

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

INDIVIDUALIDADE E TREINAMENTO: MEMÓRIA, APRENDIZAGEM E NEUROPLASTICIDADE

Alex Sandro Aparecido da Silva

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12972>

Submetido em: 2025-08-11

Postado em: 2025-08-20 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

INDIVIDUALIDADE E TREINAMENTO: MEMÓRIA, APRENDIZAGEM E NEUROPLASTICIDADE

INDIVIDUALITY AND TRAINING: MEMORY, LEARNING, AND NEUROPLASTICIT

Alex Sandro Aparecido da Silva

Pesquisa independente, Goiânia, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6680-3628>

RESUMO

O objetivo deste estudo é esclarecer e promover um entendimento na aplicação de ensino-aprendizagem que valorize treinamento e as experiências pessoais. Destaca também o papel da memória, atividade cognitiva no processo da aprendizagem, a qual altera a rede neural, em outras palavras, ativação e ramificação de neurônios. Então, para efetivar esse pesquisa distintas leituras (livros, artigos e sites) corroboram com essa temática, as quais consistem numa análise bibliográfica e citações de autores que subsidiam as proposições e afirmações empregadas na construção deste estudo. Por outro lado, procura-se discutir a respeito da aprendizagem individualizada, mas não entra no aspecto estrutural ou social, restringe-se numa análise de aspectos perceptivos (de ensino) trabalhados no âmbito cognitivo **a partir** das experiências pessoais. Enfim, um estudo abrangente que contribui de forma ímpar na validação do ensino individualizado (e treinamento) e suas implicações na consolidação de memórias (temporárias) e mudanças neuroplásticas.

Palavras-chave: Treinamento. Memória. Neuroplasticidade. Aprendizagem.

ABSTRACT

The objective of this study is to clarify and promote an understanding in the application of teaching-learning that values training and personal experiences. It also highlights the role of memory, cognitive activity in the learning process, which alters the neural network, in other words, activation and branching of neurons. Therefore, to carry out this **research**, different readings (books, articles and websites) corroborate this theme, which consist of a bibliographic analysis and quotes from authors that support the propositions and statements used in the construction of this study. On the other hand, an attempt is made to discuss individualized learning, but it does not go into the structural or social aspects, it is restricted to an analysis of perceptual (teaching) aspects worked on in the cognitive scope based on personal experiences. Ultimately, a comprehensive study that contributes in a unique way to the validation of individualized teaching (and training) and its implications for the consolidation of (temporary) memories and neuroplastic changes.

Keywords: Training. Memory. Neuroplasticity. Learning.

INTRODUÇÃO

Este artigo fornece uma exploração importante dos aspectos das configurações neurais e mentais do ser humano, investigando o desenvolvimento, treinamento e o uso cognitivo de redes neurais. É dada especial atenção à abordagem inovadora de “técnicas mentais com imagens rotativas” como meio de aquisição de conhecimento e aprendizagem. As principais funcionalidades estruturais do cérebro, incluindo memória, cognição, neuroplasticidade e individualidade, são enfatizadas ao longo deste estudo.

A relevância deste trabalho torna-se evidente à medida que pauta a individualidade e aspectos cognitivos, considerando as influências do meio circundante no contexto do treinamento, das alterações neuroplásticas e da aprendizagem. O treinamento com imagens mentais é retratado como um método que atende às particularidades individuais, oferecendo potencial para alterações neuroplásticas e melhoria do pensamento, tanto a curto como a longo prazo. A eficácia desta abordagem depende da forma específica de formação e dos conhecimentos assimilados.

Apoiando este estudo, referências de diversas bibliografias e fontes online dão credibilidade à análise, estendendo a discussão para além dos limites deste trabalho. À medida que o estudo avança, o foco inicial se concentra no treinamento com imagens mentais rotativas e na capacidade intrínseca do cérebro de transformar elementos estáticos em representações mentais dinâmicas. Um ponto salutar é levantado relativamente à apresentação convencional de fórmulas nas ciências exatas, onde os alunos muitas vezes aprendem e utilizam soluções prontas sem uma compreensão transparente da sua gênese¹. Isto traz à tona uma perspectiva notável sobre a eficácia e capacidade do cérebro para aprender, particularmente através do entendimento de cada passo do processo: origem, desenvolvimento e aplicação (no caso de fórmulas matemáticas). Nesse sentido, o treinamento para desenvolvimento da capacidade espacial (necessária no estudo de ciências exatas) segue a mesma técnica: participação (na produção do conteúdo de acordo com as convicções pessoais) e treinamento, que consiste em girar e controlar imagens na memória de trabalho. Por isso, a participação ativa do experimentador na elaboração (a técnica) do processo de treinamento é essencial para a construção de um modelo único de aprendizagem que englobe ações motoras, perceptivas e cognitivas .

O texto postula que o uso de “imagens mentais giratórias” transcende as fronteiras disciplinares, oferecendo uma abordagem versátil para promover a aprendizagem. No entanto, a análise aqui apresentada não pretende fornecer respostas definitivas, mas sim iniciar uma discussão sobre a aplicabilidade dos dados experimentais. Estes aspectos é concebido como um esforço colaborativo envolvendo estudantes e educadores, promovendo um discussão sobre como a manipulação de imagens mentais pode melhorar a compreensão e as capacidades de resolução de problemas dos alunos em ciências exatas, ou mesmo na área de humana.

¹ Neste século há uma necessidade premente de remodelar os modelos de aquisição de conhecimento, particularmente no domínio das ciências exatas. O artigo tenta colmatar esta lacuna defendendo uma mudança de paradigma, onde o treino com imagens mentais rotativas sirva como uma ferramenta transformadora. Aborda as limitações dos métodos de ensino tradicionais, especificamente a utilização de fórmulas pré-existentes, que muitas vezes carecem de instruções (passo a passo) para a sua criação e solução.

ESTRUTURA, INDIVIDUALIDADE, TREINAMENTO E APRENDIZAGEM

As capacidades inerentes à estrutura humana evoluíram em conjunto com as exigências ambientais e de subsistência. Ao longo do desenvolvimento humano, a implementação de técnicas, desenvolvidas por curtos ou longos treinamentos, e a dinâmica de ensino e aprendizagem desempenharam papéis fundamentais no aumento da funcionalidade cerebral e dos mecanismos neuroplásticos. Estas adaptações transformadoras não só facilitaram a sobrevivência, mas também se tornaram hereditárias, transmitidas por códigos que constituem o DNA (ácido desoxirribonucleico), significando que alterações estruturais é crucial para a sobrevivência, as quais conduzem inerentemente a modificações na informação fundamental que suporta essa estrutura. Conseqüentemente, o cérebro tem apresentado uma notável capacidade de se ajustar, compensar ou substituir funções perdidas, um fenômeno cada vez mais prevalente no contexto do processo de aprendizagem. À medida que os indivíduos se envolvem na aprendizagem ocorre a ativação de neurônios, formação de novas conexões, estabelecimento de memórias e o reforço contínuo dessas vias neurais (PAPPAS, 2022, Tradução minha²). Esta estimulação contínua contribui para a retenção de representações na memória e a sua utilização *a posteriori* na resolução de problemas, na recordação de acontecimentos passados ou de eventos futuros. No entanto, o processo de aprendizagem é um esforço cognitivo que necessita de uma duração específica para a maturação, pré-introduzido acima, denominada neuroplasticidade. Dentro deste intrincado processo, a formação, seja visual ou não, e a retenção de informações pertinentes surgem como componentes indispensáveis.

Desde cedo a criança aprende a reconhecer a si mesma, os próprios movimentos, objetos e discursos no círculo familiar e os seus pais representam os primeiros professores (DEHAENE-LAMBERTZ, 2010, p. 185. Tradução minha³). Mas há um outro aspecto que é ímpar no treinamento do cérebro, o qual consiste na individualidade da aprendizagem. Importante entender que os estudantes não devem ser tratados de forma igual no processo de aprendizagem, pois cada um tem padrões distintos no quesito aprender (FISCHER at al, 2010, p.100. Tradução minha⁴). Entende-se, portanto, cada indivíduo imbuí-se de sentimentos e visão de mundo únicas e caracterizadoras de sua personalidade e comportamento herdados geneticamente. “(...) os genes contribuem para a nossa personalidade, o nosso temperamento e as qualidades que tornam cada indivíduo único, bem como as qualidades que tornam a espécie humana única.” (MARCUS, 2008, p.03. Tradução minha⁵). Então, necessita-se atentar a essas particularidades para dar início a aquisição de conhecimento e treinamento. Por exemplo, mudanças estruturais e funcionais ocorrem no cérebro de pessoas cegas, as quais treinam a percepção tátil para “ler” o ambiente e objetos (COSTANDI, 2016, p. 23. Tradução minha⁶). Nesse sentido, treinamento consiste na aquisição de uma técnica (HEALY; BOURNE, 2012. Tradução minha⁷), a qual promove ativações neurais. Então, ampliando esse contexto “de

² When one neuron continually stimulates another, their connection strengthens, meaning it becomes easier and easier for them to stimulate each other as time goes on. When they rarely communicate, their bond weakens, and sometimes they stop communicating altogether. At the most basic level, the brain can store memories by strengthening the connections between networks of neurons.

