



O método Life Kinetik® sob a perspectiva das neurociências e educação: uma análise teórica

Julian Tejada

Heike Schmitz

André Faro

Universidade Federal de Sergipe

Resumo

Métodos que combinam atividades motoras com atividades cognitivas sob o princípio de desafiar ao cérebro constantemente com novas combinações de atividades, aumentando permanentemente o seu grau de dificuldade, porém, sem exigir um domínio na execução, mostram-se promissores para o processo de ensino e aprendizagem. Um exemplo é o método do Life Kinetik (LK), desenvolvido por Lutz (2014). No presente estudo, objetivou-se, com base na literatura da área neurocientífica, analisar se os processos que ocorrem no cérebro, atribuídos ao fenômeno da aprendizagem, poderiam ser estimulados por esse método. Os resultados desse estudo mostraram que pesquisas, na área das neurociências, revelam que os processos de plasticidade cerebral que medeiam os processos de aprendizagem são potencializados mediante atividades que incluam três fatores-chave: desafio, variedade e não-perfeição, sendo que esses são considerados metodologia essencial do Life Kinetik.

Palavras-chave: Aprendizagem. Life Kinetik. Neuroplasticidade.

The method Life Kinetik® from the point of view of neuroscience and education: a theoretical analysis

Abstract

Methods that combine motor activities with cognitive activities under the principle of constantly challenging the brain with new combinations of activities, permanently increasing their degree of difficulty, but without requiring a mastery in the execution, are promising for the teaching and learning process. An example is the Life Kinetik method, developed by Lutz (2014). In the present study, the objective was to analyze, based on the neuroscientific literature, whether the processes that occur in the brain, attributed to the learning phenomenon, could be stimulated by this method. The results of this study show that neuroscience research reveals that brain plasticity processes that mediate learning processes are potentialized through activities that include three key factors: challenge, variety and non-perfection, which are considered essential methodology of Life Kinetik. Finally, due to easy application and its potential to optimize teaching-learning processes, is recommend an empirical evaluation of this method, especially in school environments. Keywords: Learning. Life Kinetik. Neuroplasticity.

El método LifeKinetik® desde la perspectiva de las neurociencias y la educación: un análisis teórico

Resumen

Los métodos que combinan actividades motoras con actividades cognitivas sobre el principio de desafiar constantemente el cerebro con nuevas combinaciones de actividades, aumentando permanentemente su grado de dificultad, pero sin exigir un dominio en la ejecución, se muestran promisorios para el proceso de enseñanza aprendizaje. Un ejemplo es el método de LifeKinetik, desarrollado por Lutz (2014). En el presente estudio, se objetivó, con base en la literatura del área neurocientífica, analizar si los procesos que ocurren en el cerebro, atribuidos al fenómeno del aprendizaje, podrían ser estimulados por ese método. Los resultados de este estudio mostraron que las investigaciones en el área de las neurociencias revelan que los procesos de plasticidad cerebral que intermedian los procesos de aprendizaje se potencian mediante actividades que incluyan los siguientes tres factores: desafío, variedad y no perfección, siendo que esos factores son considerados esenciales en la metodología del LifeKinetik. Palabras clave: Aprendizaje. Life Kinetik. Neuroplasticidad.

128

Introdução

O atual Plano Nacional de Educação do Brasil (PNE/2014) estabeleceu a meta de alcançar média nacional (meta 7), até o ano 2021, de um Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) de 6,0 nos anos iniciais e 5,5 nos anos finais do Ensino Fundamental e 5,2 no Ensino Médio. Isso implica, além do aumento das taxas de matrícula e aprovação, também a melhoria do desempenho escolar dos alunos, pois são esses os indicadores que compõem o Ideb (BRASIL, 2014).

Na comparação internacional, os alunos brasileiros, participantes do *Program for International Student Assessment* (PISA), alcançaram, no ano 2015, uma pontuação de 407 em leitura, 377 em matemática e 401 em ciências. Com esse resultado, o Brasil ainda está aquém da média de países da OCDE (OCDE, 2015). O PNE/2014 também se refere, explicitamente, a essa comparação internacional, propondo, para alcançar a meta 7 do Plano, a estratégia 7.11 como passo para otimização do desempenho dos alunos,



bem como estabeleceu o objetivo de alcançar, até 2021, uma média dos resultados em matemática, leitura e ciência de 473 (BRASIL, 2014).

A busca por estratégias inovadoras para melhorar o processo de aprendizagem é, então, desejável. A aprendizagem, contudo, é um fenômeno complexo. Ela abrange processos adaptativos, nos quais se definem quais acontecimentos merecem (ou não) uma atenção especial (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2012), além de permitir identificar regularidades em torno das coisas que são apreciadas ou não, das coisas que são realizadas ou não e suas consequências. Ademais, inclui processos que, habitualmente, são associados à transmissão de conhecimento que acontecem, corriqueiramente, em sala de aula (CARLSON, 2012).

Intuitivamente, percebe-se que alguns dos processos acima mencionados podem ser rápidos, mas outros, parecem requerer esforço e podem, conseqüentemente, ser mais lentos. Partindo da premissa de que os processos mentais podem ser equiparados aos processos cerebrais, ou seja, envolvem algum tipo de alteração na expressão genética ou no comportamento de neurônios ou redes de neurônios, torna-se aceitável pressupor que alguns processos são mais demorados porque envolvem mudanças duradouras no cérebro. Em outras palavras, alguns processos exigem mais tempo já que são responsáveis pela consolidação da memória de um conceito ou uma tarefa, enquanto, em outros casos, ocorrem processos rápidos que, sequer, provocam mudanças duradouras no cérebro (CARLSON, 2012; KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2012).

A neurociência que, entre muitos outros objetivos, procura investigar como utilizar da melhor forma o potencial do cérebro, busca respostas a respeito da maneira como essas mudanças podem ser fortalecidas. Os conhecimentos neurocientíficos, por sua vez, influenciam teorias da aprendizagem, conseqüentemente, as concepções pedagógicas, conforme apontado, por exemplo, pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2012).

Há estudos de caso no âmbito educacional que revelaram resultados notáveis quando envolve processos cerebrais responsáveis pela aprendizagem associada a tarefas motoras e cognitivas simultaneamente (GRÜNKE, 2011). Desafiar, constantemente, o cérebro com tarefas motoras e cognitivas, com as quais ele, nessa combinação, nunca teve de lidar antes e, ao mesmo tempo,

130

umentar constantemente o grau da complexidade, contudo, sem exigir que se alcance a perfeição na sua execução, faz com que o cérebro procure novas maneiras de (re)agir e forme novas ligações cerebrais que possam ser aproveitadas, posteriormente, em ações da vida cotidiana.

