NEUROCIÊNCIA PARA LEIGOS: O PAPEL DO HIPOCAMPO NO APRENDIZADO E NA MEMORIZAÇÃO CONSOLIDADA

ODS (04)

Roque Antônio de Moura (USP-EEL / FATEC SJC)

Márcia Regina Oliveira (Universidade de Taubaté)

Messias Borges Silva (USP-EEL / UNESP)

Resumo

Assegurar a educação promovendo oportunidades na aprendizagem ao longo da vida para todos, é um apelo universal. Nesse sentido, a neurociência que estuda cientificamente o cérebro pode facilitar no processo ensino-aprendizagem, desenvolvimento de habilidades e valores entre os indivíduos, esclarecendo a maneira como o cérebro processa informações e as armazena pela consolidação da memória. A neurociência sugere que o cérebro é mais eficiente em aprender quando as informações são apresentadas em pequenas quantidades e quando os alunos são incentivados a praticar e aplicarem o que aprenderam colocando mãos na massa. Isso acontece porque a neuroplasticidade ou a capacidade do cérebro de se adaptar e mudar em resposta as novas experiências, ajuda os educandos a criarem ambientes de aprendizagem que favoreça o seu desenvolvimento cognitivo e emocional, pois, a compreensão dos processos pelos quais o cérebro codifica, armazena e recupera informações pode ajudar ou restringir a efetividade do que se absorve como aprendizado. A neurociência e a tecnologia no processo ensino-aprendizagem contribuem significativamente para a educação, permitindo o desenvolvimento de novas metodologias de ensino baseadas em evidências, partindo do princípio de que habilidades podem ser treinadas e melhoradas com o uso de metodologias, técnicas específicas e com a repetitividade. Cientificamente, surge a essencial função do hipocampo, partindo-se do fato histórico quando o paciente de nome Henry Molaison foi operado para tratar uma epilepsia refratária. Na cirurgia bem-sucedida teve seus hipocampos removidos. Essenciais para a formação de novas memórias e sua consolidação, este paciente sem os hipocampos foi estudado por décadas até a sua morte em 2008 aos 82 anos de idade mantendo lembrança e recordações que havia armazenado antes da cirurgia, ou seja, viveu seu momento pós-cirúrgico sem novas memórias ou recordações. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa de revisão é divulgar o importante papel do hipocampo na organização da aprendizagem e no processo de consolidação da memória. A metodologia contou com uma vasta pesquisa bibliográfica de publicações disponíveis. Como sugestão, foi apresentado os princípios de uma iniciativa onde os alunos trabalhando em equipe são os principais protagonistas da concepção, desenvolvimento, implementação e operacionalização (CDIO) de seu aprendizado com projetos e no desenvolvimento das habilidades técnicas e não técnicas. O resultado foi uma discussão alusiva ao papel do hipocampo e sua ação conjunta com neurotransmissores para transformar memórias curtas (*working memories*) em memórias consolidadas. Conclui-se que o aprender fazendo, assim que se entende o problema, os alunos se tornam os principais protagonistas na criação de uma solução viável trabalhando em equipe além da formação da memória *priming*, onde a exposição dos alunos influencia uma resposta a um estímulo subsequente, sem orientação ou intenção consciente.

Palavras-chave: Aprendizagem. CDIO. Hipocampo. Memória consolidada. *Priming.*

Introdução

O hipocampo é uma pequena estrutura localizada no cérebro, especificamente na região do lobo temporal medial, que faz parte do sistema límbico. Tem a curiosa aparência de um cavalo marinho, aliás de onde se origina seu nome, hipocampo que no idioma grego “*hipo*” para o cavalo e os “*kampos*” para mar, ou seja, "*hippokampos*," que significa "cavalo marinho" devido à sua forma característica, conforme ilustra a Figura 1 (Amthor, 2017; Nicolelis, 2020; Tieppo, 2019).

Figura 1. Semelhança do hipocampo com o cavalo marinho



Fonte: Facebook (2015).

Assegurar uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos, é um apelo universal da Organização das Nações Unidas (ONU, 2023).

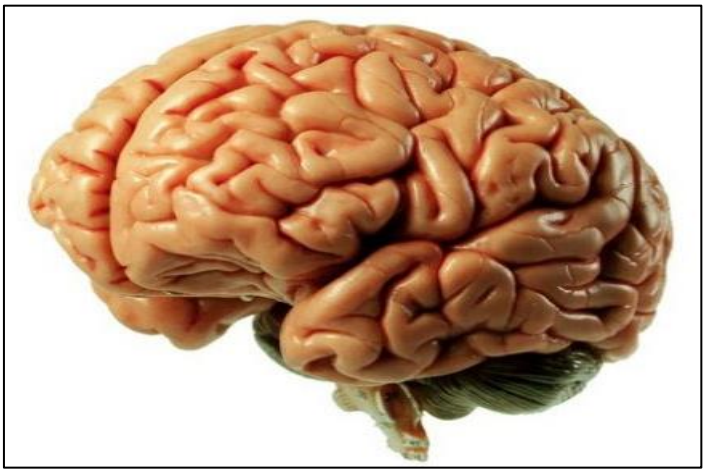
Nesse sentido, a neurociência e a tecnologia associadas no processo ensino e aprendizagem têm trazido contribuições significativas para a educação, permitindo o desenvolvimento de novas metodologias de ensino e aprendizagem baseadas em evidências, partindo do princípio de que as habilidades podem ser treinadas e melhoradas com a repetitividade (Amthor, 2017).

