

Uma pesquisa de recentes desenvolvimentos em gestão de neurociência cognitiva e aprendizado de máquina em ambiente educacional

A survey of recent developments in management cognitive neuroscience and machine learning in educational environment

Patrícia S. M. Lopes, Carlos A. Silva, Valtensir L. Junior, Cristiane N. Targa, Daniel. B. F. Conrado.

Departamento de Informática,

Instituto Federal de Minas Gerais, Sabará, Brasil

patriciascoralick@gmail.com, carlos.silva@ifmg.edu.br,
valtensirl@gmail.com, cristiane.targa@ifmg.edu.br,
daniel.conrado@ifmg.edu.br

Resumo — A neurociência diz respeito à inteligência, aos sentimentos e a capacidade de tomar decisões. Considerando suas subdivisões, este trabalho apresenta recentes estudos de mapeamento cerebral e o uso do aprendizado de máquina, para auxílio no ambiente educacional. O estado da arte da neurociência cognitiva e do aprendizado de máquina são apresentados no contexto, com o intuito de reforçar a forma de repensar a interligação da tecnologia com o desenvolvimento educacional.

Palavras Chave - neurociência cognitiva; sistema de informação; psicopedagogia; aprendizado de máquina; ambiente educacional.

Abstract — The field of cognitive neuroscience concerns the intelligence, feelings and the ability to make decisions. Considering these subdivision, this work presents recents studies of brain mapping and the use of machine learning in educational environment. The state-of-the-art of cognitive neuroscience and machine learning are presented in the context, in order to reinforce and rethinking the interconnection of technology with educational development.

Keywords - cognitive neuroscience; information system; psychopedagogy; machine learning; educational environment.

I. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia para auxílio no desempenho educacional vem sendo foco de grandes investimentos nos últimos anos. Com esse pensamento, busca-se ferramentas existentes ou em desenvolvimento para tratar a temática da neurociência cognitiva e unir opções para a sua gestão.

A neurociência cognitiva é a subárea da neurociência que abrange as experiências sensoriais adquiridas e as transforma em conhecimento. Dessa forma os bloqueios de aprendizado estão diretamente ligados a este estudo, por serem consequências de experiências. Podemos destacar as áreas nas quais a neurociência influencia diretamente no aprendizado, sendo elas: a emoção, a motivação, a atenção, a socialização e a memória.

Para [1] “De forma resumida, as experiências e a maneira como o ser humano lida com as mesmas, afetam seu cérebro e seu desenvolvimento. Nesse sentido, a neurociência diz respeito à inteligência, aos sentimentos, a capacidade de tomar decisões, além de gerar entendimento sobre o funcionamento do sistema nervoso e como agir sobre ele.”

Portanto, a busca pelo conhecimento da neurociência, mais especificamente a subárea neurociência cognitiva, é extremamente importante para encontrar soluções sobre as dificuldades que as pessoas apresentam em relação ao aprendizado, desenvolvimento pessoal e intelectual. Compreender como funciona o cérebro auxilia o educador na transmissão do conhecimento e atuação com cada aluno, em suas particularidades. O principal intuito de entender o que é a neurociência e qual sua importância para o desenvolvimento humano, é proporcionar informações essenciais para abranger essa subárea e posteriormente apresentar modelos de aprendizado, estimulando o educador a adaptar as soluções para as necessidades de um grupo ou indivíduo específico.

A inteligência artificial (IA) caracteriza-se como um dos marcos da evolução da informática, ganhando destaque

especialmente na última década. A IA é um ramo da ciência da computação que se propõe a desenvolver dispositivos que simulem a capacidade humana, como o raciocínio, a percepção, a tomada de decisão e resolução de problemas. O aprendizado de máquina, ou *machine learning* (ML), abrange o estudo de reconhecimento de padrões e da teoria de aprendizado computacional em IA. A incorporação de técnicas de ML está cada vez mais presente nos dias de hoje, como pode ser facilmente percebido pelos inúmeros assistentes virtuais na área comercial e até mesmo em sistemas educacionais. Neste artigo busca-se fazer um levantamento das recentes pesquisas envolvendo neurociência cognitiva e aprendizado de máquina, e posteriormente contextualizá-las para ambientes educacionais. Espera-se que estas informações sejam relevantes para a elaboração de estratégias e sistemas computacionais baseados no aprendizado de máquina, considerando a neurociência cognitiva como cerne do sistema. Este artigo está dividido da seguinte forma. Na seção II são apresentados a caracterização da neurociência cognitiva, mediante um referencial teórico atualizado e trabalhos relacionados à neurociência cognitiva no meio educacional. A seção III relata alguns dos principais trabalhos atuais da literatura envolvendo conceitos de inteligência artificial e aprendizado de máquina. O foco educacional é retratado nesta seção por meio da menção de trabalhos científicos desenvolvidos e informações relevantes à área abordada. Por fim as conclusões são feitas na seção IV.

II. NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E O MAPEAMENTO CEREBRAL

Existem diversos argumentos sobre a forma de compreender a mente e o cérebro, dentre os mais respeitados está um conceito de estudo, que é o mapeamento cerebral.

Para [2], “Em uma frase: mapas ligam a vida da mente e o espaço do cérebro. O desenvolvimento do mapeamento do cérebro tem marcado uma importante mudança na prática de experimentos em certas áreas da psicologia e da neurociência. Pela utilização de experimentos de escaneamento, fenômenos que estavam sendo estudados utilizando medidas comportamentais, vieram a ser estudados utilizando base cerebral, e, mais especificamente, medidas anatômicas. Em vez de focar nos processos da mente no tempo, o mapeamento cerebral redireciona a atenção para padrões no espaço do cérebro (Beaulieu, 2002). Essas mudanças no foco dos experimentos são detalhadas em *Images of Mind*, de Posner e Raichle (1997), dois pioneiros do método no final de 1980.”

Com isso, os cientistas conseguem ver em todos os momentos do teste qual parte da mente e do cérebro reagem, ou não reagem. Essa técnica torna possível um melhor entendimento do indivíduo, apontando e expandindo a capacidade de tratamento sobre as dificuldades.

Mas para entender como é possível utilizar a tecnologia para fazer a gestão de dificuldades de aprendizados, é preciso entender como o ser humano é capaz de aprender as coisas.

Ao iniciar os estudos sobre a ciência da aprendizagem e da memória, [3] revela que “Cada descoberta tinha uma explicação, e cada explicação parecia dizer algo não óbvio sobre o cérebro. E, quanto mais eu investigava, mais resultados estranhos encontrava. Distrações podem auxiliar a aprendizagem. Cochilos também. Desistir antes da conclusão de um projeto: nada mal, já que um projeto quase concluído permanece na memória por muito mais tempo que o finalizado.”

Contradizendo o que a grande maioria pensa, que é necessário estar em ambiente silencioso e não ter nenhum tipo de interferência para estudar e aprender algo, [3] trata o desenvolvimento intelectual de forma ampla, fazendo referência a estudos sobre a memória, o qual esclarece que o hipocampo é essencial para a memorização: “Essas memórias, uma vez formadas, devem, portanto, residir em outro lugar, fora do hipocampo. A única possibilidade viável, sabiam os cientistas, era a fina camada externa do cérebro, o neocórtex. O neocórtex é o berço da consciência humana, uma complexa malha de tecidos na qual cada área tem uma finalidade específica. O responsável pela visão fica na região posterior. Áreas do controle motor, na lateral, perto das orelhas. Uma área do lado esquerdo ajuda a interpretar a linguagem; outra, próxima, responde pelas línguas falada e escrita.”

Apesar de [3], [4], [19], [20] e [21] apresentarem uma sequência de atividades que favorecem ao estudo e melhoram o desempenho no aprendizado, a verdade é que não existe a fórmula certa. Para algumas pessoas, manterem seus rituais, surtem efeitos positivos, mas existem pessoas que se desenvolvem extremamente bem em qualquer ambiente, sem rituais ou limitações. A questão principal do aprendizado que se pode concluir após ler muitos trabalhos a respeito, é que se deve trabalhar a sua consciência. O indivíduo deve se autoconhecer para saber qual técnica lhe cabe melhor. Saber identificar como manter o foco e mais, como se manter motivado em prol a seus objetivos. Levando em consideração as condições físicas, como as de que os cérebros são fisicamente iguais, com as devidas distribuições de funções por partes, vale ressaltar que emocionalmente nenhum é igual ao outro.