Diante disso, objetivou-se, neste estudo, analisar se os processos que ocorrem no cérebro, atribuídos ao fenômeno da aprendizagem poderiam ser estimulados por um método baseado na combinação de três fatores-chaves: desafio, variedade e não-perfeição. Para tanto, foi realizado um estudo bibliográfico da literatura científica da área de neurociências na busca por respostas para a seguinte pergunta: Como aconteceria a aprendizagem (cognitiva) por meio de um método que combina o desafio, a variedade e a não-perfeição?

O presente trabalho se divide em cinco seções, além desta introdução. Na primeira seção, são abordados, a partir do ponto de vista das neurociências, o conceito de aprendizagem, na busca por identificar argumentos a favor da plausibilidade e dos benefícios esperados de um método que combina tarefas motoras e cognitivas, constantemente alterados para manter o grau desafiador, sem precisar alcançar o domínio delas. Na segunda seção, é analisado um método chamado Life Kinetik®, que propõe unir tais elementos básicos no processo da aprendizagem. Abordam-se, brevemente, alguns de seus exercícios, escolhidos pelo critério da fácil aplicabilidade também no âmbito escolar. Na terceira seção, será discutida a proposta do método frente ao funcionamento do cérebro e sua relação com o conceito de aprendizagem. São apresentados, na quarta seção, resultados de pesquisas sobre efeitos do método, realizados em âmbito escolar, cujos pesquisadores aplicaram Life Kinetik® com crianças para verificar sua eficácia no processo da aprendizagem. Finaliza-se este estudo, na quinta seção, com algumas considerações finais particularmente voltadas à aplicação experimental, com fins científicos, do método no contexto escolar.

Aprendizagem

Utiliza-se, em diversas situações cotidianas a palavra 'aprender'. Aprende-se a andar de bicicleta, a jogar vôlei ou a falar uma língua estrangeira, mas também fala-se em aprender a se acalmar e relaxar. Isso significa que não apenas as pessoas se comportam instintivamente, mas também são



capazes de ampliar as opções de comportamento e ação por meio de uma aprendizagem, seja ela consciente ou inconsciente.

É possível compreender, de acordo com uma definição geral de Kaiser e Kaiser (1994, p. 75), o ato de aprender como uma “[...] aquisição relativamente duradora de uma nova capacidade, habilidade ou atitude ou de uma mudança de uma capacidade já existente”. Por serem as capacidades do ser humano não apenas resultado de um processo de sua maturação natural, é correto dizer que o ser humano não apenas é capaz de aprender, mas também precisa aprender. Ele precisa desenvolver, por meio de aprendizagem, sua inata disposição fisiológica.

Do ponto de vista das neurociências, a aprendizagem é a maneira como as experiências mudam o sistema nervoso, conseqüentemente, o comportamento das pessoas (CARLSON, 2012; KANDEL, SCHWARTZ; JESSELL, 2012). Nos estudos podem ser identificados, pelo menos, quatro diferentes tipos de aprendizagem: não-associativa, associativa, motora e relacional. A seguir, são abordadas as peculiaridades de cada tipo.

Aprendizagem associativa

131

A aprendizagem associativa permite que estímulos aparentemente não importantes possam adquirir a mesma relevância de estímulos vitais, na medida em que também predigam o que pode acontecer. Um estímulo neutro, como, por exemplo, o nome do namorado ou da namorada, pode evocar na pessoa uma série de sentimentos. A aprendizagem associativa permite prever coisas agradáveis, como também é útil para se lembrar de coisas desagradáveis, como, por exemplo, nunca mais voltar a comer o alimento que provocou um mal-estar.

A aprendizagem não-associativa, que lida com repetições simultâneas dos estímulos, não provoca mudanças duradouras no cérebro, mas a aprendizagem associativa, que lida com repetições que não são sempre simultâneas e as quais também não necessariamente acontecem num curto espaço de tempo, requer tais mudanças. Esse tipo de aprendizagem precisa de algum mecanismo que seja mais duradouro, ou seja, que permita o armazenamento das associações e a construção de algum tipo de memória (MATTFELD; STARK, 2015; THOMPSON, 1988).

Ao falar em mudanças de neurônios, faz-se necessário introduzir alguns conceitos relacionados ao seu funcionamento. Os neurônios são um dos dois tipos de células nervosas que compõem o cérebro. O comportamento do cérebro depende das funções dessas células nervosas, pois, delas provém um controle apropriado das ações. Como qualquer outro tipo de célula, seu funcionamento depende da correta expressão do código genético, isto é, das informações contidas no genoma que determinam a expressão de proteínas. Pode-se dizer que as proteínas são como tijolos que compõem qualquer célula. Desses tijolos depende o funcionamento de uma célula. Isso também vale para neurônios. A função do neurônio depende das proteínas das quais ela se compõe. A produção desses "tijolos" acontece no próprio neurônio, sendo que uns só são produzidos em estágios de desenvolvimento específicos, enquanto outros são desenvolvidos ao longo de toda a vida da célula.

A metáfora dos tijolos permite esclarecer o tempo que os dois tipos de aprendizagem, discutidos anteriormente, precisam. Na aprendizagem não-associativa, os neurônios devem possuir um estoque suficiente de tijolos, os quais serão usados e reutilizados sempre que for necessário, sem que seja preciso, para manter na metáfora, cozer novos tijolos. Já na aprendizagem associativa, quando os neurônios precisam codificar novas informações, eles podem requerer de novos tijolos, que devem ser fornecidos sob demanda, o que leva um tempo maior.

Nos dois tipos de aprendizagem até agora mencionados, analisam-se processos centrados no neurônio; mas os neurônios não agem sozinhos. Eles são como unidades de processamento que reagem diante da informação que recebem. Nesse sentido, para poder descrever apropriadamente o papel que um neurônio desempenha na aprendizagem, é preciso levar em consideração a sua interação com outros neurônios.

Na aprendizagem associativa aqui descrita, o indivíduo é um receptor passivo de informações. Ele só precisa ficar atento às relações entre os estímulos para identificar quais delas são preditores dos outros. Esse tipo de aprendizagem foi descrito pelos psicólogos como condicionamento clássico ou pavloviano (CATANIA, 1999), mas não é o único tipo de aprendizagem associativa.

Existe outro em que se associam as ações do indivíduo com as consequências que elas provocam, gerando um tipo diferente de associação. Nesse



tipo de aprendizagem associativa, chamado de condicionamento operante (CATANIA, 1999), a pessoa aprende não só a prever o que pode acontecer depois de perceber um determinado estímulo, mas também o que acontece depois de haver realizado alguma ação ou ter mostrado algum comportamento. Ela aprende que algumas ações trazem consequências desejáveis enquanto outras não, e geralmente repete aquelas coisas que permitem obter as consequências que deseja e evita realizar aquelas coisas que trouxeram consequências ruins. Esse tipo de aprendizagem pode parecer simples, mas requer uma série de condições para que possa ser levada a cabo. Por exemplo, ela requer a capacidade de distinguir entre o que é ou não desejável, como também da capacidade de realizar uma determinada ação de tal maneira que se obtenha a consequência desejada.