No entanto, é importante lembrar que a tecnologia é uma ferramenta e não pode substituir completamente o papel humano na transmissão de conhecimentos em um ambiente educacional como um todo, pois a tecnologia da educação, azeitada pelo diálogo é que permite ensinar a pensar e não a repetir migalhas de informação, aliás é o que humaniza a educação (Repef, 2022).

Revisão da Literatura

O cérebro está relacionado com funções como a memória, inteligência, raciocínio, linguagem, comportamento e razão. Localiza-se no interior da caixa craniana. O cérebro, maior parte do encéfalo, é responsável pelo núcleo de inteligência e aprendizagem do nosso corpo, sendo também o órgão mais complexo (Figura 2) do organismo humano (Nicolelis, 2020; Tieppo, 2019, Kocak *et al.*, 2019).

Figura 2. Cérebro: núcleo de inteligência e aprendizagem



Fonte: Ach (2023).

Segundo Amthor (2017), o cérebro humano pesa em média 1,380 gramas, contém cerca de 100 bilhões de neurônios, que durante a sinapse, são responsáveis pelo processamento de informações. O cérebro humano é muito plástico, o que significa que ele pode se adaptar e mudar ao longo da vida, embora divida-se em várias partes, cada qual com uma função conforme Quadro 1.

Quadro 1. As principais partes do cérebro

Órgão	Função orgânica das principais partes do cérebro humano
Córtex cerebral	Camada externa do cérebro, responsável pelo pensamento, raciocínio, memória e linguagem.
Hipocampo	Envolvido na aprendizagem e na memória, sendo essencial para o processo de consolidação da memória. Influência no comportamento social e no senso de navegação espacial.
Hipotálamo	Responsável pelo controle de funções vitais: temperatura corporal, sede, fome e emoções.
Tálamo	Responsável por receber informações sensoriais do corpo e enviá-las para o córtex cerebral.

Cerebelo	Responsável pela movimentação e coordenação motora. Recebe informações do corpo sobre a posição e o movimento, e ajusta os movimentos do corpo de forma precisa e suave.
Tronco cerebral	Responsável pela ligação do cérebro com o resto do corpo. Lesionado causa problemas respiratórios, problemas cardíacos, problemas de movimento, problemas de fala e problemas de cognição.

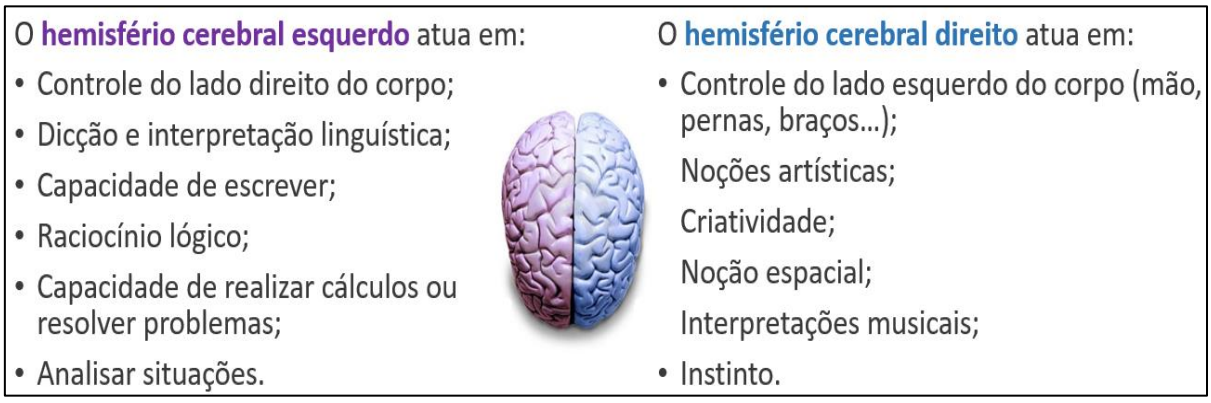
Fonte: Adaptado pelos Autores de Amthor (2017).

Hemisférios do cérebro humano

O cérebro humano ainda possui dois hemisférios cerebrais, um responsável pela lógica e outro pela emoção. Cada hemisfério cerebral controla o lado oposto do corpo humano, ou seja, o hemisfério esquerdo do cérebro controla o lado direito do corpo e por sua vez, o hemisfério direito do cérebro controla o lado esquerdo do corpo humano (Nicolelis, 2020).

Estatisticamente, o hemisfério esquerdo é mais atuante em cerca de 97% das pessoas no mundo, e isso explica o fato de que a maioria das pessoas tem mão dominante a direita, ou seja, são destras. A Figura 3 ilustra as funções desempenhadas por cada hemisfério (Siegel, 2019).

Figura 3. Funções desenvolvidas em cada hemisfério do cérebro humano



Fonte: Próprios Autores (2023).

O lado direito e o lado esquerdo do cérebro se completam, como por exemplo, atividades repetitivas e padronizadas, embora, Moura et al (2022), comentam que uma das funções das máquinas inteligentes colaborativas é de liberar os humanos das tarefas repetitivas, monótonas e padronizadas e de simples execução.