³ (...) when parents are their child’s natural teachers.

⁴ We should not treat students as if they are all the same. Students take many different pathways to learning. Most of us that teach in classrooms experience this every time we step into the classroom. Students learn in different ways, they are interested in different things, and it is a major challenge to engage all of the students in any classroom.

⁵(...) genes do contribute to our personalities, our temperaments, and the qualities that make each individual unique, as well as to the qualities that make the human species unique.

⁶ With extensive training, the subjects learned to use the touch sensations to interpret visual scenes accurately, beginning, after about an hour of training, with the ability to discriminate vertical, horizontal, diagonal, and curved lines, and then to recognize shapes.

⁷ (...)a distinction was made between training and education. Training focuses on specific tasks or jobs with an emphasis on skill learning, whereas education seems more general, with a focus on a particular domain of knowledge and an emphasis on

treinamento” para o âmbito de rotação de imagens mentais (memorização e aprendizagem), as quais representam aspectos do ambiente externo e demonstra a capacidade do ser humano de “animar” ou repetir coisas inanimadas (ou em movimento) no âmbito mental. Primeiro é importante entender essa capacidade animar as formas ou imagens estáticas e aprendizagem com imagens dinâmicas

(...) se algo está sem movimento, tentaremos imbuí-lo de ação. Mesmo a imagem fixa ou fotografia pode ser “a base para a construção de modelos mentais dinâmicos” que podem facilitar uma melhor compreensão do conteúdo da imagem (TORRE, 2017, p.108. Tradução minha⁸).

Importante lembrar que na fase de desenvolvimento pré-operatório a criança ainda não consegue tornar as imagens mentais em um padrão dinâmico, pois sua capacidade cognitiva ou associações para formar o pensamento ainda não está completa. Em outras palavras, a capacidade de imaginar imagens mentais em movimento ocorre ou se inicia a partir do estágio semiótico.

(...) no nível pré-operatório as imagens mentais da criança são quase exclusivamente estáticas, com dificuldade sistemática de reproduzir movimentos ou transformações, bem como os seus resultados. É apenas ao nível das operações concretas (após os 7-8 anos) que as crianças conseguem estas reproduções de movimentos e transformações (PIAGET; INHELD, 2015, p. 70–71. Tradução minha⁹).

Em outras palavras, os vocábulos ou ideogramas (símbolos) de uma língua que nomeiam objetos (imagens) e a relação entre essas duas linguagens (a palavra evoca a imagem e essa última evoca a primeira e vice-versa) promove uma interação cognitiva que torna a imagem dinâmica. Por isso, durante o “estágio semiótico¹⁰”, a aquisição da linguagem simbólica constitui uma “sequência” mental de eventos entre imagem e símbolo, por exemplo: se um sujeito pensa na imagem ou palavra “trigo” e subsequentemente “vento”, direção “norte” e assim segue. Essa sequência construtiva de palavras e imagens (aciona diferentes partes do cérebro, inclusive a memória) dinamiza o pensamento. Então, a “fase semiótica” possibilita a habilidade de pensar com melhor entendimento a realidade circundante de acordo com os estímulos recebidos. Essa capacidade segue se ampliando e se adequando às influências do ambiente e peculiaridades internas, ou seja, pessoais. Então, nessa vertente, após a maturação cognitiva ou capacidade de dinamizar imagens estáticas, observar uma imagem em movimento, ou melhor, uma animação ou uma específica imagem estática significa evocar, a partir das particularidades da imagem e de informações retidas na memória (de imagens similares e símbolos), movimentos que estão suspensos na linha narrativa (temporal ou atemporal) de uma imagem estática ou a manutenção de movimentos (no caso de objetos dinâmicos).

Se a fotografia pode ser concebida como a captura de uma seção de tempo, então ela também poderia ser considerada como um encapsulamento de uma sequência de movimento. É claro que este movimento não é imediatamente aparente. Mas é uma implicação armazenada de movimento que pode ser liberada para o observador, pois nesse ponto o observador ativa sua visão

fact learning.

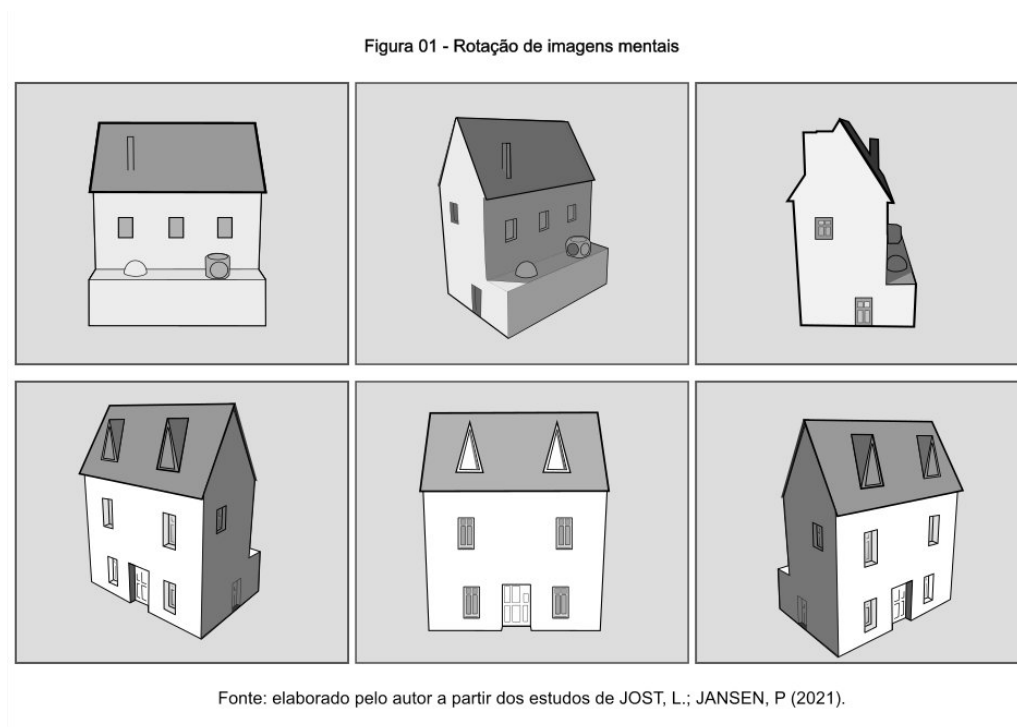
⁸ if something is lacking in motion, we will attempt to imbue it with action. Even the still image or photograph may be ‘the basis for constructing dynamic mental models’ which can facilitate a better understanding of the image’s content.

⁹(...) At the preoperative level, the child’s mental images are almost exclusively static, with systematic difficulty in reproducing movements or transformations, as well as their results. It is only at the level of concrete operations (after the age of 7-8) that children archive these reproductions of movements and transformations.

¹⁰The pre-operational stage is described as the period when children begin to use semiotic systems such as language and imagery, and as a time when they lack operational thought, that is, flexible reversible reasoning which allows them to conserve, classify, seriate, co-ordinate perspectives, overcome misleading perceptual impressions... (MEADOWS, S. 2006).

animada e, devido aos estímulos provocados por pistas visuais inerentes à imagem, esta visão torna-se animada (TORRE, 2017, p. 114. Tradução minha¹¹).

Por outro viés, ao treinar o cérebro a visualizar distintos padrões de movimentos de uma determinada imagem e, por meio da retenção de cada *frame*, logo, o indivíduo consegue, mentalmente, girá-la e, conseqüentemente, uma melhor compreensão desse objeto (Fig. 01). “Isso implica que os participantes giram um objeto na memória de trabalho (visual) para especificar se esse ‘objeto mental’ corresponde a um determinado objeto ou outro” (JOST L, 2022, Tradução minha¹²).



Nesse quesito, esse treinamento consiste de uma aprendizagem que envolve vários fatores da estrutura de um indivíduo, neste caso, no âmbito mental, como ação motora, linguagem e percepção; trabalhar, portanto, com imagens passam também pelo aspecto da aprendizagem explícita, tácita e implícita. Estas trazem importantes implicações nas estruturas funcionais e áreas propriamente específicas do cérebro.

(...) a diferença entre aprendizagem implícita e explícita. A aprendizagem implícita geralmente se refere à aquisição de habilidades ou procedimentos, que muitas vezes é realizada por meio de repetição e prática e não envolve necessariamente a intenção de aprender. Além disso, a habilidade que resulta da aprendizagem implícita pode parecer inconsciente e muitas vezes parece ser aplicada automaticamente. Em contraste, a aprendizagem explícita geralmente se refere à aquisição de fatos (HEALY, A. F.; BOURNE, L. E. 2012, pp. 6-7. Tradução minha¹³).