O behaviorismo descreveu essa situação como a tríplice contingência. Chama-se tríplice por descrever a relação entre três aspectos, isto é, o contexto, o determinado comportamento que nele acontece e a consequência provocada por ele (CATANIA, 1999). Porém, do ponto de vista das neurociências a respeito dessa aprendizagem, é preciso levar em consideração mais que três elementos.

Uma lista não exaustiva dos elementos que estão em jogo no condicionamento operante deverá incluir seis sistemas: perceptivo, atencional, de detecção de recompensas ou ameaças, motor, associativo e de memória. O primeiro sistema, o perceptivo, deve ser capaz de detectar estímulos, de maneira similar a como foi descrito na aprendizagem não-associativa, e como efetivamente é feito pelos nossos cinco sentidos (visão, tato, olfato, paladar e audição). O segundo sistema, o atencional, deve filtrar as informações sensoriais permitindo focar a nossa atenção. O terceiro, como seu nome o indica, deve detectar recompensas ou ameaças. O quarto é um sistema que seja capaz de emitir ações motoras e o quinto outro sistema que associa uma determinada ação a uma dada consequência. Finalmente, o sexto seria um sistema que permite armazenar e recuperar essas informações sempre que necessário.

É possível observar que alguns dos elementos descritos na lista anterior também estão presentes nos outros tipos de aprendizagem: a aprendizagem não-associativa e o condicionamento pavloviano. Por exemplo, os sistemas perceptuais capazes de filtrar informações sensoriais estão presentes tanto na aprendizagem não-associativa, quanto na pavloviana; no entanto, no caso do

condicionamento pavloviano, além disso, também são necessários os sistemas de associação e de memória.

Essa constante reciclagem de processos ou funções é uma característica fundamental dos sistemas biológicos. No cérebro, a aprendizagem associativa se baseia em funções também utilizadas pela aprendizagem não-associativa, por conseguinte, é plausível supor que a medida que a aprendizagem se torna mais complexa, mais tempo precisa para o correto desenvolvimento de cada um dos processos envolvidos, sendo, então, maiores as mudanças que acontecem no nosso cérebro.

Aprendizagem motora

O terceiro tipo de aprendizagem é a aprendizagem motora. Ela está relacionada à capacidade de aprender procedimentos. Uma vez aprendidos, executam-se esses procedimentos com a maior naturalidade e quase sem esforço, como quando, por exemplo, se anda de bicicleta ou se dirige um carro.

134 Essas tarefas, no início, se apresentam desafiadoras e requerem toda a atenção para não cair da bicicleta ou não deixar morrer o carro no sinal do trânsito. Porém, uma vez alcançada certa destreza, o grau de atenção exigida diminui e pode-se até fazer coisas que antes eram muito difíceis, como, por exemplo, admirar o panorama da natureza enquanto se pedala ou se fala com alguém no carro enquanto se dirige.

Grosso modo, pode-se dizer que a aprendizagem motora está intimamente relacionada à aprendizagem associativa. Isso vale especificamente para o condicionamento operante, pois é, por meio da relação entre comportamentos e consequências que se aprende que, para não deixar morrer o carro quando se está esperando no semáforo deve-se pisar na embreagem, pois, quando se esquece, o carro simplesmente morre no sinal.

Ambos os tipos de aprendizagem compartilham processos e estruturas, porém as áreas do cérebro, envolvidas no processo de armazenamento da aprendizagem motora, são diferentes das áreas envolvidas no armazenamento de outro tipo de informação, pois o cérebro armazena em regiões diferentes aquelas informações de fatos ou eventos que aconteceram na vida de alguém e as informações de ações motoras (CARLSON, 2012). A separação do



armazenamento é importante para que todas as informações guardadas por meio da aprendizagem motora possam ser rapidamente acessadas e recuperadas, sem que seja preciso qualquer juízo consciente. É justamente por isso que o cérebro as separa do armazenamento de fatos.

Essa separação, de certa maneira, está relacionada à quantidade de atenção que cada uma dessas lembranças requer para alcançar seu objetivo. Por exemplo, quando se está andando de bicicleta e alguém atravessa o caminho, a reação de apertar o freio precisa ser a mais rápida possível e deve suspender qualquer procedimento de avaliação consciente. Uma vez que, se esperasse o resultado de uma identificação correta do obstáculo e da avaliação consciente da consequência, terminaria chocando-se com aquilo que cruzou nosso caminho.

Aprendizagem relacional

Ainda resta descrever outro tipo de aprendizagem, isto é, a aprendizagem relacional. Esse tipo é o mais complexo. Ele envolve a relação entre estímulos perceptivos e outros estímulos ou eventos, como também a relação entre estímulos perceptivos e a representação abstrata dos mesmos. Em outras palavras, as nossas próprias experiências prévias podem determinar a maneira como se reage diante de um estímulo, independente de eles serem estímulos externos ou, simplesmente, pensamentos nossos. Por exemplo, ao imaginar um tamarindo, sente-se a boca seca. A resposta depende da experiência anterior. Alguém, porém, que, por acaso, nunca tenha experimentado um tamarindo antes, pode achar muito estranha a ideia de que a simples menção a essa palavra possa secar a boca.

A aprendizagem relacional é a mais complexa de todos os tipos de aprendizagem, justamente porque envolve diversas áreas do cérebro. No exemplo anterior, o estímulo visual (imagem do tamarindo) ativa uma área do cérebro encarregada de processar informação gustativa (córtex gustativo primário). Ao mesmo tempo que esse estímulo faz evocar um tamarindo, serão ativadas áreas do córtex visual, muito provavelmente áreas que também são encarregadas pelo processamento das emoções (o sistema límbico), pois dificilmente uma lembrança não tem algum tipo de conteúdo emocional.

Essa interação é mediada por áreas do cérebro que são chamadas áreas associativas. Elas servem como ponte para interligar as informações vindas das áreas específicas do processamento sensorial e das áreas motoras. A orquestração de todas essas áreas exige tempo, a fim de que possam ser criadas as conexões que permitirão a apropriada ativação que traga de volta uma determinada lembrança num contexto particular.

Aqui, vale descrever, brevemente, os dois principais tipos de memória: a procedural e a episódica (CARLSON, 2012). A memória episódica, como o seu nome indica, está relacionada a fatos ou acontecimentos que ocorreram na vida do indivíduo, já a procedural está ligada a procedimentos que o indivíduo aprendeu ao longo da sua vida. No que diz respeito à memória, nas neurociências ainda não foi possível identificar onde o cérebro armazena uma determinada lembrança (JACOBSON, 2015; MAYES; ROBERTS, 2001).