Tipos de memórias

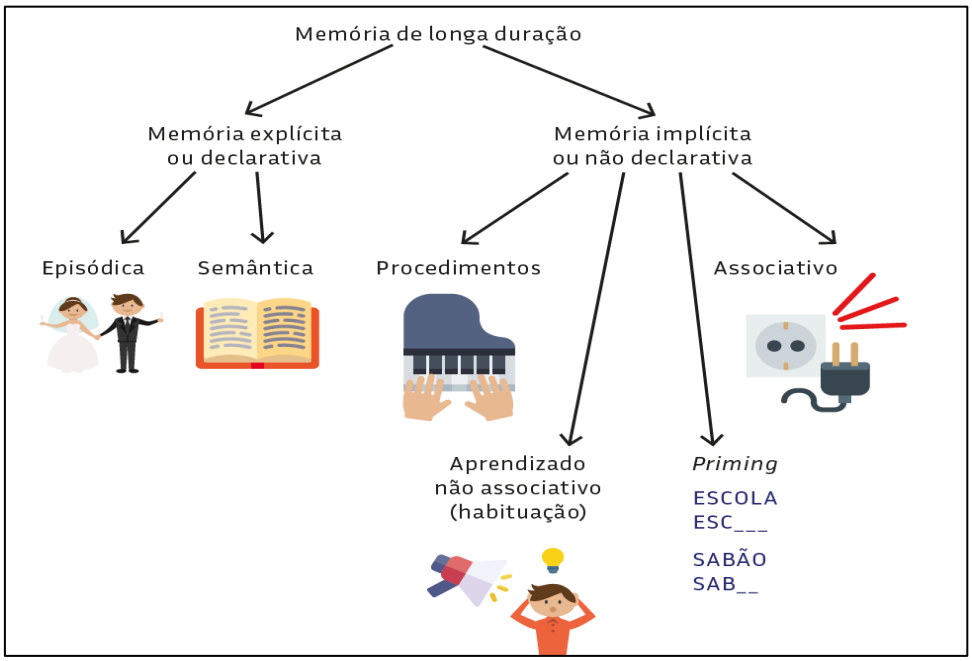
Segundo Nunes, Costa e Souza (2021), memória é a capacidade do cérebro de adquirir, armazenar, conservar e evocar informações. Sem a memória, é impossível realizar atividades diárias, estabelecer relacionamentos ou aprender e

progredir em nossas vidas. O caso de H. M. permitiu pela primeira vez destacar que as memórias não declarativas se baseiam em circuitos neuronais diferentes dos circuitos neuronais do lobo temporal medial e, acima de tudo, não requerem processos de memória consciente. A memória humana pode ser dividida em:

- A memória de curto prazo é responsável por armazenar informações por um curto período de tempo (segundos a minutos), enquanto estamos realizando uma tarefa ou pensando sobre algo. As informações são esquecidas rapidamente se não forem processadas e transferidas para a memória de longo prazo (Nunes; Costa; Souza, 2021; Kitamura *et al*., 2009).

- Memória de longo prazo é responsável por armazenar informações por um período de tempo mais longo, geralmente de horas a anos. É usada para armazenar conhecimento, habilidades e experiências. A memória de longo prazo é dividida em dois tipos: memória declarativa e memória não declarativa conforme ilustra a Figura 4 (Cazzulino *et al*., 2016; Meira *et al*., 2018; Nunes; Costa; Souza, 2021).

Figura 4. Tipos de memórias humanas



Fonte: Nunes, Costa e Souza, (2021).

Destaca-se a memória *priming* (tipo de memória implícita), quando a exposição a um estímulo influencia uma resposta a um estímulo subsequente, sem orientação ou intenção consciente, indicando que ao estímulos de palavras, imagens, sons e cheiros, por exemplo, a palavra "bicicleta", pode ser um gatilho para pensar na palavra "andar" ou "cair". Isso ocorre porque a palavra "bicicleta" preparou sua mente para

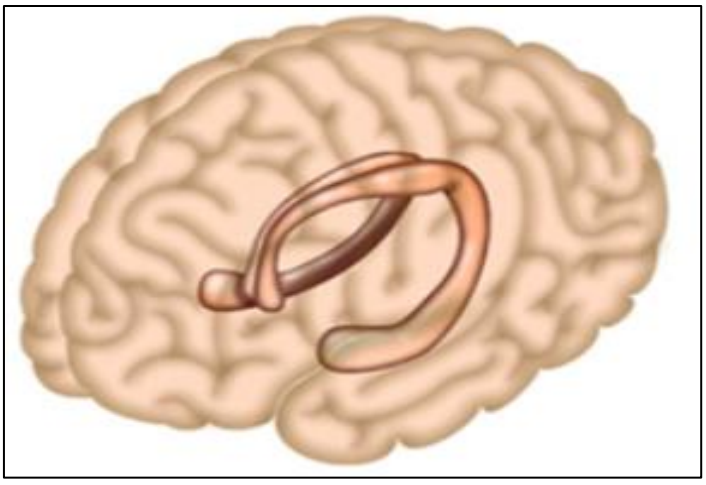
pensar em outras coisas relacionadas a experiência com uma bicicleta (Wyer *et al.*, 2010; Marquis, 2015; Nunes; Costa; Souza, 2021).