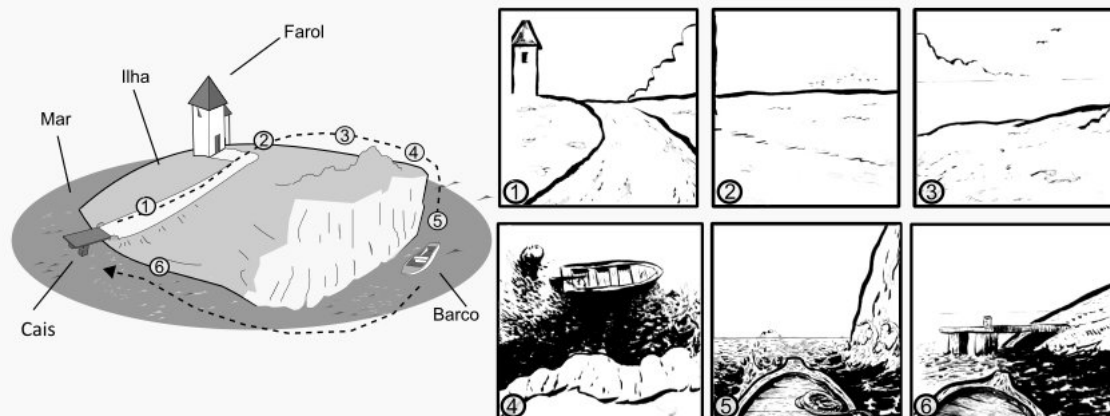
¹¹If the photograph can be conceived as capturing a section of time, then it could also be considered as an encapsulation of a sequence of movement. This movement is not, of course, immediately apparent. But it is a stored implication of motion which can be released to the viewer, for at that point the viewer activates his or her animate vision and animate envision, spurred on by the inherent visual clues of the image.

¹²This implies that participants rotate an object in working memory (visual) to determine whether it corresponds to one object or to another object.

¹³ (...)the difference between implicit and explicit learning. Implicit learning usually refers to the acquisition of skill or procedures, which is often accomplished by repetition and practice and does not necessarily involve intention to learn. Furthermore, the skill that results from implicit learning may appear to be unconscious and seems often to be applied

A aprendizagem implícita com a prática e repetição torna-se mais forte com o tempo; aquisição, no entanto, dificilmente é transmitida para novas situações (HEALY; BOURNE, 2012, p.07. Tradução minha¹⁴). Portanto, treinar a partir de uma “animação mental” ou sequência de *frames* (de um objeto girando ou em movimento linear) envolve conhecimento e aprendizagem e a observação dele constitui também aprendizagem. Portanto, esse processo envolve conhecimentos (e aprendizagem) tácitos, implícitos e explícitos. O conhecimento tácito é aquele que se adquire pela prática, experiência e repetição, mas que não é facilmente verbalizado ou explicado. Por outro viés o conhecimento implícito ativado por uma imagem é aquilo que ela evoca no cérebro – memórias, emoções ou interpretações cognitivas – mas que não está explicitamente representado (conhecimento explícito) , funcionando como significados subentendidos ou 'nas entrelinhas', semelhantes aos de um texto. Ambos os casos, a ocorrência implícita sempre ocorre com o evento explícito. Sob esse mesmo aspecto, o treinamento de navegação espacial também proporciona aprendizagem (explícita e implícita) e a ativação de neurônios que auxiliam na localização espacial e movimentação (produzindo conhecimento espacial). Pode-se treinar o cérebro ao utilizar imagens que proporcionem a rotação mental ou a navegação mental. A navegação é um tipo singular de pensamento espacial, que exige entendimento de localização (onde?) e orientação (em que direção?) em relação ao ambiente. Às vezes, pode-se construir representações mentais razoavelmente precisas do meio ambiente -"mapas na cabeça" ou "mapas cognitivos"(ISHIKAWA, T., NEWCOMBE, N.S, 2021, p.1. Tradução minha¹⁵). O mapa cognitivo constitui de distintos *frames* do ambiente (peculiar a cada sujeito que experimenta) que possibilita o reconhecimento de cada aspecto ou ponto do ambiente. Um mapa mental ou treinar o cérebro a navegar e desenvolver a capacidade cognitiva de mover-se e reconhecer ambientes mentalmente ou literalmente (Fig. 02).

Figura - 02 Mapa Mental



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos estudos ISHIKAWA, T., NEWCOMBE, N.S, 2021.

Então, o desenvolvimento de técnicas e a elaboração desde o início de uma atividade, em qualquer outro processo de aprendizagem, deveria atender a visão de mundo e processos cognitivos distintos. Isso significa internalizar o conhecimento que atenda o modo particular de aprender e os “repetir” em nível mental. Isso permite um desenvolvimento de noção espacial, o que facilita aprendizagem em qualquer disciplina (ISHIKAWA, T., NEWCOMBE,

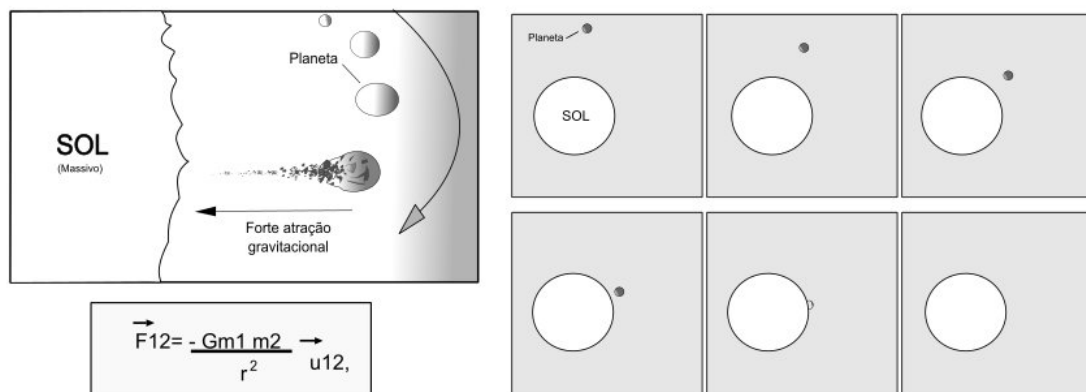
automatically. In contrast, explicit learning usually refers to the acquisition of facts.

¹⁴ In contrast, skills are acquired implicitly but slowly. They gain strength with practice and repetition. Once acquired, skills are well retained but transfer minimally to new situations.

¹⁵Navigation is a special kind of spatial thinking, which requires us to understand our location (where we are) and orientation (which direction we are facing) in relation to the surroundings. Sometimes, we may construct reasonably accurate mental representations of the environment ("maps in the head" or "cognitive maps").

N.S, 2021, p. 2. Tradução minha¹⁶) e a habilitação de neurônios cerebrais. Pois cada estudante ou indivíduo é único em relação às experiências e escolhas que faz ao longo da vida. Isso os distingue e os individualiza tanto no fazer como no aprender. Também demonstra que conteúdos prontos e produzidos para aplicação socioeducativa (direcionada a todos) não funciona de forma efetiva, mas apenas perdura uma tradição ((FISCHER at al, 2010, p. 101 Tradução minha¹⁷). Por exemplo, no ensino de matemática os conteúdos de determinadas equações ou resoluções de problemas estão prontos e concluídos. Esses modelos prontos não abrem a possibilidade do aluno buscar resultado de uma equação valendo-se de suas práticas e conhecimentos pessoais de matemática. As fórmulas na disciplina de Física apresentam-se num estágio intermediário. Por exemplo, a equação gravitacional de Newton (Fig.03).

Figura 03 - Atração gravitacional



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos estudos de FLEURY (2019).

Neste caso, da figura acima (Fig. - 03) apresenta-se o conhecimento explícito e tácito. Este pode-se observar e discutir e, o outro, é o conhecimento “não visível”. Ampliando o entendimento, o primeiro é descrito como conhecimento, como palavras escritas ou mapas ou fórmulas matemáticas e, o tácito é ação de estar fazendo alguma coisa (GREENO, 2009, p. 62. Tradução minha¹⁸) Referente a figura 03, o primeiro é a fórmula (equação de Newton), pode-se observar e discutir a respeito dela. Mas o que está sendo dito nas entrelinhas? Pode-se dizer que está ocorrendo um processo cognitivo na busca de um entendimento (imagens mentais rotativas?). Pois cada indivíduo tem a capacidade de fazer uma leitura implícita e, conseqüentemente, torná-la explícita. No entanto, para isso, é necessário técnica.

Análises do conhecimento tácito têm importantes implicações para a instrução. O conhecimento explícito corresponde diretamente a coisas que podemos discutir e observar. Podemos fazer uma pergunta para descobrir se um aluno sabe um fato de multiplicação ou que conjuntos disjuntos não têm membros em comum. Mas o conhecimento tácito é, por definição, conhecimento que não é "exposto em palavras escritas ou mapas, ou fórmulas matemáticas" - não sabemos como exibí-lo diretamente. Portanto, ele só pode ser comunicado implicitamente, como um componente não visto e não analisado do desempenho. (GREENO, 2009, p. 62. Tradução minha¹⁹).