Sabe-se que existem esses tipos de memória por meio de pesquisas realizadas com pacientes que sofrem de algum tipo de amnésia. Esses estudos sobre os processos de formação e consolidação da memória têm mostrado que os pacientes, apesar de não conseguirem lembrar que já fizeram previamente uma determinada tarefa motora, apresentam a mesma melhora no desempenho que se observa quando a mesma tarefa é realizada repetidamente por alguém com a sua memória intacta (MAYES; ROBERTS, 2001). Do ponto de vista das neurociências, ainda são desconhecidos todos os detalhes que esse processo envolve, mas é possível afirmar que essas conexões que, em última instância, representariam as nossas lembranças como um arranjo específico de ativação de uma rede de neurônios, estão mediadas por dois processos fundamentais: potenciação a longo prazo (LTP, na sua sigla em inglês) e depressão de longa duração (LTD, na sua sigla em inglês).

Quanto à LTP e a LTD, trata-se de mecanismos por meio dos quais a conexão, a atividade síncrona entre neurônios, ou se fortalece ou se debilita. Isso depende de que forma ocorreu a ativação. Para esclarecer esse fenômeno, é preciso descrever o funcionamento de neurônios e a interligação entre eles.

Um neurônio se compõe pelos seguintes elementos: um núcleo, um axônio e vários dendritos. Os dendritos, são, metaforicamente falando, os ouvidos do neurônio. Eles recebem informações vindas de outros neurônios e levam essa informação para o soma ou núcleo do neurônio. Quando o soma recebe uma determinada quantidade de estimulação, ele envia um impulso nervoso



pelo axônio. Na extremidade do axônio, ou seja, onde ele faz contato com outros neurônios, há pequenas protuberâncias chamadas de sinapses. Essas sinapses recobrem uma pequena fenda que há entre os dois neurônios e permitem um intercâmbio controlado das substâncias químicas que os neurônios utilizam para transmitir informações: os neurotransmissores. Dessa maneira, quando o impulso nervoso, vindo do núcleo através do axônio, atinge as sinapses, uma determinada quantidade de um neurotransmissor é liberada e, posteriormente, detectada pelo neurônio pós-sináptico, que é o neurônio que recebe e interpreta o sinal, vindo de um anterior. Em outras palavras, o estímulo passa por meio de sinapses de um axônio para o dendrito do neurônio.

Quando um neurônio envia um sinal forte e repetido para outro neurônio, as sinapses que estabelecem o contato se fortalecem. Isso descreve o LTP. Porém, quando um neurônio envia um sinal persistente, mesmo que fraco, é possível que as sinapses enfraqueçam. Isso descreve o LTD (MAYES; ROBERTS, 2001). Os dois fenômenos estão intimamente ligados à criação e consolidação das memórias, tanto episódicas quanto motoras, pois se acredita que o cérebro armazena informações a partir de padrões de ativação de uma determinada rede de neurônios. Logo, o enfraquecimento ou o fortalecimento das conexões entre neurônios pode ser o responsável por codificar um determinado conceito ou lembrança.

Nesta seção, foram expostos todos os elementos considerados necessários para contextualizar o funcionamento do método Life Kinetik® com base numa perspectiva neurocientífica. Foram descritos os processos que acontecem no cérebro quando se começa a aprender uma determinada tarefa, mas, na procura de uma explicação neurobiológica do Life Kinetik®, é necessário aprofundar um pouco mais esses processos, especificamente os da aprendizagem motora.

A proposta do Life Kinetik®

O método foi desenvolvido pelo alemão Horst Lutz, professor de educação física. Lutz atuou como docente para diferentes organizações (por exemplo, a Federação de técnicos de futebol alemães), além de empresas, instituições de ensino técnico-profissional e para Câmara de Indústria e Comércio Alemã (LIFE KINETIK, 2017).

A proposta de Lutz em relação ao Life Kinetik foi motivada pela experiência própria de sentir dificuldade ao mudar rapidamente de um movimento não acostumado para outro movimento, até então, não exercitado. Em face de tal situação, questionou-se por que se sente tal dificuldade, mesmo tendo um bom condicionamento físico e boas habilidades de coordenação e queria compreender por que a prática e concentração permitem superar essa dificuldade. Para isso, ele buscou por pesquisas recentes da área das neurociências para se aproximar do fenômeno.

Conforme os resultados obtidos por pesquisas em diversas áreas, como, por exemplo, neurociências, cognição e educação física (BECK, 2005; BECK; BECKMANN, 2009a; HELSTRUP; HAGHFELT, 1998; REY, 2006 apud LUTZ), Lutz configurou um método de treinamento que combina, na sua execução, a novidade da tarefa motora e a exigência de concentração elevada e de percepção, por exemplo, de percepção visual. Então, no método, se vinculam três componentes principais, isto é, a formação do controle do corpo flexível (ou seja, o movimento), a formação do sistema visual (ou seja, a percepção) e a formação da memória de trabalho (LUTZ; NEUREUTHER, 2013).

138 Com a combinação desses três elementos, configuram exercícios com um grau de dificuldade propositalmente alto para que eles desafiem o cérebro. Pressupõe-se, com isso, que a) o cérebro procura novas estratégias para lidar com essas tarefas desafiadoras, e assim, fortalecer ou formar novas redes cerebrais/de neurônios e que b) justamente, essas redes cerebrais posteriormente permitirão, por exemplo, realizar movimentos mais rapidamente, combinar certos movimentos, melhorar a percepção e a avaliação de distâncias, e podem, dessa forma, ajudar a fazer melhor certas coisas na vida cotidiana.

Aconselha-se um treinamento de 30 a 60 minutos. Esse se compõe por uma breve fase de preparação, uma fase de exercícios e uma fase de consolidação no final. Entre os exercícios, estabelecem-se intervalos de duração de três a cinco minutos, a cada 10 ou 15 minutos. Após cada intervalo, se inicia um novo exercício. Começa-se com exercícios leves, evoluindo-se para exercícios mais difíceis.

Existem inúmeras variantes de exercícios. Eles podem ser distinguidos em exercícios que trabalham o princípio de movimentos de pernas e braços do mesmo lado (exercício equilátero ou lateral) ou do lado oposto (exercício sobreposto). Por exemplo, estar em pé, movimentar a perna direita e o braço



direito estendidos para frente ou movimentar a perna direita ao mesmo tempo que o braço esquerdo.

Se sempre combinar um movimento de braços, como, por exemplo, estender para cima, para frente para trás para lado e tocar no ombro, com um movimento de perna, como, por exemplo, estender para frente, para trás, para lado, flexionar para frente acima ou ao lado e da parte inferior da coxa para trás, é possível a elaboração de um alto número de exercícios diferentes.