Hipocampo

O hipocampo é responsável pela memória de trabalho ou de curta duração seja consolidada em memória declarativa ou explicita armazenada pela própria vontade e portanto onde são armazenados os fatos e eventos que podem ser lembrados ou "declarados" conscientemente. Danos, atrofia ou remoção do hipocampo pode comprometer a estreita relação do ensino e memorização, como é o caso do Paciente HM, que em virtude de um acidente sério de trânsito, precisou retirar o hipocampo para ser aliviado (tratado) dos sintomas epiléticos, e passou a ter seu cérebro analisado e monitorado, constatando-se que as memórias pré-cirurgia se mantiveram inclusive com recordações da infância, contudo a memória pós-cirurgia, não conseguiu mais formar uma nova recordação, ou seja, o paciente hm, ficou com as lembranças e recordações do seu momento pré-cirúrgico (Nicolelis, 2020; Tieppo, 2019; Uol, 2023).

O hipocampo possui duas estruturas, sendo cada uma em um lado do cérebro. Antes conhecido como *cornos de Amon, pelo fato* de seu formato se assemelhar ao chifre de um deus egípcio, o *Amon-Ra* e possuir um formato encurvado com seções coronais, localizado no cérebro, na região córtex temporal (Figura 5), mais especificamente na região do lobo temporal medial e desempenha um papel fundamental na formação e consolidação da memória (Amthor, 2017; Duvernoy, 2013; Nicolelis, 2020; Tieppo, 2019).

Figura 5. Hipocampo na região do córtex temporal



Fonte: Facebook (2015).

O hipocampo na estrutura cerebral desempenha um papel importante na memória, no aprendizado e na navegação. Em doenças como o Alzheimer, o hipocampo é afetado gravemente, e a capacidade de orientação no espaço, inclusive ir de um cômoda para outro fica comprometida. Ainda, a diminuição da atividade dopaminérgica e serotoninérgica no hipocampo pode levar à perda de motivação e ao comprometimento do aprendizado além da alteração de problemas de humor e sono (Macdonald *et al*., 2011; Gupta *et al.,* 2010; Drieu; Zugaro, 2019).

Nesse sentido há estudos sobre o papel dos neurotransmissores no hipocampo visando desenvolver novos tratamentos para problemas de memória, aprendizado e navegação, desempenhando papéis interconectados e complexos no funcionamento do hipocampo. Alterações na função desses neurotransmissores podem estar associadas a distúrbios da memória e transtornos neuropsiquiátricos, como a doença de Alzheimer e a depressão (Squire, 2009).

Alguns neurotransmissores do hipocampo são demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2. Neurotransmissores impactantes na função do hipocampo

Neurotransmissor	Função transmissora
GABA (Ácido Gama-Aminobutírico)	Neurotransmissor inibitório essencial para formar memórias. No hipocampo desempenha papel na regulação da excitabilidade neuronal e ao se equilibrar com o glutamato (excitatório) ajuda na função cognitiva adequada.
Glutamato	Neurotransmissor excitatório que é necessário para a aprendizagem desempenhando um papel central na função do hipocampo. Atua na transmissão de sinais entre os neurônios e é essencial para a plasticidade sináptica, permitindo a formação de memórias e a consolidação do aprendizado.
Acetilcolina	Neurotransmissor excitatório com papel significativo na memória e aprendizado Liberação modulada por projeções de células nervosas que se originam no tronco cerebral e se estendem até o hipocampo favorecendo a atenção, formação de memórias de curto prazo e o processo de aprendizado.
Dopamina	Neurotransmissor excitatório que está envolvido na motivação e no aprendizado.
Serotonina	Neurotransmissor inibitório envolvido no humor e no sono com efeitos no hipocampo ao influenciar a plasticidade sináptica e, portanto, afetar a aprendizagem e a memória.
Noradrenalina (Norepinefrina)	Neurotransmissor influente na função do hipocampo. Regula o estado de alerta e atenção. Afeta a formação da memória. Liberada pelo sistema noradrenérgico do tronco cerebral atua na memória consolidada sob forte estresse emocional.

Fonte: Próprios Autores (2023).

Alzheimer e o hipocampo

Cerca de quase trinta e seis milhões de indivíduos são atingidas por esta moléstia degenerativa, geralmente após sessenta anos de idade, mas que também pode incidir tanto em jovens como em adultos. O hipocampo que promove o comportamento em um encontro social é afetado pelo Alzheimer, devido a disfunção sináptica e pela deterioração cognitiva (Abreu, 2022; Milner, 2005).

Sintomas típicos envolvem problemas de memória, já que o paciente tende a perder gradualmente a memória operacional e de curta duração, esquecendo-se de compromissos, dos locais por onde passou e, em níveis mais graves, dos próprios familiares bem como a desorientação de tempo e espaço. Alguns estudos evidenciam que pessoas intelectualmente mais ativas, mesmo com predisposição para o Alzheimer, podem apresentar um quadro mais leve ou tardio (Abreu, 2022; Squire; Wixted, 2011; Weible**,** 2013; Vikbladh et al., 2019).