¹⁶ Spatial thinking, as discussed above, includes advanced disciplinary thinking of a spatial nature, based on expert knowledge and reasoning in each domain. Examples of such academic disciplines include structural geology, surgery, chemistry and mathematics.

¹⁷ All these differences pose a huge problem for educators, who are stuck with an outdated model of learning in schools. The traditional way of teaching is what I call the ‘Holy Book Approach’: Here is the sacred text, or the established curriculum, which is what everyone has to learn.

¹⁸ what is usually described as knowledge, as set out in written words or maps, or mathematical formulae," and tacit knowledge, "such as we have of something we are in the act of doing.

¹⁹ Analyses of tacit knowledge have important implications for instruction. Explicit knowledge corresponds directly to things

Qual o processo matemático para se chegar aquela fórmula e depois aplicá-la? Vê-se a necessidade de treinamento para desenvolver a técnica de adição, multiplicação, subtração e deduções lógicas (além de conhecimentos subsidiários) para compreender o caminho percorrido por um cientista até a elaboração da fórmula. O treinamento individualizado (a utilização de técnicas de rotação mental de imagens, conforme discutido acima) busca atender as necessidades e capacidade cognitiva de cada um. Isso possibilita a maturação de representações de um determinado conhecimento, em outras palavras, a atividade cognitiva e retenção de informações externas e também os “resultados” do processo cognitivo e a memorização deles.

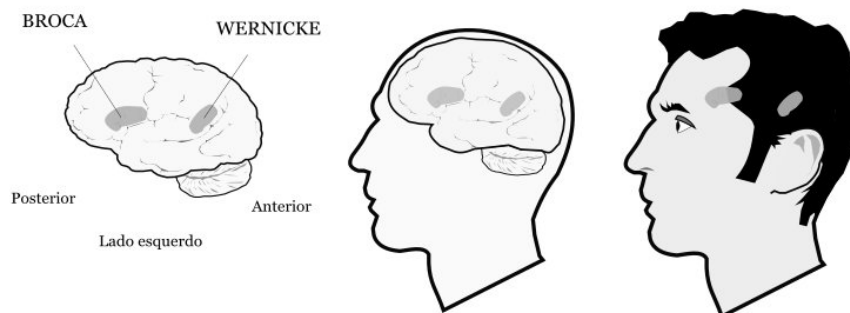
a - Cérebro, neuroplasticidade e memória

As informações codificadas no DNA (ácido desoxirribonucleico) tem a “receita” para fazer o cérebro, com designações específicas para receber e desenvolver a memória, a linguagem, ações motoras, percepção entre tantas outras funções necessárias para o funcionamento do organismo. A linguagem se desenvolve porque há uma estrutura neural (que se estabelece) para recebê-la

(...) uma mudança evolutiva na organização cerebral é o fator crítico que proporcionou aos seres humanos a possibilidade do idioma e que os bebês estão equipados com uma caixa de ferramentas que facilita a aquisição de idiomas, essa caixa de ferramentas estrutura uma organização específica das áreas perisilvianas (DEHAENE-LAMBERTZ, 2010, p. 186. Tradução minha²⁰).

Importante salientar, também, que as áreas perisilvianas constitui a área de Broca²¹ e a área de Wernicke²² (Fig. 04) importantes aspectos do cérebro relacionados a “entrada” (ouvir), “saída”(falar) e o processamento em áreas cerebrais previamente definidas (de uma determinada língua).

Figura - 04 Área de Broca e Wernicke



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do wikipédia

we can discuss and observe. We can ask a question to find out whether a student knows a multiplication fact or that disjoint sets have no members in common. But tacit knowledge is, by definition, knowledge that is not "set out in written words or maps, or mathematical formulac"-we do not know how to display it directly. Therefore, it can only be communicated implicitly, as an unseen and unanalyzed component of performance.

²⁰ (...) an evolutionary change in brain organization is the critical factor that has provided humans with the language possibility and that infants are equipped with a toolbox facilitating language acquisition, this toolbox being based on a specific organization of the perisylvian áreas.

²¹É uma região do lobo frontal do hemisfério dominante, geralmente o esquerdo, do cérebro com funções ligadas à produção da fala (https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_de_Broca).

²²Está relacionada ao conhecimento, interpretação e associação de informações, mais especificamente a compreensão da linguagem escrita e falada. Tradicionalmente acredita-se que ela se localize na Área de Brodmann 22,39 e 40, localizada na porção posterior da circunvolução temporal superior do córtex cerebral esquerdo (https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_de_Wernicke).

Esses aspectos do cérebro se desenvolvem com o crescimento do infante, o que demonstra tratar-se de uma composição delineada por informações genéticas.

Os mecanismos de diferenciação neural esculpem a estrutura geral do cérebro embrionário através de múltiplos mecanismos quimiotróficos e neurotróficos genéticos e epigenéticos e, em seguida, alcançam a estrutura fina da arquitetura cerebral através da produção superabundante de sinapses (conexões neuronais) e especificação dependente de atividade (remoção de não utilizados). A aprendizagem é então a continuação da diferenciação neural ao longo do desenvolvimento, diferenciando simultaneamente a arquitetura da rede cortical da criança e as suas capacidades psicológicas de autorregulação. (TUCKER, Don M.; LUU, Phan. 2012, p. 1-2. Tradução minha²³).

O desenvolvimento do cérebro segue por fases de edificação e delineamento de áreas e rede neural, ou melhor, neurônios que se especializam ou são removidos de acordo com o uso. Então, a aprendizagem é o prosseguimento do desenvolvimento estrutural, diferenciação e especialização de neurônios para processamento de determinadas informações, no intuito de promover a auto-regulação das funções internas (psicológicas ou fisiológicas) que permite uma coerente interação com o ambiente. De acordo com que foi exposto, relativo ao uso e remoção (ou inativação) de neurônios, importante salientar e reforçar a respeito da neuroplasticidade do cérebro quando exposto a distintos ambientes ou treinado a agir ou pensar de uma forma ou outra, durante a infância e após o amadurecimento (adulto). Então, “o treinamento intensivo altera o cérebro de tal forma que ele começa a executar as funções apropriadas com mais eficiência” (COSTANDI, 2016, p. 95. Tradução minha²⁴). Nota-se também que durante o desenvolvimento do bebê ocorre treinamento constante das funções motoras (habilitação dos neurônios motor) e logo, principalmente após aquisição simbólica, com mais ênfase, o treinamento cognitivo.

O DNA (ácido desoxirribonucleico), a qual contém informações (a leitura ou decodificação é feita tipo “chave” e “fechadura”) necessárias para formação e desenvolvimento de um rebento. Informação que possibilita um processo de “construção” de novas proteínas (tijolos para formar um organismo) a partir dos nutrientes fornecidos pela genitora. Isso ocorre após a fecundação do óvulo (fêmea) pelo espermatozóide (macho) nas imediações do útero, então, logo inicia-se a “montagem” de múltiplas células que formarão tecidos, órgãos, membros e, por fim, um organismo. Nesse panorama, forma-se o substrato neural irrigado pelo sistema circulatório em formação e em seguida surge a espinha dorsal e o coração. Nesse estágio, o bebê não apresenta consciência desenvolvida, mas responde aos estímulos da mãe e ambiente, nesse aspecto a consciência encontra-se no seu estado mais rudimentar, mas à medida que se desenvolve toda região cortical inicia atividade cognitiva.

Os seres humanos não só têm um longo período de desenvolvimento, mas também as diferentes regiões corticais têm diferentes cursos de tempo de maturação. Isto produz restrições físicas na difusão de informações dentro das redes neurais que evoluem ao longo da infância e dotam o cérebro da criança com as suas características funcionais. O cérebro tem sido descrito há muito tempo como algumas ilhas de córtex funcional entre um vasto espaço de regiões imaturas pouco funcionais. O que os estudos de imagens cerebrais revelam é que todas as regiões corticais participam dos pensamentos infantis. Contudo, a eficácia do processamento local e a velocidade de difusão da informação podem

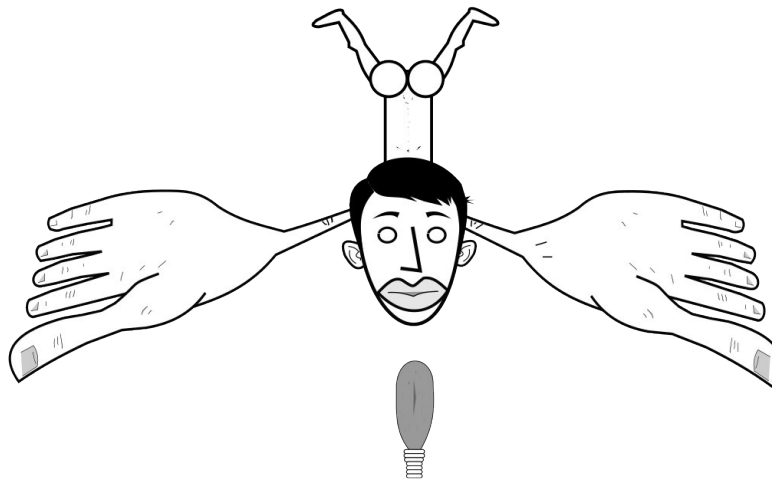
²³The mechanisms of neural differentiation sculpt the general structure of the embryonic brain through multiple genetic and epigenetic chemotrophic and neurotrophic mechanisms, and then achieve the fine structure of cerebral architecture through overabundant production of synapses (neuronal connections) and activity-dependent specification (removal of unused connections). Learning is then the continuation of neural differentiation throughout development, simultaneously differentiating the child’s cortical network architecture and her psychological capacities in self-regulation.