Outro tipo de exercício combina movimentos com direções. Isso pode envolver o corpo todo (andando ou correndo) ou apenas a parte superior (sentado ou em pé). O anúncio do movimento e da direção ocorre a partir de um parceiro ou membro do grupo. Quanto mais rápido acontece a mudança de direção, melhor o efeito.

A combinação dessas tarefas motoras com tarefas cognitivas ocorre quando se define para determinada ação um determinado código. Por exemplo, estabelece-se um número para cada movimento: (1) movimento para frente e a mão direita joga uma bolinha para cima; (2) movimento para trás e a mão esquerda joga a bolinha para cima; (3) movimento para esquerda e ambas as mãos jogam para cima; (4) movimento para direita e a bola é segurada com ambas as mãos. Assim, o educador ou alguém do grupo apenas anuncia o número para que os demais realizem o movimento a ele associado.

O método pressupõe estimular a aprendizagem pela variedade e alteração, e não pela repetição. Ressalta-se aqui que se faz necessário trocar os exercícios antes que sua execução se torne rotineira, mesmo que o indivíduo não ainda domine o exercício, pois o que estimula o cérebro é o desafio do “novo” e não a execução perfeita e dominância de um exercício (LUTZ, 2014; LUTZ; NEUREUTHER, 2013).

O método foi aplicado diretamente com atletas de elite, como, por exemplo, o esquiador alpinista, Feliz Neureuther, com a equipe de futebol de Borussia Dortmund, mas também com colaboradores de empresas como, por exemplo, a Daimler AG. Ademais, instituições de ensino (escolas e creches) têm recorrendo a esse método (LIFE KINETIK, 2017; LUTZ, NEUREUTHER, 2013).

Considerando a proposta do Life Kinetik® e a intenção do presente estudo, cabe levantar a seguinte pergunta: por que os exercícios propostos pelo Life Kinetik® poderiam ajudar na aprendizagem, não só motora, mas também cognitiva?

Life Kinetik® e o funcionamento do cérebro

O tipo de tarefas feitas pelo Life Kinetik® envolve áreas de reconhecimento visual no lobo occipital; áreas de reconhecimento de cor e velocidade também no lobo occipital; áreas de reconhecimento de formas no lobo temporal; áreas de processamento de informações verbais (área de Wernicke), também no lobo temporal; áreas de localização de objetos no lobo parietal; áreas de controle e execução de movimentos (área motora suplementar, córtex pré-motor e o córtex motor primário) no lobo frontal; e áreas associativas no lobo parietal e temporal. Em resumo, as tarefas propostas, no método de treinamento Life Kinetik®, podem envolver a ativação de todo o córtex, visto que todos seus lobos estão sendo ativados.

A aprendizagem de uma tarefa motora envolve três importantes áreas do cérebro no planejamento e execução dos movimentos voluntários: a área motora suplementar, o córtex pré-motor e o córtex motor primário (ROTH; WOHLISCHLÄGER; BEKKERING; WOODS; DUBEAU; MAZZIOTTA; IACOBONI, 1996). Pressupõe-se que a área motora suplementar e o córtex pré-motor estejam envolvidos no controle da postura e no controle de movimentos que requerem as duas mãos, por exemplo, quando se imitam os movimentos de outras pessoas (KOSKI; WOHLISCHLÄGER; BEKKERING; WOODS; DUBEAU; MAZZIOTTA; IACOBONI, 2002). Já o córtex motor primário está relacionado à execução dos movimentos. Ele está dividido por regiões que controlam partes específicas do corpo (CARLSON, 2012). Essas três regiões estão fortemente conectadas por meio de fibras de axônios que vão da área motora suplementar e o córtex pré-motor para o córtex motor primário. Muitas dessas conexões estão sendo constantemente inibidas e é apenas, nos processos de aprendizagem de uma tarefa motora, que essas conexões começam a apresentar padrões de ativação capazes de provocar LTD ou LTP.

Esses processos de LTP e LTD criam conexões ou fortalecem as conexões já existentes entre essas três áreas, recrutando neurônios para trabalhar na mesma tarefa (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2012). Esse recrutamento de neurônios faz com que a região do córtex motor primário – previamente destinada para o controle dos movimentos de uma determinada parte do corpo, como, por exemplo, a região destinada ao controle das mãos –, aumente temporariamente de tamanho. O mesmo acontece na área motora suplementar. O córtex pré-motor recruta mais neurônios para o seu correto desempenho



e isso leva a uma expansão das suas fronteiras. Em outras palavras, as partes cerebrais começam a se expandir à medida que a tarefa em questão demanda novos neurônios.

Essa ampliação não se restringe unicamente às áreas acima mencionadas. Uma tarefa que requer a coordenação viso-motora pode ativar mais de 29 áreas visuais do nosso cérebro (RAMACHANDRAN, 2014), sem contar as áreas motoras e sensoriais que também podem estar simultaneamente ativas. Contudo, esse aumento no número de neurônios ou das conexões entre eles, como resultado da aprendizagem de uma tarefa motora, diminui quando a tarefa está sendo executada repetitivamente de forma correta. Com a prática, se adquire destreza e, à medida que a tarefa deixa de ser desafiadora, menos áreas do cérebro precisam ser envolvidas (UNGERLEIDER; DOYON; KARNI 2002).

As legiões de neurônios que previamente foram recrutadas para trabalhar nessa tarefa agora são liberadas para outras funções. Isso faz com que a área motora suplementar, o córtex pré-motor e da região que representa, por exemplo, as mãos, no córtex motor primário, sejam reduzidas e voltem ao tamanho próximo do original. Assim, o cérebro garante a execução de tarefas de forma eficiente, ou seja, ele organiza o orçamento de energia e só investe onde é necessário.

Conforme exposto até o momento, parece plausível pensar que Life Kinetik® incrementa a atividade cerebral, melhora as destrezas motoras e também o foco de nossa atenção, mas parece também plausível que esse método influencia a aprendizagem de outras tarefas, não necessariamente motoras, como consequência de processos fisiológicos que acontecem quando se faz exercício. Estudos com ratos e camundongos têm mostrado que, quando são colocados estímulos novos dentro do habitat desses animais, há um aumento considerável no seu desempenho em tarefas de aprendizado e memória (SIMPSON; KELLY, 2011). Esses estímulos enriquecem o ambiente do animal, estimulam seus diferentes sentidos, com cores e cheiros diferentes, consequentemente, estimulam distintas regiões do cérebro.