Neurônios e as Sinapses

O hipocampo é uma das poucas áreas do cérebro adulto onde ocorre a neurogênese, surgimento de novos neurônios, também chamados de células nervosas por estarem relacionados ao impulso nervoso, são células excitáveis, capazes de gerar, conduzir e receber estímulos como uma unidade funcional e morfológica nervosa. Sinapses é fenômeno pelo qual as memórias de curto prazo e mesmo as memórias de longo prazo estabelecem novas conexões entre neurônios, transmitindo informação do corpo da mesma forma que a eletricidade se propaga (Amthor, 2017; Pantano; Zorzi, 2009; Preilowski**,** 2009).

Aprendizagem e memória consolidada

Segundo Pantano e Zorzi (2009), a aprendizagem e a memória não são processos que ocorrem em contínuo. A memória declarativa ou explícita corresponde, efetivamente, ao que todos entendem como memória, correspondendo aos fatos e informações adquiridos através da aprendizagem.

A transferência do aprendizado e conhecimento gerado e seu armazenamento como informações pela memória são estágios diferentes. A repetição de forma mental ou verbal, favorece a transferência do conteúdo aprendido para a memória primária (*working memory*) w a leitura periódica que novas informações relacionadas à

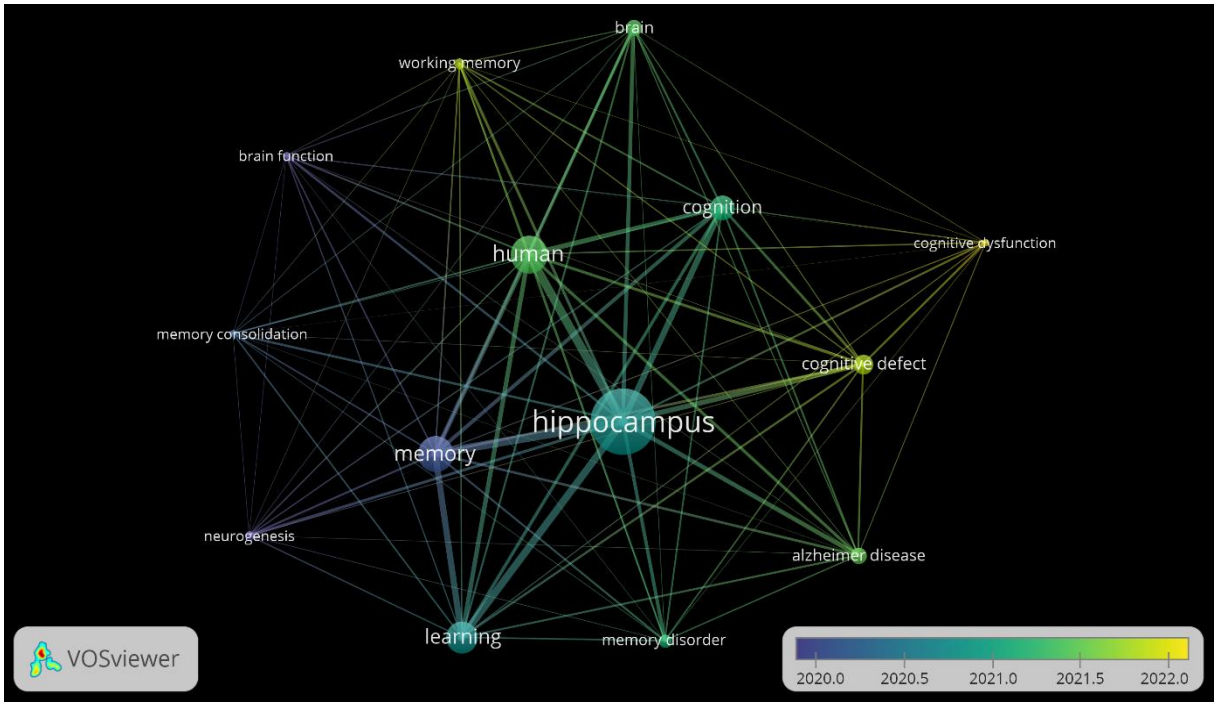
aprendizagem inicial sejam acrescidas ao sistema, processo este chamado de consolidação da memória (Costa, 2006; Kovãcs, 2020).

A memória de procedimento ou implícita é lenta, envolve a associação de estímulos sequenciais e, é armazenada após treinamento contínuo, não requerendo uma ação consciente mas inferida pelas habilidades ou pelo desempenho do indivíduo durante a prática da tarefa (Walker; Robertson, 2016).

Metodologia

A metodologia contou com uma vasta pesquisa bibliográfica sobre o assunto em plataformas disponíveis abordando a correlação entre as palavras-chave: "*hippocampus* (hipocampo), *learning* (aprendizado), *memory* (memória), *cognition* (cognição), *alzheimer disease* (doença de alzheimer), *brain* (cérebro)", conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6. Hipocampo e correlação entre palavras-chaves publicadas nas últimas décadas



Fonte: Eck e Waltman (2023).

A relação entre as palavras-chave e respectivas publicações demonstrou a importância do hipocampos na formação de memórias, no aprendizado, na cognição e na neurogênese para evitar o desarranjo das memórias, a doença e disfunção cognitiva, (Eck; Waltman, 2023).

