havia recapitulação de EA; terceira aula (MI), havia recapitulação de EA e de MS.

Isso significa que, possivelmente, em virtude de os alunos terem sido expostos ao conteúdo de EA durante as três aulas; de MS durante duas aulas, e MI só durante a última aula; a memorização dos participantes tenha sido mais eficaz com relação aos ossos do EA, seguido de MS, havendo um resultado menos satisfatório em MI.

Outros pesquisadores verificaram as opiniões de professores de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio com relação à importância do conhecimento de recursos pedagógicos embasados em Neurociência para aprimorar a qualidade de ensino. Eles avaliaram as opiniões dos docentes com relação a questões como: plasticidade neural; aulas com passeios para o aluno ter mais estímulos durante o aprendizado; metodologia com resolução de casos; relação entre emoção e aprendizado, entre outras questões. Como resultado, os mesmos viram que a maior parte dos participantes consideram esses conhecimentos relevantes para o processo de ensino-aprendizagem (BARTOSZECK, A.; BARTOSZECK, F., 2009).

Para obtenção dos resultados da presente pesquisa, foram utilizados o exercício físico e a interatividade com o esqueleto humano durante o estudo para trabalhar a emoção através da motivação do participante. Para a problemática, ou seja, a resolução de casos, o Grupo A foi submetido a desenhar o esqueleto humano por inteiro, apontando cada estrutura abordada em aula, podendo manusear o esqueleto, ao contrário do grupo B, que teve em sua problemática questionários relacionados aos assuntos abordados em aula, com sua fonte de pesquisa limitada a livros. Para trabalhar a plasticidade neural do Grupo A, foi articulada cada estrutura óssea a uma experiência já vivida pelo participante (por

exemplo: a pelve, muitas vezes denominada como “bacia”, assim com a mandíbula, que muitos denominam como “maxilar”, entre outras situações envolvendo outros ossos).

A junção desses recursos embasados em Neurociência apresentou possível impacto positivo no presente estudo, mostrando de forma prática algumas maneiras de introduzir a Neurociência à metodologia do professor.

Em uma escola em Titusville, na Flórida (EUA), cujas médias dos alunos nas disciplinas de inglês e leitura estavam abaixo das médias estabelecidas pelo estado, que eram avaliadas através de testes padronizados, foi implementado um programa de exercícios aos alunos. Desde que o programa começou, os resultados de testes padronizados dos estudantes subiram de abaixo da média do estado para 17 por cento acima desta, na leitura, e 18 por cento acima da média do estado em matemática. Foram notados também efeitos positivos no comportamento dos alunos, e, conseqüentemente, houve uma redução significativa do número de brigas e desentendimentos entre os estudantes (RATEY; HAGERMAN, 2008).

Assim como em Ratey e Hagerman (2008), no presente estudo não houve mensuração específica dos efeitos agudos ou dos efeitos crônicos do Exercício Físico na cognição dos participantes. Sendo assim, não foi possível mensurar até onde os exercícios contribuíram para o resultado da pesquisa.

Conclusão

Pode-se concluir através dos resultados do presente estudo, junto do aporte teórico, que a Neurociência é uma ferramenta que pode aprimorar de forma significativa a metodologia do professor e, conseqüentemente, facilitar o aprendizado, auxiliando no desenvolvimento cognitivo do aluno.

Os resultados apontam para uma diferença significativa entre os dois grupos, entretanto, não é possível apontar quais dos recursos embasados na Neurociência usados nesta pesquisa tiveram maior influência nos resultados.

Contudo, recomenda-se com base nos resultados obtidos, que haja mais pesquisas sobre o tema, visando-se especificamente cada fator abordado neste estudo de forma desmembrada, como por exemplo: pesquisas que mensurem a eficiência do uso de cada sentido sensorial no processo de memorização; pesquisas

sobre a problematização como recurso pedagógico; pesquisas sobre quais critérios devem ser levados em consideração ao desenvolver-se uma problemática eficaz no processo de ensino-aprendizagem, e, também, pesquisas sobre a influência do exercício físico na cognição de crianças e adolescentes, apontando-se seus efeitos agudos e crônicos no SNC através de um ponto de vista fisiológico.