²⁴Intensive training alters the brain in such a way that it begins to execute the appropriate functions more efficiently.

variar de uma região para outra, explicando assim a dinâmica específica da cognição de uma criança. (DEHAENE-LAMBERTZ, 2010, p. 185. Tradução minha²⁵).

A partir daí até o nascimento, e durante o desenvolvimento no ambiente externo, o treinamento dos sentidos e membros motor tornam-se um desafio experimental para o infante e assim, ocorre a aprendizagem. Aprender no sentido de explorar o ambiente, o próprio corpo, a percepção e os sentimentos. Aprender envolve todos os sentidos, portanto o homúnculo de Penfield (Fig.5) expõe a característica motora e sensitiva necessária para sentir e compreender a realidade (COSTANDI, 2016, p. 22. Tradução minha²⁶). Nesse sentido, de acordo com o pesquisador (CATANI, 2017, Tradução minha) “(...) partes do corpo com funções perceptivas ou motoras altamente qualificadas recebem uma maior quantidade de inervação neuronal, acredita-se que a proporção das partes homunculares do corpo reflita a especialização da função²⁷”.

Figura - 05 : Homúnculo de Penfield



Fonte: elaborado pelo autor de acordo com análise de CATANI, M. 2017.

Entende-se, também, as funções do cérebro são plásticas e não funcionalmente “estáticas”, por exemplo uma determinada área do cérebro não cumpre apenas uma função, mas compartilha com outras partes do cérebro e pode vir a cumprir função de uma outra área danificada ou, por exemplo, uma área que não recebe estímulos auditivos pode processar estímulo visual.

Os cérebros dos surdos também apresentam grandes mudanças plásticas. Nas pessoas que ouvem, as informações sonoras provenientes dos ouvidos são processadas pelos córtices auditivos nos lobos temporais. Nas pessoas que nascem surdas, porém, essas mesmas áreas cerebrais são ativadas em resposta

²⁵ Humans have not only a long developmental period but also the different cortical regions have different maturational time-courses. This produces physical constraints on the spreading of information within the neural networks that evolve along childhood and endow the child brain with its functional characteristics. The infant brain has been for a long time described as a few islands of functional cortex among a vast space of barely functional immature regions. What brain imaging studies reveal is that all cortical regions are participating in the infant thoughts. However, the effectiveness of local processing and the speed of information spreading may vary from one region to the next thus explaining the particular dynamic of an infant’s cognition.

²⁶ These drawings illustrated the organization of the primary motor and somatosensory cortices and the proportion of their tissues devoted to each body part, and were subsequently adapted into well-known three-dimensional models.

²⁷ (...) body parts with highly skilled perceptual or motor functions receive a greater deal of neuronal innervation, the proportion of the homuncular body parts is generally thought to reflect specialization of function.

a estímulos visuais. Pessoas surdas também parecem ter melhorado a visão periférica (COSTANDI, 2016. Tradução minha²⁸).

“Outro exemplo vem de estudos com crianças cegas, onde o córtex visual intacto, mas privado, começa a responder intensamente ao toque, incluindo a leitura em Braille” (BATTRO at al, p.233.Tradução minha²⁹)Essa adaptação do cérebro às necessidades do organismo de interagir com o ambiente e consigo mesmo também é diferente em cada indivíduo. Neste aspecto e outros citados acima, um termo primordial nesse quesito aprendizagem é a memória. Esta codifica, armazena e recupera informação. Trata-se de um mecanismo neural que fundamenta a cognição e aprendizagem. Um outro ponto, relativo ao treinamento e memória: se aprendizagem torna-se cada vez mais desenvolvida à medida que se acumula ou retém conhecimento. Isso significa que ao entrar uma informação nova o processo cognitivo poder-se-á utilizar milhares de padrões retidos (na memória, a partir da aprendizagem) para um entendimento. No treinamento ou percepção visual a memória de trabalho traz ou se firma como local de processamento e atualização da memória de longo prazo. “Em suma, a nossa memória de trabalho é simultaneamente um processador imediato tanto de percepções sensoriais como de experiências recentes que trabalham de mãos dadas com a nossa memória de longo prazo, através do *buffer* episódico” (TORRE, 2017, p. 104. Tradução minha³⁰). Importante abrir um parênteses para esclarecer sobre “*buffer* episódico”, segundo TORRE (2017, p. Tradução minha³¹), trata-se de uma interface que tem a funcionalidade de solucionar o problema entre a atividade da memória de trabalho em colaboração com a memória de longo termo (Figura 06).

A informação entra no sistema através do registro sensorial e persiste ali por um curto período de tempo após o término da estimulação, mas muita coisa nunca passa além dela. Se continuar, a informação entra no armazenamento de curto prazo e, talvez, passe daí para o armazenamento da memória de longo prazo. Em cada ponto de entrada, alguma informação pode ser perdida, em parte porque tanto o registro sensorial como o armazenamento de curto prazo são vistos como limitados em tamanho e na durabilidade da informação que contém, e todos os três armazenamentos precisam de tempo para executar processos básicos. Cada armazenagem utiliza processos de controle das informações que contém; por exemplo, o ensaio, ou a repetição de itens a serem lembrados continuamente, é um importante processo de controle no armazenamento de curto prazo, onde seu uso evita a perda de informações. (MEADOWS, 2006, p. Tradução minha³²).

²⁸ The brains of deaf people also show major plastic changes. In hearing people, sound information from the ears is processed by the auditory cortices in the temporal lobes. In people who are born deaf, however, these same brain areas are activated in response to visual stimuli. Deaf people also appear to have enhanced peripheral vision (Costandi, 2016).

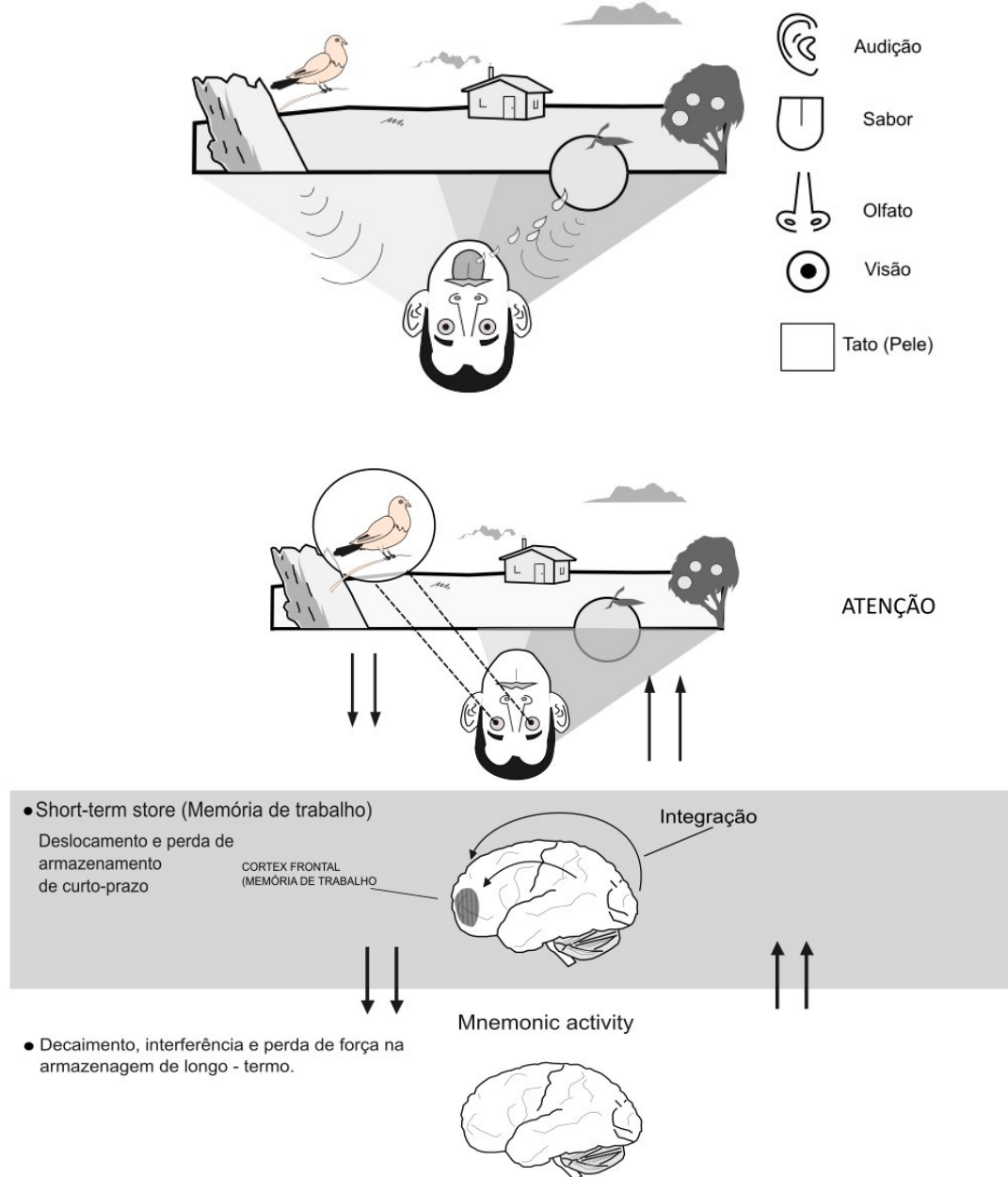
²⁹ Another example comes from studies of blind children, where the intact but deprived visual cortex begins to respond intensely to touch, including Braille reading.