Resultados e Discussões

O hipocampo desempenha um papel relevante na formação e consolidação da memória. Suas principais funções e atividades estão demonstradas no Quadro 4.

Quadro 4. Atividades do hipocampo na consolidação do aprendizado

Em relação à	O hipocampo atua para
Memória	criar novas memórias, lembrar de eventos específicos e transformar memórias de curto prazo em memórias de longo prazo.
Memória consolidada	Armazenar de forma permanente as informações recém-aprendidas e organizá-las de forma que possam ser armazenadas de forma permanente no córtex cerebral.
Navegação espacial	orientar espacialmente, criar mapas cognitivos do ambiente e permitir que indivíduos localizem e se movam no espaço com facilidade.
Regular emoções	regular as emoções e processar informações emocionais. Como está conectado a outras partes do cérebro (amígdala), está envolvido nas respostas emocionais.
Neurogênese	Processo de formação de novos neurônios. Essencial para a memória e o aprendizado.

Fonte: Próprios Autores (2023).

Lesões ou danos ao hipocampo podem causar problemas de memória, como amnésia anterógrada ou dificuldade em formar novas memórias, e ainda podem afetar a capacidade de navegação espacial e a estabilidade emocional (Amthor, 2017).

As funções do hipocampo são relevantes para o entendimento de condições neurológicas. Quando há grande comprometimento do hipocampo, o paciente perde completamente a orientação e não consegue se dirigir de uma cadeira para a cama na fase final (Nicolelis, 2020).

No hipocampo não armazenamento de memórias de longo prazo, apenas as memórias rápidas. Também para uma consolidação da memória mais efetiva, é possível quando a informação está associada a um episódio de grande impacto emocional (Amthor, 2017; Preilowski**,** 2009).

O aprendizado e memorização não ocorrem simultaneamente. No aprendizado, o cérebro é capaz de aprender novas informações por meio da formação de novas conexões entre neurônios e por sua vez, a memória é a capacidade de armazenar informações do cérebro por meio da alteração da força das conexões entre neurônios.

O aprendizado é o processo de adquirir novas informações ou habilidades de forma ativa, que envolve a atenção, a compreensão e a aplicação de novas informações e a memorização é o processo de armazenar informações na memória rápida e só depois, com processo passivo, que envolve a repetição e a associação das informações absorvidas (Pantano; Zorzi, 2009; Kitamura *et al.*, 2009).

Contudo a memorização é um componente essencial do aprendizado. Pode-se concluir rapidamente, que para aprender algo, precisa-se primeiro memorizá-lo, no entanto, a memorização não é suficiente para o aprendizado, pois é necessário que, que as informações sejam compreendidas e aplicadas como por exemplo, o "andar de bicicleta". No entanto, só se aprende quando se compreende a interação entre movimentar a bicicleta, equilibrar-se, ter senso direção e respeitar aos terceiros próximos (Costa, 2006; Kitamura *et al.*, 2009; Repef, 2022).

Para melhorar o aprendizado e a memorização, a metodologia aprendizado baseado em projetos ou "*project based learning*" (PBL) é uma das ferramentas que ajuda a melhorar o aprendizado e a memorização. Um catalizador do aprendizado dentro dos conceitos da metodologia ativa pode-se ser as habilidade e competências técnicas e não técnicas, despertar a atenção, certificar-se da extensão do que se está ensinando, repetir as informações periodicamente , associar as informações a uma peculiaridade do ambiente dos alunos e finalmente praticar com os alunos o que foi ensinado (Abreu, 2022; Squire; Wixted, 2011; Weible**,** 2013; Vikbladh et al., 2019).

Sugestão: Adoção da Iniciativa mundial CDIO

Em linhas gerais essa iniciativa promove uma abordagem mais prática e aplicada na Educação, tornando os alunos mais preparados para enfrentar problemas reais pelo desenvolvimento de habilidades transversais. Os alunos, principais protagonistas, desenvolvem ou aprimoram suas habilidades técnicas e não técnicas trabalhando em equipe com criatividade, comunicação e resolução de problemas (CDIO, 2020).

O Quadro 5 demonstra uma abordagem mais prática da iniciativa de conceber, desenvolver, implementar e operar (CDIO) que adota princípios e melhores práticas que servem como diretrizes para a relação ensino-aprendizagem, além de enfatizar habilidades técnicas e não técnicas preparando os alunos para os desafios do mundo real (CDIO, 2020).

Quadro 5. Abordagem prática do uso da Iniciativa CDIO

Sigla	Significa	Desenvolvendo um projeto e habilidades
C	Conceber	Idealizar e criar um projeto. Inicia após entender o problema e vislumbrar uma solução viável. Requer habilidade técnica.
D	Desenvolver	Formar grupo multifuncional e interdisciplinar. Todos buscam a solução. Requer habilidade técnica e comportamental.
I	Implementar	Após encontrar a solução viável, deve-se validá-la. Pode-se iteragir. Requer habilidade técnica e emocional.
O	Operar	Após testar a solução. Pode-se colocá-la em prática. Respeitar os envolvidos. Requer habilidade comportamental.

Fonte: Próprios Autores (2023).

Considerações Finais

Esta pesquisa de revisão objetivou a análise da implementação de melhorias em um processo de aprendizagem, divulgando as funções do hipocampo como uma estrutura cerebral crucial que desempenha o papel fundamental na formação, consolidação da memória e navegação espacial.