Referências

- ANTUNES, Hanna; SANTOS F., Ruth; CASSILHAS, Ricardo; SANTOS T., Ronaldo; BUENO, Orlando; MELLO, Marco. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. São Paulo-SP: **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol. 12, nº 2, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v12n2/v12n2a11.pdf>. Acesso em 19 fev. 2014, 21h03.
- BAL, Juan F. P.. Neurociencia y Educación Física. Buenos Aires: **EFDeportes.com Revista Digital**, Ano 15, Nº 149, 2010. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd149/neurociencia-y-educacion-fisica.htm>. Acesso em 21 abr. 2015, 18h20.
- BARTOSZECK, Amauri B.; BARTOSZECK, Flavio K.. Percepção do professor sobre Neurociência aplicada à educação. Paraná: **EDUCERE - Revista da Educação**, v. 9, n 1, p. 7-32, 2009. Disponível em: <http://revistas.unipar.br/educere/article/view/2830/2098>. Acesso em 13 jun. 2015, 18h35.
- CORREIA, Paulo R.; SCORZA, Fulvio A.; SILVA, Sérgio G.; PANSANI, Aline; SILVA, Michelle T.; ALMEIDA, Antonio C.; ARIDA, Ricardo M.. Increased basal plasma brain-derived neurotrophic factor levels in sprint runners. China, **Neurosci Bull**, 27(5): 325–329, 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21934728>. Acesso em 11 abr. 2016, 15h52.
- COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DUBINSKY, Janet M.; ROEHRIG, Gillian; VARMA, Sashank. Infusing Neuroscience Into Teacher Professional Development. **Educational Researcher**, 42: 317, 2013. Disponível em: <http://edr.sagepub.com/content/early/2013/08/01/0013189X13499403.full>. Acesso em 16 mai.2015, 20h10.
- GODOY, Rossane. **Benefícios do exercício físico sobre a área emocional**. Caxias do Sul-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Movimento. Disponível em: <http://seer.dev.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/view/2639/1265>. Acesso em 18 fev. 2014, 16h04.

GONÇALVES, Selma A.; VIANA, Helena B.; CARVALHO, Evodite G. A.; BARROS, Magda J.A.; ABRAHÃO, Célia O.. Estilo de vida e aprendizagem. Buenos Aires: **EFDeportes.com, Revista Digital**, Año 19, Nº 191, 2014. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd191/estilo-de-vida-e-aprendizagem.htm>. Acesso em 7 mai. 2015, 23h55.

GUERRERO, Antônio; GONÇALVES, Teresa. Identidade narrativa e plasticidade cerebral: algumas propostas pedagógicas. Coimbra-Portugal, **Revista portuguesa de pedagogia**, ano 42-1, 27-43, 2008. Disponível em: <http://iduc.uc.pt/index.php/rppedagogia/article/view/1226>. Acesso em 26 fev. 2014, 22h23.

HERTING, Megan M.; NAGEL, Bonnie J.. Aerobic fitness relates to learning on a virtual morris water task and hippocampal volume in adolescents. USA, **Behavioural Brain Research**, Aug 1; 233(2): 517–525, 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3403721/>. Acesso em 13 mai. 2015, 20h53.

MAIATO, Alexandra; CARVALHO, Fernanda. **Neurociências e educação: o papel das metodologias e dos recursos multisensoriais para a aprendizagem**. Rio Grande do Sul: FURG, 2011. Disponível em: http://www.x_pesquisa.furg.br/inscricao/trabalhos/219.doc. Acesso em 20 fev. 2014, 23h19.