Para dificuldades de memorização, existem diversas técnicas que são sugeridas, como a **Teoria do Desuso**, que envolve o esquecimento de coisas que não são mais tão necessárias ou estão desatualizadas, permitindo aprender algo novo ou aprimorar. Outra técnica muito utilizada e ainda considerada uma das mais poderosas, é a chamada **Aprendizagem Distribuída**, que significa estudar um pouco hoje e mais um pouco amanhã, dando espaçamento para a memorização do conteúdo. Contrariando a técnica de estudar muitas horas consecutivas em um único dia, contudo, ao tentar lembrar de algo, quanto mais esforço você faz para buscar a informação armazenada em seu cérebro, mais desenvolve a capacidade de memorização. A dificuldade o faz se desenvolver. A técnica de memorização é especificamente “se testar”. Quanto mais você se testa, maior é a chance de se sair bem no momento de avaliação, pois o processo torna-se mais

ameno e não um ato de terrorismo contra sua capacidade intelectual.

Para [3] “Quando o cérebro coabita com algum assunto já estudado, revela seus pontos fortes e fracos – suas limitações e imensas possibilidades – como uma máquina de aprendizagem.” E mais adiante reforça o pensamento de que “Como dizem os cientistas, o uso das memórias altera nossas memórias.”

É essencial para o aprendizado saber distribuir a atenção, ou seja, desenvolver a capacidade de manter o foco para obter resultados. Nesse contexto, [4] aponta três tipos de foco: “O foco interno nos põe em sintonia com nossas intuições, nossos valores principais e nossas melhores decisões. O foco no outro facilita nossas ligações com as pessoas das nossas vidas. E o foco externo nos ajuda a navegar pelo mundo que nos rodeia.”

Mas essa tarefa de gerenciar o foco, ou melhor, os três focos, não é tão simples, pois atualmente as distrações vem aumentando. A questão é ter consciência do que as distrações estão lhe custando. Assim como [4] reforça que “Aprendemos melhor com a atenção focada. Quando nos focamos no que estamos aprendendo, o cérebro situa aquela informação em meio ao que já sabemos, fazendo novas conexões neurais.” Assim, podemos fazer uma análise básica de nosso cotidiano e chegar a exatamente essa conclusão. A parte mais difícil é encontrar a forma de trabalhar a atenção, para manter o foco e desenvolver a memória.

III. APRENDIZADO DE MÁQUINA

De acordo com [5], o campo de *machine learning* (ML), ou aprendizado de máquina, preocupa-se em construir programas de computador que melhorem ou aprendam automaticamente com a experiência. Nos dias atuais é possível perceber muitas aplicações desenvolvidas envolvendo ML, como detecção de fraudes em cartões de crédito usando mineração e dados [6], veículos autônomos para transitar em vias públicas [7], aperfeiçoamento de *chatbots* para atendimentos em geral [8], entre outros. Como descrito em [5], a base de ML envolve conceitos e resultados de vários campos, incluindo inteligência artificial, filosofia, teoria da informação, biologia, ciência cognitiva, complexidade computacional e teoria de controle. Esta pluralidade de abrangência de áreas permite que o aprendizado de máquina possa integrar e interagir a proposta de solução de problemas diversos. A mineração de dados (MD) têm contribuído com disseminação do conhecimento de ML em ambientes acadêmicos e industriais, apesar de existir diferença entre elas. Muitas vezes ambas são confundidas uma com a outra, porém MD se centra prioritariamente na análise exploratória de dados.

Para entender ML é necessário conhecer o conceito de Inteligência Artificial (IA). A IA é um dos temas mais importantes atualmente da ciência da computação, abrangendo aplicações integrando vários ramos da sociedade. Desde 1970 [11] contempla importantes contribuições científicas mundiais a respeito de IA, tornando-se o principal fórum internacional

para publicações nesta área. Neste fórum, encontramos trabalhos como o de [12], que aborda os desafios enfrentados para se desenvolver a interação homem-robô. São considerados ambientes dinâmicos, parcialmente desconhecidos, além da representação de mapas mentais. Os autores identificaram as habilidades cognitivas individuais e colaborativas, sugerindo atividades para promover a interação humano-robô. Os resultados experimentais mostraram que o gerenciamento do conhecimento, tanto simbólico quanto geométrico são fundamentais para estabelecer interações mais naturais entre o ser humano e a máquina.