As habilidades apoiadas pela atividade do hipocampo, são importantes para o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais, como empatia e cooperação. O trabalho em equipe é uma habilidade social importante que requer o desenvolvimento de habilidades como de comunicação, colaboração, tomadas de decisões e resolução de problemas, que pode ser facilmente atingida com a iniciativa CDIO.

Esta pesquisa de uma forma adequada transitou entre os tipos de memórias até sua consolidação percorrendo histórias da ciência e fatos como a iniciativa CDIO que chamam os alunos a serem protagonistas de seu aprendizado e por outro lado os docentes só podem ensinar o que já dominam.

Na avaliação das competências e habilidades mesmo que o aluno erre, ele aprendeu. O segredo é a forma como ele agiu, decidiu e se relacionou. Assim, mesmo que as avaliações deixem de ser individuais e passem para alunos trabalhando em equipe, elas precisam ser somativas e formativas.

Finalmente, para a neurociência o aprendizado e a memorização caminham juntos mas não acontecem juntos. Por exemplo, a memória *priming* do tipo implícita,

é um fenômeno em que a exposição a um estímulo influencia uma resposta sem orientação ou intenção consciente.

Como trabalho futuro, sugere-se estudos introdutórios e de revisão como este, sobre outros temas, como, o aprendizado no sono REM.

Referências

ABREU, BENTO JOÃO G. A. Guia ilustrado de neuroanatomia. Organizadores: Bento João G. A. Abreu, Edgard Morya; Autores: Daniel Kovacs [er *al.l;* Colaboradores: Gilberto San Los Cerqueira ... [et *nl.J;* Revisão técnica: Antônio Miguel Furtado Leitão; Ernani Aloysio Amaral. - Natal: Deza's Editch, 2022. 507 p.: il. Instituto Santos Dumont Universidade Federal do llio Grande do Norte Ministério da Educação ISBN Digital 978-65-84514-09-6 ISBN Impresso 978-65-84514-J0-2

ACH. 2023. Anatomia do corpo humano. Funções do cérebro humano. Disponível em: https://www.anatomiadocorpo.com/sistema-nervoso/cerebro/ Acesso em16.set.2023.

AMTHOR, FRANK. 2017. Neuroscience for Dummies. Traduzido por Samantha Batista. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. 384 p.: il. ; 17cm x 24cm. Tradução de: Neuroscience for Dummies. ISBN: 978-85-508-0173-5. CDD 612.8

CAZZULINO, A. S., MARTINEZ, R., TOMM, N. K., AND DENNY, C. A. (2016). Improved specificity of hippocampal memory trace labeling. Hippocampus 26, 752–762. DOI: 10.1002/hipo.22556.

CDIO. 2020. Disponível em: http://www.cdio.org/ Acesso em 13.set.2023

COSTA, V. (2006). Neurofarmacologia da cognição e memória: uma teoria unificadora do desequilíbrio neuromodulador em psiquiatria e amnésia. 66(2), 0–431. DOI:10.1016/j.mehy.2005.09.037

DRIEU, C., AND ZUGARO, M. (2019). Hippocampal sequences during exploration: mechanisms and functions. Front. Cell. Neuroscience. 13:232. DOI: 10.3389/fncel.2019.00232

DUVERNOY, H. M. 2013. The human Hippocampus. An Atlas of applied anatomy (atlas da anatomia aplicada). ISBN: 978-3-642-54197-1; 978-3-642-54195-7. 159p.

ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. (2023). Vosviewer. VOSviewer: Visualizing a cientific landscapes. Disponível em: https://www.vosviewer.com/. Acesso em 17.set.2023

FACEBOOK. 2015. Imagem comparativa comparando a silhueta do cavalo marinho com a do hipocampo. Disponível em: https://scontent.fsjk3-1.fna.fbcdn.net/v/t1.18169-9/12227763_546909518792898_9012515747103518009_n.png?_nc_cat=106&ccb=1-7&_nc_sid=9267fe&_nc_ohc=MYEE6TupRhIAX-xtmLB&_nc_ht=scontent.fsjk3-1.fna&oh=00_AfCXTIkMnaPgofwAvBR6axdT5hhhyh4f5gaDe59L8Au2xA&oe=652EFF00 Acesso em 16set.2023.

GUPTA, A. S., VAN DER MEER, M. A. A., TOURETZKY, D. S., AND REDISH, A. D. (2010). Hippocampal replay is not a simple function of experience. Neuron 65, 695–705. DOI: 10.1016/j.neuron.2010.01.034

KITAMURA T, SAITOH Y, TAKASHIMA N, MURAYAMA A, NIIBORI Y, AGETA H, et al. Adult neurogenesis modulates the hippocampus-dependent period of associative fear memory. Cell 2009;139(4):814–27.