³⁰In short, our working memory is concurrently an immediate processor of both sensory perceptions and recent experiences that work hand-in-hand with our long-term memory, via the episodic buffer.

³¹ Episodic buffer, essentially an interface, which solved the problem of how our working memory is able to work in such close collaboration with our long-term memory.

³²Information enters the system through the sensory register, and persists there for a short time after the end of stimulation, but much never passes beyond it. If it proceeds, information then enters the short-term store and, perhaps, passes thence to the long-term memory store. At each point of entry some information may be lost, in part because both sensory register and short-term store are seen as being limited in size and in how durable the information they contain is, and all three stores need time to execute basic processes. Each store uses control processes on the information it contains; for example, rehearsal, or repeating items to be remembered over and over again, is an important control process in the short-term store where its use stops material being lost.

Figura - 06 Memórias e decaimento



Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados colhidos por MEADOWS, S. (2006).

Então, a memória de trabalho processa representações sensoriais recentes advindas dos órgãos sensoriais e da memória de longo termo. Vê-se nesse panorama que a memória de trabalho armazena temporariamente informações visuo-espaciais e fonológicas, essa última responde pela linguagem. Há uma central ou neurônios que executam e coordenam essas informações temporárias. Portanto, essa funcionalidade de pensar a realidade ocorre devido ao processamento constante de informações recentes (curto-termo) e armazenadas (longa duração). Importante entender, de acordo com TORRE (2017, p. 104. Tradução minha³³) a realidade é uma “corrente” incessante de mudanças e a memória de trabalho acompanha essas mudanças e atualiza ou acrescenta apenas informações necessárias à “cristalizada” memória

³³ We can think of it as being continuously active, and in a constant state of flux. This is, of course, appropriate since we live in a world that is in continual flux – to which, quite simply, our cognition has to be able to adjust.

de longo termo. Ainda, segundo o mesmo autor, o ser humano é limitado quanto a capacidade de reter informações que ele pode perceber e processar.

(...) não podemos ver e processar tudo o que está no nosso ambiente. A nossa mente, portanto, exige uma simplificação do mundo; não “fotografamos” o mundo, mas selecionamos pedaços dele conforme necessário. Além disso, não armazenamos necessariamente esses fragmentos de informação por qualquer período de tempo, mas, em vez disso, referenciamos continuamente o mundo, usando o mundo como nosso depósito de informações, em vez de nosso cérebro. (TORRE, 2017, p. 104. Tradução minha³⁴).

Por isso, o treinamento para aquisição de conhecimentos ou técnica apenas ocorre se houver retenção (HEALY; BOURNE, 2012, p. 03. Tradução minha³⁵), mas tal retenção é parcial e ocorre com o efetivo treinamento. Então, é importante entender o processo de retenção. Isso significa a adequação neural para determinada aquisição prática ou conhecimento demanda “formação” de novas conexões ou ativação de neurônios, isso demanda tempo. Para uma compreensão dessa plasticidade se faz necessário levantar alguns aspectos primordiais dessa capacidade do cérebro: a neuroplasticidade. Conforme discutido nesse artigo, a neuroplasticidade constitui um aspecto singular e funcional do cérebro e se inicia, ou melhor, é inerente ao desenvolvimento da rede neural, a qual forma o cérebro, isso quer dizer, também, que antes do nascimento variações genéticas (ou mutações de genes) ou influências do ambiente pode acarretar mudanças significativas no cérebro. Tais mudanças têm uma relação ímpar com o processo de aprendizagem, por isso determinados infantes têm dificuldade ou desenvolvem inabilidade de aprender. Mas ainda, de acordo com esse entendimento e o surgimento de novas ferramentas (*hardware, software* e tutoria online), vislumbra-se aquisição e promoção da aprendizagem para as pessoas que apresentam inabilidade para aprender (BATTRO et al, 2010, p. 234. Tradução minha³⁶). Nesse ponto, o treinamento ou a utilização de técnicas de manipulação (rotação) de imagens mentais se apresenta como um modelo de aprimoramento cognitivo e habilidade de aprendizagem. Por exemplo, a utilização de partes do corpo para representar um objeto externo, pois o ser humano tem uma capacidade cognitiva (motora e sensitiva), pode se dizer, eficaz, nesse sentido, pois desde habilitação motora e sensitiva treina as funcionalidades (e interações) e capacidades do próprio corpo. Então, ao assumir uma determinada postura em relação a um objeto, poder-se-á rotacioná-lo mentalmente de acordo com essa postura.

Uma vez incorporada a postura de referência, ela será girada mentalmente para alinhá-la com a postura de comparação. A incorporação motora ajudaria a manter a configuração espacial postural durante o processo de rotação mental. Como a incorporação ajuda a codificar e representar a configuração espacial da postura girada, os processos de incorporação e rotação mental dificilmente

³⁴ For example, we cannot see and process everything that is in our environment. Our mind, therefore, requires a simplification of the world; we do not ‘photograph’ the world, but select bits of it as needed. Additionally, we do not necessarily store those fragments of information for any length of time, but instead continually re-reference the world, using the world as our storehouse of information rather than our brain.

³⁵ There are three fundamental cognitive components of training. The first component is acquiring new knowledge and skill. Normally the acquisition process depends upon repeated exposure to and practice of the knowledge and skills to be learned. The second component is retention. It is not sufficient for successful training merely to produce new knowledge and skills; what is learned must be retained over time, sometimes without further exposure or practice. Both knowledge and skills are susceptible to being forgotten, so understanding the retention process is necessary for effective training

³⁶ Neuroplasticity begins at the point when the brain is beginning to be formed, before birth, and genetic variations or mutations, as well as early environmental influences, can lead to brain changes that may explain why some children develop learning disabilities. The cognitive science of education is leading to novel tools for assessing the progress of individual children and for detecting possible difficulties, hidden disabilities as well as individual differences. This can lead to new interventions specifically tailored to a given child. The use of adaptive computer software and online tutoring, carefully adjusted in difficulty, can play a special role here.

podem ser desembaraçados (AMORIM; ISABLEU; JARRAYA, 2006, p.328. Tradução minha³⁷).

Como mencionado no decorrer do texto, a linguagem simbólica (linguística) tem um importante aspecto na dinâmica e animação de imagens mentais. Então, a postura e rotação do próprio corpo ou entendimento dinâmico da estrutura corporal (frente, atrás, lado esquerdo, lado direito) tem uma relação intrínseca (e semântica) com as imagens (e palavras) das sequências sensitiva-motora. Nota-se, portanto, que a representação visual torna-se dinâmica ao ser processada no âmbito da memória de trabalho (a qual também processa os símbolos linguísticos), a qual “ativa” representações atualizadas da memória de longo-prazo (FUSTER 2015, p. 6 Apud MANRIQUE; WALKER, 2017.p. 27. Tradução minha³⁸), assim um entendimento visual se define “consciente” e ativo. “(...) nossas sacadas fragmentárias da cena são amalgamadas em nossa memória de trabalho, e é por meio desse amálgama que ocorre uma compreensão mais profunda”(TORRE, 2017, p. 107. Tradução minha³⁹). Então, esse contínuo entendimento e animação da realidade no âmbito neural expõe o uso da imagem mental na elaboração de atividades (técnica) e aprendizagem. Por isso o treinamento visual-espacial ou manipulação de imagens mentais proporciona aprimoramento cognitivo. Sob esse mesmo aspecto, a elaboração ou confecção de uma ferramenta exige habilidades mentais e capacidade cognitiva no processamento de imagens, ou seja, o uso da memória de trabalho.

Um requisito cognitivo essencial para uma ferramenta servir uma função específica é aquele aspecto prospectivo da memória de trabalho que permite a ativação temporária de redes atualizadas de memória de longo prazo para organizar ações no curto prazo. Em palavras simples, trabalhar um substrato de pedra para produzir um instrumento com características específicas desejáveis requer a geração de uma imagem mental do produto final pretendido, bem como a capacidade de retê-lo ativamente para comparação contínua com a imagem visual do estado atual do substrato e exercer correções comportamentais contínuas sempre que as duas imagens divergem (MANRIQUE, Héctor M.; WALKER, Michael J. 2017, p. 27. Tradução minha⁴⁰).