MALDONADO, Alberto J.; BUYLLA, Elena R.; MONTERO, Sergio; MELNIKOV, Valery; RODRÍGUEZ, Elena C.; DOMÍNGUEZ, Armando G.; HERNÁNDEZ, Alejandrina R.; LEMUS, Mónica; MURGUÍA, Jesús M.. Chronic Exercise Increases Plasma Brain-Derived Neurotrophic Factor Levels, Pancreatic Islet Size, and Insulin Tolerance in a TrkB-Dependent Manner. **PLoS ONE** 10(3): e0119047, França, 2014. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0115177>. Acesso em 11 abr. 2016, 14h42.

MEDINA, John. **Aumente o poder do seu cérebro**. Ed. especial., Rio de Janeiro: Sextante, 2012.

MORALES, Rosilene. Educação e Neurociências: uma via de mão dupla. In: **28ª Reunião da ANPED**, n.13, 2005, Caxambu. Educação Fundamental . Caxambu: UFSCar, 2005. Disponível em: http://vigotski.dominiotemporario.com/anped/2005-GT13_tx01.pdf. Acesso em 26 fev. 2014, 22h45.

NEIGHMOND, Patti. Exercise Helps Students in the Classroom. **NPR**. Washington D.C.-USA, 31 Ago. 2006. Disponível em: <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=5742152>. Acesso 12 mar. 2014, 18h33.

PAIVA, Irene; PERNAMBUCO, Maria. **A aprendizagem e o ensino**. Natal, RN: UFRN, 2005. Disponível em: <http://www.sedis.ufrn.br/mdlintranet/file.php/1/Disciplina>

s_Licenciaturas_UFRN/1%20semestre/Educacao%20e%20Realidade/Ed_Re_A14K_I_WEB.pdf. Acesso em 17 fev. 2014, 01h13.

RATEY, John; HAGERMAN, Eric. **Spark: the revolutionary new science of exercise and the brain**. 1. ed. New York-USA: Little, Brown and Company, 2008.

SCHMIDEK, Werner; CANTOS, Geny. Evolução do sistema nervoso, especialização hemisférica e plasticidade cerebral: um caminho ainda a ser percorrido. Pelotas, **Revista Pensamento Biocêntrico**, Nº 10, jul/dez 2008. Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/Evolucao-Cerebro.pdf>. Acesso em 15 mar. 2014.

SILVA, Ana. Os conhecimentos prévios no contexto da sala de aula. Bahia: **Revista Metáfora Educacional**, (ISSN 1809-2705) – versão on-line, n. 2 (jul. - dez. 2005), 2005. Disponível em: http://www.valdeci.bio.br/pdf/n02_2005/conhecimentos_previos_ana.pdf. Acesso em 24 fev. 2014, 23h19.

SILVA, Sergio G.; ALMEIDA, Alexandre A.; FERNANDES, Jansen; LOPIM, Glauber M.; CABRAL, Francisco R.; SCERNI, Debora A.; PINTO, Ana V.; LENT, R. ; ARIDA, Ricardo M.. Maternal Exercise during Pregnancy Increases BDNF Levels and Cell Numbers in the Hippocampal Formation but Not in the Cerebral Cortex of Adult Rat Offspring. **Journal Plos One**, França, 11(1): e0147200, 2016. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0147200>. Acesso em 11 abr. 2016, 12h48.

SILVA, Sérgio G.; ARIDA, Ricardo M. Physical activity and brain development. Inglaterra, **Expert Rev. Neurother**. Early online, 1–11, 2015. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1586/14737175.2015.1077115?journalCode=iern20>. Acesso em 11 abr. 2016, 16h10.

SILVA, Sérgio G.; DONÁ, Flávia; FERNANDES, Maria J. S.; SCORZA, Fulvio A.; CAVALHEIRO, Esper A.; ARIDA, Ricardo M.. Physical exercise during the adolescent period of life increases hippocampal parvalbumin expression. Japão, **Brain and Development**, Volume 32, Issue 2, Pages 137–142, 2010. Disponível em: [http://www.brainanddevelopment.com/article/S0387-7604\(08\)00298-2/fulltext](http://www.brainanddevelopment.com/article/S0387-7604(08)00298-2/fulltext). Acesso em 11 abr. 2016, 15h11.

SILVERTHORN, Dee U.. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.