Entre todos os objetos que podem ser introduzidos no habitat dos animais, existe uma categoria de especial atenção: que são aquelas que podem estimular atividades físicas, como, por exemplo, uma roda de corrida numa gaiola de ratos ou camundongos. Estudos têm mostrado que a atividade física

(voluntária ou não) estimula a criação de novos neurônios (neurogênese) numa região relacionada à formação das memórias: o hipocampo (VAN PRAAG; CHRISTIE; SEJNOWSKI; GAGE, 1999; VAN PRAAG; SHUBERT; ZHAO; GAGE, 2005; PEREIRA; HUDDLESTON; BRICKMAN; SOSUNOV; HEN; MCKHANN; SLOAN; GAGE; BROWN; SMALL, 2007; CARLSON, 2012). Esse aumento de novos neurônios pode acontecer mesmo em animais adultos, aumentando sua capacidade de aprendizagem quando comparados com animais da mesma idade, mas sem acesso a uma roda de atividade (VAN PRAAG; SHUBERT; ZHAO; GAGE, 2005).

O aumento na neurogênese se apresenta também em seres humanos. Estudos de ressonância magnética funcional têm mostrado que grupos de indivíduos que fazem exercício físico apresentam maior atividade na região do hipocampo chamada de giro denteado (PEREIRA; HUDDLESTON; BRICKMAN; SOSUNOV; HEN; MCKHANN; SLOAN; GAGE; BROWN; SMALL, 2007). Esses estudos apontam para dois fatores que podem influenciar positivamente a aprendizagem: o enriquecimento ambiental e o exercício (VAN PRAAG; SHUBERT; ZHAO; GAGE, 2005, PEREIRA; HUDDLESTON; BRICKMAN; SOSUNOV; HEN; MCKHANN; SLOAN; GAGE; BROWN; SMALL, 2007), que também são aspectos inerentes ao Life Kinetik®, pois, ao utilizar objetos coloridos de formas diferentes, ou mesmo ao utilizar o nosso próprio corpo de forma diferente, o Life Kinetik® enriquece o ambiente perceptual, ao mesmo tempo que obriga a realização de atividade física, estimulando a memória e a aprendizagem.

142

Pesquisas sobre efeitos do Life Kinetik® em âmbito escolar

É importante ressaltar que o acompanhamento científico do método Life Kinetik® ainda está no início. Por esse motivo, em seguida apenas são apresentadas as pesquisas às quais Lutz (2014) se refere no seu livro. Tais estudos foram selecionados pelo fato de terem sido investigados os resultados do Life Kinetik® em âmbito escolar.

Na Universidade de Colônia (Alemanha) foi realizado, sob coordenação de Matthias Grünke (2011), um estudo de caso com 34 alunos na idade de 9 a 12 anos que apresentam graves dificuldades de aprendizagem e que estudaram numa escola especializada para alunos com esse perfil. Trata-se



de crianças que demandam um tempo maior para aprender, que apresentam dificuldades de interiorizar conteúdos e de transferi-los a novas situações. Elas tendem a percorrer certos níveis de competências em determinadas áreas de modo mais lento que outras crianças.

Usualmente, se lida com essas dificuldades de aprendizagem por meio da aplicação de técnicas que se direcionam à identificação do nível de competência de cada aluno e, com isso, transmite-se o conteúdo específico de que ele precisa para o próximo nível, como, por exemplo, na instrução direta, na instrução de estratégias ou na aprendizagem acompanhada por um tutor. Contudo, essas técnicas são exaustivas, tanto para o aluno, como para o professor/tutor; além disso, referem-se à aquisição de conteúdos específicos e relativamente isolados, como, por exemplo, determinadas operações matemáticas (GRÜNKE, 2011).

Grünke (2011) ressalta que conseguir influenciar positivamente a velocidade basal do tratamento de informações é um empreendimento bastante sofisticado, pois não se conseguiu comprovar efeitos positivos de métodos psicomotores, tais como exercícios de equilíbrio, de coordenação dinâmica ou de controle muscular. Entretanto, foi a característica principal do Life Kinetik® de exigir constantemente novos desafios psicomotores ou cognitivos por meio de exercícios de agilidade, combinados com exercícios de percepção e cognição, o que o autor a investigar seus benefícios, especificamente quando aplicado na educação especial.

Na pesquisa, Grünke (2011) trabalhou com dois grupos de alunos, dos quais um praticou Life Kinetik® três vezes por semana, por 25 minutos, como um treinamento complementar, enquanto os alunos do grupo controle realizaram atividades motoras e jogos tradicionais. O grupo controle levava informações à luz sobre o efeito de estratégias psicomotoras. Foram aplicados instrumentos imediatamente antes e depois da realização dos exercícios, sendo um para medir a inteligência fluída¹, e outro para medir a capacidade de atenção² (GRÜNKE, 2011). O aluno, no primeiro instrumento, recebeu quatro folhas nas quais se encontravam números em ordem aleatória e o aluno precisava interligar com uma caneta os números na ordem cronológica, num tempo estabelecido de 30 segundos por folha. Na avaliação da capacidade de atenção sob estresse por meio do segundo teste, os alunos receberam um papel com 14 linhas, cada linha composta por 47 elementos, nos quais eles, sob pressão de tempo, precisam marcar determinados símbolos e ignorar outros.

Na análise do desempenho de atenção sob estresse, foi observado um efeito de 0,52 no grupo dos alunos que praticava o Life Kinetik®, significando, assim, um aumento da atenção dos 6% em comparação com o grupo controle. Por meio do teste da influência fluída, detectou-se um efeito de 0,69, o que significava que o desempenho dos alunos triplicou (GRÜNKE, 2011).

Na pesquisa qualitativa sobre a influência do Life Kinetik® no desempenho cognitivo de alunos dos anos iniciais da escola, realizada por Christian Haas³ na Universidade de Augsburg, no Estado da Bavária, na Alemanha, em 2011, 20 de 42 alunos na idade de 9 a 10 anos participaram de um treinamento três vezes por semana, com 11 unidades entre 15 a 45 minutos. Os efeitos do treinamento no desempenho cognitivo foram verificados por meio de testes de avaliação educacional externa, aplicados no Estado da Bavária nos anos 2005 e 2006.

No estudo de Haas, o grupo que praticou o Life Kinetik® melhorou o seu desempenho entre os dois testes, com uma diferença de 44,74%. Isso revelou um aumento três vezes maior do que o grupo de controle, cuja diferença foi de apenas 15,28%. Houve melhora significativa especificamente nas tarefas que exigiam a aplicação das capacidades matemáticas em contextos complexos e em tarefas de articulação entre operações e processos. Além disso, no pré-teste, os resultados dos alunos, comparados com os resultados de uma avaliação estadual, eram abaixo da média dos alunos da Bavária, no pós-teste, os alunos conseguiram alcançar resultados acima da média (LUTZ, 2014)

Igualmente ao professor, no estágio probatório, Florian Feltes⁴, em 2011, analisou o efeito do Life Kinetik® no desempenho motor e cognitivo de crianças entre 11 e 12 anos, medido por um teste de coordenação corporal para crianças e por um sistema de teste em prol do aconselhamento escolar e educacional. Durante quatro semanas, foram praticados, em cada dia escolar, um exercício de aquecimento por um minuto e um treinamento de Life Kinetik® por mais cinco minutos. Após esse período, o desempenho motor havia melhorado por 16,56% (já corrigido pelo efeito de repetição de 1,84%) e o desempenho cognitivo por 15,3% (tirando o efeito da repetição de 1,1%). Destacou-se, especialmente, o aumento do desempenho da concentração, que chegou a 77,1% (LUTZ, 2014).