Nessa mesma vertente, para que ocorra a aquisição de conhecimento (por meio do treinamento ou não) é ímpar o estabelecimento relacional entre as “memórias” para compreensão de aspectos anteriores e posteriores de um objeto ou situação-problema. Por exemplo, representação de um objeto na memória de trabalho (advinda de estímulos externos) e atualização desse objeto na memória de longo prazo. Segundo o autor FUNAHASHI, 2022 :“(...) existe uma definição de que a memória de trabalho é um estado ativado da memória de longo prazo. Considera-se à atenção desempenha um papel significativo neste processo⁴¹. Então, no âmbito da memória de trabalho, por meio do processo cognitivo focado na atenção,

³⁷ Once the reference posture is embodied, then it would be rotated mentally in order to align it with the comparison posture. Motoric embodiment would help to maintain the postural spatial configuration during the mental rotation process. Because embodiment helps to encode and represent the spatial configuration of the rotated posture, embodiment and mental rotation processes can hardly be disentangled.

³⁸ working memory is the temporary activation of updated long-term memory networks for organizing actions in the near term; this prospective aspect is essential to the definition of working memory”.

³⁹ (...) our fragmentary saccades of the scene are amalgamated in our working memory, and it is through this amalgamation that a deeper understanding occurs.

⁴⁰ An essential cognitive requirement for making a tool to serve a specific function is that prospective aspect of working memory which permits temporary activation of updated long-term memory networks for organizing actions in the near term. In plain words, working a stone substrate in order to produce an implement with specific desirable features requires the generation of a mental image of the final intended product, as well as the capacities both to retain it actively for continual comparison with the visual image of the current state of the substrate, and to exert ongoing behavioral corrections whenever the two images diverge.

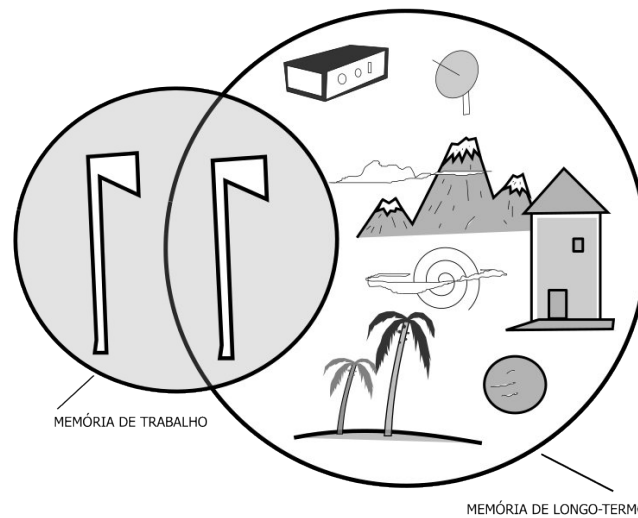
⁴¹ (...) there is a definition that working memory is an activated state of long-term memory. Focusing attention is considered to play a significant role in this process.

o qual se exterioriza ou manifesta por meio da ação motora (e atenção perceptiva) que constitui um processo de estímulos-resposta.

(...) descreveu a memória de trabalho como um mecanismo para abranger todo o conjunto de códigos armazenados temporariamente, representações de conhecimento e procedimentos pelos quais a informação é mantida, atualizada e aplicada para a realização de tarefas perceptivo-motoras e cognitivas (KIERAS et al, 1999 apud FUNAHASHI, 2022⁴²).

Memória de trabalho opera em subconjunto com a memória de longo prazo (Fig.07).

Figura - 07 Subconjunto: memória de trabalho e memória de longo prazo.



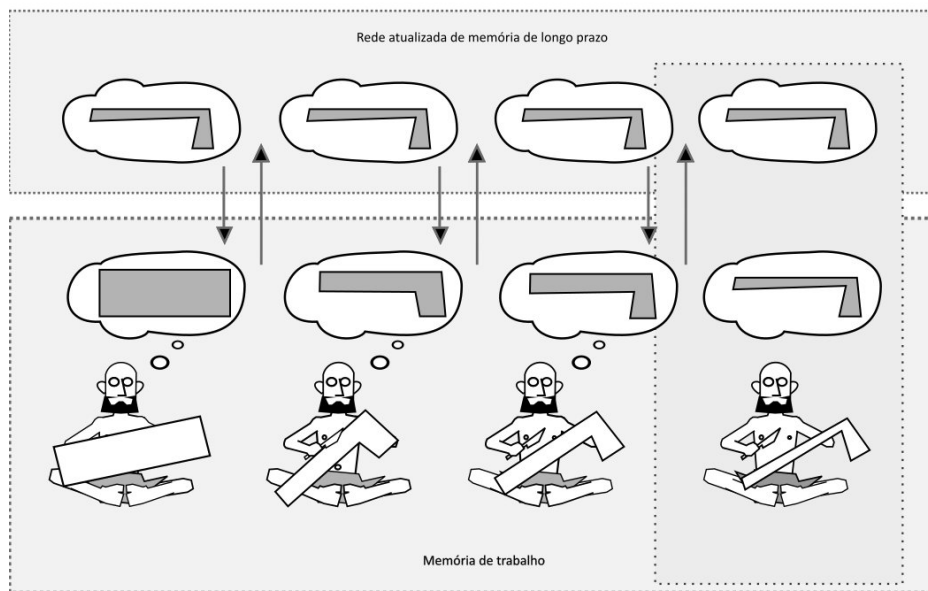
Fonte: elaborado pelo autor de acordo com os estudos do autor FUNAHASHI, S. 2022.

No entanto, o advento tempo traz prejuízo para a memória e, no caso da primeira, focada na atenção (ou seja, consciência) apresenta limitações, ou melhor, capacidade de armazenamento (COWAN, 1999 apud FUNAHASHI, 2022. Tradução minha⁴³) Importante entender que a memória de trabalho media e “trabalha” (organiza e “integra” informações) de estímulos neural interno e perceptivo, os quais são recebidos e produzem uma resposta. Isso ocorre de forma sequencial ou por meio de “comparações” sequenciais.

⁴²(...) described working memory as a mechanism for encompassing the entire ensemble of temporary stored codes, knowledge representations, and procedures whereby information is maintained, updated, and applied for performing perceptual-motor and cognitive tasks.

⁴³ However, the advent of time impairs memory and, in the case of the former, focused on attention (i.e., consciousness) has limitations, or rather, storage capacity.

Figura 08 : Elaboração de uma machadinha de madeira



Fonte: o autor, de acordo com os estudos dos autores MANRIQUE, Héctor M.; WALKER, Michael J. 2017, p. 27.

No entanto, distintos estímulos estão envolvidos na elaboração de um novo conceito de um objeto que se pretende modificar (esses estímulos são recepcionados por estruturas propriamente moldadas para tais finalidades (olho, ouvido, pele língua, outros). Então, não é apenas um padrão ou imagem mental de uma “machadinha” de madeira ou pedra, mas aspectos como textura, dureza e cor (entre outros) codificados na memória (ou no próprio ambiente) estão envolvidos na alteração de algo em nível mental ou físico. A aquisição de conhecimento que envolve mente e estrutura do organismo é relevante e enriquecedor no processamento cognitivo. Um outro ponto que reafirma a respeito do treinamento e aprendizagem foram as experiências científicas realizadas por Ebbinghaus⁴⁴, as quais delineiam os aspectos de memorização e aquisição por meio de treinamento e repetição. Nesse processo nota-se a necessidade de reaprender para concluir a aprendizagem. Esse experimento demonstrou mais tarde a respeito da individualidade, pois cada um tem uma capacidade de retenção e entendimento do conhecimento retido (e também os cuidados que se deve ter para não ser influenciado pelo experimento).

Em um de seus experimentos, Ebbinghaus leu para si mesmo uma lista de 20 palavras, guardou a lista por um período de tempo e depois tentou lembrar o máximo de palavras possível. Depois, ele verificou quais palavras havia perdido, revisou a lista e tentou novamente. Ele repetiu esse processo até conseguir lembrar todas as 20 palavras da lista original. Este experimento ilustra os quatro estágios principais de um experimento de memória – aprendizagem, atraso, teste, reaprendizagem – que estabeleceu a metodologia básica para experimentos de memória humana nos anos seguintes (GLUCK; MERCADO; MYERS. 2008, p.17. Tradução minha⁴⁵).

⁴⁴ Hermann Ebbinghaus (1850–1909), a contemporary of William James, conducted the first rigorous experimental studies of human memory. After earning his Ph.D., Ebbinghaus lived an itinerant life, traveling, attending occasional seminars, and working for short periods as a teacher and private tutor (GLUCK; MERCADO; MYERS. 2008, p.16).