KOCAK, M., GARCÍA-ZORITA, C., MARUGÁN-LÁZARO, S., ÇAKIR, M. P., & SANZ-CASADO, E. (2019). Mapping and clustering analysis on neuroscience literature in Turkey: a bibliometric analysis from 2000 to 2017. Scientometrics DOI: 10.1007/s11192-019-03259-w

KOVÃCS, K. A. (2020). Episodic Memories: How do the Hippocampus and the Entorhinal Ring Attractors Cooperate to Create Them?. Frontiers in Systems Neuroscience, 14(), 559168–. DOI:10.3389/fnsys.2020.559186

MACDONALD, C. J., LEPAGE, K. Q., EDEN, U. T., AND EICHENBAUM, H. (2011). Hippocampal ‘‘time cells’’ bridge the gap in memory for discontiguous events. Neuron 71, 737–749. DOI: 10.1016/j.neuron.2011.07.012

MARQUIS, LIONEL. (2015). Priming. The International Encyclopedia of Political Communication || Priming. , (), 1–10. DOI: 10.1002/9781118541555.wbiepc069.

MEIRA, T., LEROY, F., BUSS, E.W. et al. A hippocampal circuit linking dorsal CA2 to ventral CA1 critical for social memory dynamics. Nat Commun 9, 4163 (2018). https://doi.org/10.1038/s41467-018-06501-w

MILNER, BRENDA (2005). A Síndrome Amnésica do Lobo Temporal-Medial., 28(3), 599–611. DOI:10.1016/j.psc.2005.06.002

MOURA, R.; RICHETTO, M.; LUCHE, D.; TOZI, **L. AND SILVA, M.** (2022). New Professional Competencies and Skills Leaning towards Industry 4.0. In *Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education - Volume 2: CSEDU,* ISBN 978-989-758-562-3, pp. 622-630. ISSN 2184-5026. DOI: http://dx.doi.org/10.5220/0011047300003182

NICOLELIS, MIGUEL. 2020. O verdadeiro criador de tudo. Neurociência. 1ª Ed. São Paulo. 954 p. Editora Critica. ISBN: 9786555351118

NUNES, M. L.; COSTA, J. C.; SOUZA, D. G. Organizadores. E61 Entendendo o funcionamento do cérebro ao longo da vida. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2021. 211 p. ISBN 978-65-5623-143-3. CDD 23. ed. 612.8233

ONU. Organização das Nações Unidas 2023. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: https://www.piscodeluz.org/desenvolvimento-sustentavel?gclid=EAIaIQobChMIw_S59OaogQMVQUJIAB2BqgDMEAAYASAAEgLNQPD_BwE Acesso em 13set.2023.

PANTANO, T.; ZORZI, J. L. (2009). Neurociência Aplicada à Aprendizagem. Editora Pulso. ISBN: 9788589892636. 195 p.

PREILOWSKI, B. (2009). Erinnerung an einen Amnestiker (und ein halbes Jahrhundert Gedächtnisforschung). Fortschritte der Neurologie · Psychiatrie, 77(10), 568–576. DOI:10.1055/s-0028-1109664

REPEF. 2022. Rede de Educadores e pesquisadores da Educação Freinet. III Encontro da rede de movimentos Freinet da América: diálogos entre Célestin Freinet e Paulo Freire / REPEF (org.). – Itapetininga: Edições Hipótese, 2022. 248p. ISBN: 978-65-87891-23-1. CDU – 370.

SIEGEL, DANIEL J. 2019. Cérebro adolescente: a coragem e a criatividade da mente dos 12 aos 24 anos. Tradução Ana Claudia Hamati. - São Paulo : Versos, 2016.Título original: Brainstorm: the power and purpose of the teenage brain ISBN 978-85-8444-159-4. CDD-616.89 16-07402 NLM-WM 100. 3a reimpressão – 2019.

SQUIRE, L. R. (2009). The legacy of patient H.M. for neuroscience. Neuron 61, 6–9. DOI: 10.1016/j.neuron.2008.12.023

SQUIRE, L. R.; WIXTED, J. T. The cognitive neuroscience of human memory since H.M. Annual Review of Neuroscience 2011; 34:259–88.

TIEPPO, C. 2019. Uma viagem pelo cérebro: a via rápida para entender a neurociência. 1ª Ed. Editora Conectomus. 237 p. ID: 3521915.

UOL. 2020. Matérias. Henry Molaison: o homem que fez uma cirurgia e ficou preso no passado. Conhecido como o cérebro mais estudado de todos os tempos, o paciente foi responsável por diversas conclusões na psiquiatria. Disponível em: https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/henry-molaison-o-homem-que-fez-uma-cirurgia-e-ficou-preso-no-passado.phtml Acesso em 13set.2023.

VIKBLADH, O. M., MEAGER, M. R., KING, J., BLACKMON, K., DEVINSKY, O., SHOHAMY, D., et al. (2019). Hippocampal contributions to model-based planning and spatial memory. Neuron 102, 683.e4–693.e4. DOI: 10.1016/j.neuron.2019.02.014

WALKER, M. P., AND ROBERTSON, E. M. (2016). Memory processing: ripples in the resting brain. Curr. Biol. 26, R239–R241. DOI: 10.1016/j.cub.2016.02.028

WEIBLE, ALDIS P. (2013). Lembrando de assistir: O córtex cingulado anterior e a memória remota. Pesquisa Comportamental do Cérebro, 245(), 63–75. DOI:10.1016/j.bbr.2013.02.010

WYER, NA, CALVINI, G., NASH, A., & MILES, N. (2010). Priming em contextos interpessoais: Implicações para afeto e comportamento. Boletim de Personalidade e Psicologia Social, 36(12), 1693–1705.