Considerações finais

Resultados como os das pesquisas acima mencionadas estimularam a curiosidade a respeito do motivo pelo qual um método de treinamento com tarefas motoras e cognitivas, caracterizada por serem variadas constantemente com um grau de desafio, que cresce continuamente sem exigir perfeição, pode trazer não apenas benefícios no desempenho motor, mas também no desempenho cognitivo. Vale salientar que, mesmo estando cientes de que não se permite a generalização de resultados obtidos por estudos de casos, particularmente quando se aplica em condições específicas, como no caso da pesquisa aplicada em uma escola de educação especial, consideramos os resultados acima apresentados como um estímulo para aprofundar mais a pesquisa nesta área.

Propôs-se aqui um estudo a respeito da literatura da área das neurociências para analisar se os processos que ocorrem no cérebro, atribuídos ao fenômeno da aprendizagem, poderiam ser estimulados por um método como o Life Kinetik®, caracterizado pela combinação destes três fatores-chaves: desafio, variedade e não-perfeição. Como resultados da investigação, constatou-se que, em relação à aprendizagem não associativa, associativa, motora e relacional, foi possível entender como processos cerebrais compartilham o mesmo substrato fisiológico e agem simultaneamente. A aprendizagem não associativa está presente em todo o momento de nossas vidas, filtrando estímulos, ao mesmo tempo que a aprendizagem associativa e a relacional está estabelecendo relações entre eles. Já a aprendizagem motora, todavia, é talvez a menos exigida corriqueiramente de todos os tipos de aprendizagem, em parte devido ao fato de que nem em todo momento se está aprendendo uma nova tarefa motora, e em parte por seu alto custo, em termos de tempo, atenção, esforço físico etc.

É justamente focando nas diferentes modalidades de aprendizagem que o Life Kinetik® age, estimulando a aprendizagem motora para, ao mesmo tempo, estimular também os outros tipos de aprendizagem associativa e relacional, aumentando deliberadamente a atividade cerebral. É precisamente esse aumento o que deixaria o cérebro num estado propenso à aprendizagem. Em termos fisiológicos, essa propensão para a aprendizagem estaria relacionada aos processos de potenciação a longo prazo (LTP), que estimulam a plasticidade neural e preparam os neurônios para a formação de novas conexões.

Esses processos, porém, não são instantâneos e é possível que, durante a sua duração, sejam afetados por outros processos contingentes.

Dessa maneira, é plausível pensar que pelo esforço requerido às mudanças que o Life Kinetik® desencadeiam continuam agindo horas após os exercícios, enquanto os alunos são confrontados com outros problemas vindos de outras disciplinas, o que permitiria uma melhora na aprendizagem.

Com base nesse conhecimento inicial, adquirido por meio de uma pesquisa bibliográfica, julga-se pertinente que sejam feitos maiores estudos a respeito da efetividade do método, desde estudos empíricos no Brasil a meta-análises. Espera-se que, com uma agenda de investigações diversificada, seja possível a aferição não só da eficácia do Life Kinetik®, mas, sobretudo, do montante de impacto que exercícios como os do Life Kinetik podem produzir na otimização de processos cognitivos relativos à aprendizagem.

Grünke (2011) aponta no que diz respeito ao acompanhamento científico do Life Kinetik®, por exemplo, a necessidade de aprofundar as pesquisas para identificar em que condições específicas o método poderá trazer o maior benefício, por exemplo, qual é a duração e a frequência nas quais o Life Kinetik® promete maior efeito. Além disso, julga-se necessário ainda analisar para que tipo de aluno o método provoca maior impacto e, diante do fato de que os livros publicados sobre Life Kinetik® predominantemente são orientados a aplicação prática do método, existe a demanda por pesquisa básica, ou seja, uma pesquisa que forneça ou analise o fundamento teórico do método.

No que diz respeito à educação escolar, já se pode chegar a conclusões se a aplicação de métodos, como o do Life Kinetik®, é recomendável ou não? Atores do âmbito político educacional ou do âmbito escolar, carregados com a competência de tomada de decisão, podem se sentir convencidos a implementá-los na proposta da educação escolar?

Faltam ainda evidências científicas mais bem fundamentadas. No entanto, devido ao fato de que a operacionalização desse tipo de método pode ser realizada em espaços abertos ou fechados e, a depender do tamanho do grupo de participantes, também em espaços de tamanho reduzido, e nem precisa, em primeiro momento, ferramentas específicas, torna-se uma estratégia atraente para experimentação.

Considerando o desafio de aumentar o número de escolas públicas que funcionam em tempo integral e que configuram uma oferta pedagógica



complementada por atividades extraescolares em uma jornada igual ou maior que sete horas por dia, como explicita o atual PNE/2014, um método como Life Kinetik® pode ser uma oportunidade atraente para ser executado. É possível se imaginar tanto a aplicação do método pelo professor no horário regular de sala de aula para inserir nova oportunidade de aprendizagem, como também pelo monitor que ministra as aulas extraescolares no contraturno. Com a devida cooperação entre professor do ensino em sala de aula e instrutor do Life Kinetik® poder-se-ia, inclusive, elaborar tarefas motoras com atividades cognitivas que são articuladas com o conteúdo curricular ministrado em sala de aula.

Há um elemento ainda não mencionado que resta a comentar aqui antes de finalizar. A realização do método que combina o desafio, a variedade e a não-perfeição tanto pelos atletas profissionais, como também por outros profissionais de diversas áreas (empresas, hospitais, instituições de ensino), confirmaram um fator que não se pode subestimar no processo de ensino-aprendizagem, isto é: o fator da diversão.

Se o Life Kinetik® se revela como uma estratégia provável a partir da perspectiva neurocientífica, pode-se justificar, pelo menos, sua discussão no âmbito educacional, tanto da gestão educacional em nível das redes mantenedoras, como na gestão escolar das instituições de ensino e, sobretudo, na pesquisa educacional.

Pelo discutido acima, espera-se haver contribuído com o entendimento de como os processos cerebrais relacionados à aprendizagem podem ser estimulados por um método que combina o desafio, a variedade e a não-perfeição; aspectos fundamentais da proposta do Life-Kinetik®.