⁴⁵ In one of his experiments, Ebbinghaus read a list of 20 words out loud to himself, put away the list for a period of time, then tried to remember as many words as possible. Afterward, he checked which words he missed, reviewed the list, and tried again. He repeated this process until he could remember all 20 words from the original list. This experiment illustrates the four key stages of a memory experiment—learning, delay, test, relearning—that established the basic methodology for human memory experiments for years to follow.

Vê-se que o desenvolvimento da memória de trabalho e longo-termo e a neuroplasticidade têm um papel crucial na assimilação, treinamento e aprendizagem (Isso inclui a manipulação de imagens mentais). Pois graças a esses mecanismos neural o ser humano é capaz de entender, aprender e reaprender aspectos importantes (padrões de cor, cheiro, som, movimentos, etc) do ambiente e de si mesmo no desenvolvimento da inteligência que abarca a evolução das atividades primais, ou seja, a sobrevivência, a qual implica o atendimento de suas necessidades fundamentais (alimentação, comunicação, sexo, entre outros). Portanto, treinar e aprender possibilita a construção do conhecimento e essa construção envolve aspectos individuais de quem promove tal ação. O conhecimento analisado pelo processo cognitivo constitui de informações memorizadas (e ambiente) que apontam o passo a passo de sua construção. Então, treinar, aprender é conhecer algo em suas etapas e retê-lo para estabelecer de forma mais duradoura.

CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo tratou-se de estabelecer pontos importantes a respeito do desenvolvimento, neuroplasticidade, cognição e memória que “edificam” e moldam o cérebro de um indivíduo. Essa estrutura se desenvolve a partir de informações presentes em uma molécula, a qual dispõe de dados necessários para o desenvolvimento contínuo do cérebro (e de todo corpo). Então, a partir dessas informações pode-se chegar na estruturação de um organismo, ou melhor, nos aspectos inerentes a todo ser humano: estrutura física e unicidade ou individualidade. Esse aspecto único e peculiar de um indivíduo também envolve aspectos intrínsecos como a capacidade perceptiva e compreensão da realidade. Tomando-se esse dado de unicidade pode-se entender que a aprendizagem tem que atentar-se a essa particularidade, principalmente, no uso do treinamento para adquirir uma nova técnica ou conhecimento. Então, pode-se treinar a mente ou o processo cognitivo a entender objetos sem tê-los em mãos, mas apenas em nível mental, ou melhor, na memória de trabalho. A partir desse ponto, abre-se uma análise sobre o objetivo desse trabalho, ou seja, tratar essas relações (individualidade, memória, cognição e treinamento). Treinar, neste caso, significa promover uma capacidade ou ampliar a capacidade cognitiva, no que diz respeito a técnicas mental e espacial de entender padrões de distintos objetos. Entende-se aqui, tratar-se de imagens mentais que formam a partir da relação símbolo-imagem, as quais compõem um dado importante na formação do pensamento. Portanto, treinar é trabalhar a imagem de um objeto apenas em nível mental e para isso emprega-se técnica de elaboração e rotação da imagem (na tela de computador ou ferramenta similar) para treinar o observador a rotacionar essa imagem *a posteriori*. Neste processo tem-se que atentar a particularidade ou comportamento e visão de mundo do indivíduo em treinamento. Ou seja, aprender o passo a passo, de acordo com o conhecimento e emotividade do sujeito submetido ao treinamento, até chegar no resultado: rotação da imagem em nível mental. Entende-se que essa forma de aprender pode ser utilizada em qualquer disciplina. Esse trabalho faz menção às fórmulas de Física (equação gravitacional de Isaac Newton) que, como as demais equações, apenas apresentam-se na sua forma final. Ou seja, obriga o estudante a compreender sem entender como se chegou àquela fórmula. Então, o uso do treinamento espacial (rotação de imagens) possibilita uma aprendizagem individualizada e uma efetiva mudança neuroplástica e estabelecimento de memórias. Relembrando que nessa aquisição o indivíduo faz uma leitura explícita (o que está posto, visível e compreendido) e implícita, o que não está dito na imagem, mas de acordo com as convicções e conhecimentos de quem lê – as entrelinhas. Assim, adquire-se conhecimento e desenvolve a capacidade neural e cognitiva. Esse é um dos caminhos no âmbito do ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M.-A.; ISABLEU, B.; JARRAYA, M. Embodied spatial transformations: “body analogy” for the mental rotation of objects. **Journal of Experimental Psychology. General**, v. 135, n. 3, p. 327–347, 1 ago. 2006.

BATTRO, Antonio M. et al. Human Neuroplasticity and Education Final Statement. In: **Human Neuroplasticity and Education**. Vatican City, VA: The Pontifical Academy of Sciences, 2010.

CAISSIE, A. F., VIGNEAU, F., & BORS, D. A. (2009). **What does the Mental Rotation Test Measure?** An Analysis of Item Difficulty and Item Characteristics. *The Open Psychology Journal*, 2, 94-102.

CATANI, M. **A little man of some importance** *Brain*, v.140, n.11, p.3055-3061, 27 Out. 2017.

COSTANDI, Moheb. **Neuroplasticity**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2016, pp. 23-95.

Extended ebook content for The Body Has a Mind of Its Own: Penfield’s homunculi.

Disponível em:

<<https://content.randomhouse.com/assets/9781588368126/view.php?id=9781588368126a001>>. Acesso em: 1 maio. 2024.

DOS, C. **Área de Wernicke**. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_de_Wernicke>. Acesso em: 21 abr. 2024.

DOS, C. **Área de Broca**. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_de_Broca>. Acesso em: 21 abr. 2024.

DEHAENE-LAMBERTZ, Ghislaine. The Developing Brain. The Architecture of the Baby Brain. In: BATTRO, Antonio M.; DEHAENE, Stanislas; SINGER, Wolf J. (Org.). **Human Neuroplasticity and Education**. Vatican City, VA: The Pontifical Academy of Sciences, 2010. pp. 185-201.

FLEURY, P. **Gravitation**. Cham: Springer International Publishing, 2019, p. 24.

FISCHER, K. W.; DAWSON, T. L.; SCHNEPPS, M. Learning and Teaching. Plasticity in Learning Pathways: Assessments That Capture and Facilitate Learning. In: **Human Neuroplasticity and Education**. Vatican City, VA: The Pontifical Academy of Sciences, 2010. p. 100–117.

FUNAHASHI, S. **Dorsolateral Prefrontal Cortex: Working Memory and Executive Functions**. Singapore, Springer Nature, 2022.

GLUCK, M. A.; MERCADO, E.; MYERS, C. **Learning and Memory: from Brain to Behavior**. 2. ed. New York, USA: Worth Publishers, 2008.

GREENO, James G.. Instructional Representations Based on Research about understanding. In: (ed.) SCHOENFELD, Alan H. **Cognitive Science and Mathematics Education**. New York, USA: Routledge Publisher, 2009.

HEALY, A. F.; BOURNE, L. E. **Training Cognition: Optimizing efficiency, durability and generalizability**. New York, USA: Psychology Press Part of the Taylor and Francis Group, 2012.

IAMOZY, C. SENSORIMOTEUR1.JPG: P. WORK: **English: Human motor cortex**. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33981076>>. Acesso em: 6 fev. 2024.

ISHIKAWA, T.; NEWCOMBE, N. S. Why spatial is special in education, learning, and everyday activities. **Cognitive Research: Principles and Implications**, v. 6, n. 1, 23 mar. 2021.

JOST, L.; JANSEN, P. Manual training of mental rotation performance: Visual representation of rotating figures is the main driver for improvements. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 75, n. 4, p. 174702182110394, 13 ago. 2021.

MANRIQUE, Héctor M.; WALKER, Michael J.. **Early Evolution of Human Memory: Great Apes, Tool-Making and Cognition**. Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017. pág.27.

MARCUS, G. F. **The birth of the mind: how 2 tiny numbers genes creates the complexities of human thought**. New York, USA: Basic Books, 2004. p. 03.

MEADOWS, S. **The Child as Thinker**. New York, USA: Routledge, 2006. p. 50–57.

PAPPAS, S. **How Does the Brain Store memories?** Disponível em:

<<https://www.livescience.com/how-the-brain-stores-memories>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

PIAGET, J.; INHELD, B. **Psicologia del niño**. Tradução: Juan Delva. 18. ed. Madrid, ES: Ediciones Morata, SL, 2015. p. 70–71.

TORRE, Dan. **Animation – Process, Cognition and Actuality**: Cognition and animation / Cognitive animation Theory. New York, US: Bloomsburry Publishing Inc. . 2017.

TUCKER, Don M.; LUU, Phan. **Cognition and Neural Development**: Neuraldevelopment Mechanisms of Learning. New York, US: Oxford University Press, 2012.

WILEY, J.; JEE, BD. Learning and Cognition: Introduction. Cognition: Overview and recent Trends. In: AUKRUST, Vibeke Grover (Org.). **Learning and Cognition**. The Boulevard Langford Lane, Kidlington, Oxford OX516, Reino Unido: Academic Press, 2011.

Declaração de conflito de interesse: O autor declara que não há conflito de interesse

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.