Notas

- 1 Compreendese como inteligência fluída a capacidade de perceber rapidamente as relações entre estímulos, de analisar rapidamente informações e a alta capacidade de memória de trabalho.
- 2 Compreendese como atenção a capacidade de decidir, durante um processo de trabalho, quais informações podem ser ignoradas e quais são selecionadas para ser analisadas.
- 3 Tradução feita pelos autores do título original: Qualitative Untersuchungdes Einflusses von Life Kinetik® auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Grundschulern.
- 4 Tradução feita pelos autores do título original: Entwicklung und Durchführung eines Konzeptes zur Verbesserung der motorischen und kognitiven Fähigkeiten durch Bewegungspausen.

Referências

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa Brasília**, DF, 26 jun. 2014.

CARLSON, Neil. R. **Physiology of Behavior**. 11. ed. Boston: Pearson, 2012.

CATANIA, Anthony. **Aprendizagem**: comportamento, linguagem e cognição. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GRÜNKE, Matthias. Die Effekte des Life Kinetik®: Trainings auf die Aufmerksamkeits und die fluidelIntelligenzleistung von Kindern mit gravierenden Lernproblemen. **Heilpädagogische Forschung**, v. 37, p. 2-12, mar. 2011.

JACOBSON, Roni. The persistence of memory. **Scientific American**, New York, v. 312, n. 4, p. 14-16, ago. 2015.

KAISER, Arnim; KAISER, Ruth. **Studienbuch Pädagogik**: Grund-und Prüfungswissen. 7. ed. Frankfurt am Main: CornelsenScriptor, 1994.

KANDEL, Eric, SCHWARTZ, James; JESSELL (Org.). **Principles of neural science**. 5 .ed. New York: McGraw-Hill Education/Medical, 2012.

KOSKI, Lisa; WOHLSCHLÄGER, Afra; BEKKERING, Harold; WOODS, Roger; DUBEAU, Louis; MAZZIOTTA, John; IACOBONI, Marco. Modulation of motor and premotor activity during imitation of target-directed actions. **Cerebral Cortex**, Oxford, v. 12, n. 8, p. 847-855, ago. 2002.

LIFE KINETIK. Coordenação de Horst Lutz, Josef Bauer e Maria Schweyer. Desenvolvido por Cinderella GmbH, Ebenhausen. **Apresenta links sobre o Life Kinetik**. Disponível em: <<http://www.lifekinetik.de>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

LUTZ, Horst. Zusammenfassung der wissenschaftlichen Referenzen. **LIFE KINETIK**, Site coordenado por Horst Lutz, Josef Bauer e Maria Schweyer e desenvolvido por Cinderella GmbH, Ebenhausen; online. Disponível em: <<http://www.lifekinetik.de/infos/wissenschaftliche-zusammenfassung/>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

LUTZ, Horst. **Life Kinetik®**: Gehirntraining durch Bewegung. 4 ed. München: blv Buchverlag, 2014.

LUTZ, Horst; NEUREUTHER, Felix. **Mein Training mit Life Kinetik®**. 3. ed. München: Nymphenburger, 2013.



MATTFELD, Aaron; STARK, Craig. Functional contributions and interactions between the human hippocampus and subregions of the striatum during arbitrary associative learning and memory. **Hippocampus**, Boston, v. 25, n. 8, p. 900-911, ago. 2015.

MAYES, Andrew; ROBERTS, Neil. Theories of episodic memory. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**, London, v. 356, n. 1413, p. 1395-1408, set. 2001. (Series B: Biological Sciences).

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE). **Country note Brazil**: Programme of International Student Assessment (PISA): Results from PISA 2012. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2013/country_note_brazil_pisa_2012.pdf> Acesso em: 2 mar. 2017.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE.). **Understanding the brain**: The birth of a new learning science. OCDE. 2007. Disponível em: <<http://www.oecd.org/edu/ceri/understandingthebrainthebirthofalearningscience.htm#B1>>. Acesso em: 2 mar. 2017

PEREIRA, Ana; HUDDLESTON, Dan; BRICKMAN, Adam; SOSUNOV, Alexander; HEN, Rene; MCKHANN, Guy; SLOAN, Richard; GAGE, Fred; BROWN, Truman; SMALL, Scott. An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 104, n. 13, p. 5638-5643, mar. 2007.

RAMACHANDRAN, Vilayanur. **O que o cérebro tem para contar**: desvendando os mistérios da natureza humana. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

ROTH, Muriel; DECETY, Jean; BACIU, Monica; MASSARELLI, Raphael; DELON-MARTIN, Chantal; SEGEBARTH, Christoph; MORAND, Stephanie; GEMIGNANI, Angelo; DÉCORPS, Michel; JEANNEROD, Marc. Possible involvement of primary motor cortex in mentally simulated movement: A functional magnetic resonance imaging study. **Neuroreport**, London, v. 7, n. 7, p. 1280-1284, maio 1996.

SIMPSON, Joy; KELLY, John. The impact of environmental enrichment in laboratory rats-behavioural and neurochemical aspects. **Behavioural Brain Research**, New York, v. 222, p. 246-264, set. 2011.

THOMPSON, Richard. The neural basis of basic associative learning of discrete behavioral responses. **Trends in Neurosciences**, New York, v. 11, n. 4, p. 152-155, abr. 1988.

UNGERLEIDER, Leslie; DOYON, Julien; KARNI, Avi. Imaging Brain Plasticity during Motor Skill Learning. **Neurobiology of Learning and Memory**, New York, v. 78, n. 3, p. 553-564, nov. 2002.

URSIN, Holger. Brain sensitization to external and internal stimuli. **Psychoneuroendocrinology**, New York, v. 42, p. 134-145, abr. 2014.

VAN PRAAG, Henriette; CHRISTIE, Brian; SEJNOWSKI, Terrence; GAGE, Fred. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 23, p. 13427-13431, set. 1999.

VAN PRAAG, Henriette; SHUBERT, Tiffany; ZHAO, Chunmei; GAGE, Fred. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. **The Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 38, p. 8680-8685, set. 2005.

Prof. Dr. Julian Tejada

Universidade Federal de Sergipe | Aracaju

Departamento de Psicologia

Centro de Educação e Ciências Humanas

Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas (PROCFIS)

Grupo de Pesquisa Fundamentos da Psicologia Contemporânea

E-mail | julian.tejada@gmail.com

Profa. Dra. Heike Schmitz

Universidade Federal de Sergipe | Aracaju

Departamento de Educação

Centro de Educação e Ciências Humanas

Programa de Pós-Graduação em Educação

Grupo de Pesquisa em Avaliação, Política, Gestão e Organização da Educação |

APOGEU

E-mail | hs.contato.ufs@gmail.com

Prof. Dr. André Faro



Universidade Federal de Sergipe | Aracaju
Departamento de Psicologia
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social
Grupos de Estudos e Pesquisas em Psicologia da Saúde
E-mail | andre.faro.ufs@gmail.com

Recebido 22 mar. 2017

Aceito 11 maio 2017