A. Aprendizado de Máquina no Ambiente Educacional

Segundo [10] “Foi desenvolvido um jogo chamado ALE-RPG, por Sarmanho et al (2011), que se utiliza das tarefas de um Gerenciador de Ensino Individualizado por Computador (GEIC) com o objetivo de adicionar fatores lúdicos e motivacionais que estimulam as crianças a não abandonarem o programa de ensino.”

O mercado de jogos vem abrindo as portas com mais atenção à área da educação e principalmente voltada para Inteligência Artificial (IA), valorizando uma subárea da IA, sendo essa o “aprendizado de máquina”.

Prosseguindo seu pensamento, [10] apresenta um estudo interessante, onde diz que “o trabalho de Puzenat et al (2010) mostrou que o processamento cognitivo humano pode ser avaliado utilizando uma rede neural adequada através de uma interface. Sua ideia foi, através de jogos digitais, mensurar ações do usuário com aprendizado de máquina. Em dois protótipos o autor detectou a idade mental e se uma criança é canhota ou destra.”

Estudos como de [17] comprovam a existência da IA na educação desde a década de 80, expandindo a capacidade de aprendizado de forma interativa. Realizaram uma busca de empresas que desenvolvem “conteúdo inteligente”, que é resumidamente, um serviço inteligente de apoio ao desenvolvimento educacional ou corporativo. Encontraram empresas que envolvem tutoriais e *feedback* em tempo real, comprovando que são foco de pesquisadores desde 1970, no entanto podemos ver nos dias atuais o reflexo positivo do avanço desse estudo na diversidade de conteúdo disponível virtualmente. [18] apresenta situações nas quais é indicado o uso de ML, e posteriormente expõe aplicações e a eficiência do processo. Em seu estudo são listadas plataformas existentes e em uso constante, que vem auxiliando no ambiente educacional. Algumas delas são:

- **Aprendizado Netex:** permite que os educadores projetem currículo digital e conteúdo em dispositivos, integrando *rich media* como vídeo e áudio, bem como avaliação de instrutores pessoais ou online;

- o **Mika** da Carnegie Learning: usa ciência cognitiva e tecnologias de inteligência artificial para fornecer tutoria personalizada e *feedback* em tempo real para estudantes de educação pós-secundária, particularmente calouros de faculdades que precisariam de cursos de recuperação;

- a **Pearson**: em colaboração com o Laboratório de Conhecimento da University College London, observa que os atuais sistemas adaptativos baseados em modelos também são cada vez mais transparentes, permitindo que os educadores entendam como um sistema chegou à decisão seguinte e tornando-os ferramentas mais eficazes para o ensino em sala de aula;

- o **iTalk2Learn system16**: um sistema projetado e testado pela Carnegie Mellon University para avaliar seus efeitos em frações de aprendizado de jovens estudantes, aplicou um modelo de aprendizado que incluía explicitamente informações sobre o conhecimento matemático de um indivíduo, necessidades cognitivas, estado emocional e feedback recebido e as respostas dos alunos por sua vez;

- o **Prototipo SimCoach**: Instrução Virtual para Treinamento Cativante (CVIT), é uma estratégia de aprendizado distribuída que visa integrar métodos de sala de aula ao vivo com tecnologias virtuais de melhor ajuste - incluindo facilitadores virtuais, realidade aumentada, tutor inteligente e outros - em programas remotos de aprendizado e treinamento. É um trabalho do Instituto de Tecnologias Criativas da Universidade do Sul da Califórnia (USC) que desenvolve ambientes virtuais utilizando jogos de IA, 3-D e animação.

Podemos analisar os resultados apresentados por todos os autores mencionados e concluir que a utilização de ML, das técnicas de aprendizagem, teorias cognitivas e demais tecnologias, têm reflexo satisfatório no desenvolvimento intelectual do ser humano.

IV. CONCLUSÕES

Os avanços tecnológicos em prol do desenvolvimento no ambiente educacional vêm ganhando mais respeito, e dessa forma o ML está se tornando cada vez não só presente no cotidiano, mas essenciais para a evolução da neurociência cognitiva. Tecnologia antes usada somente para coleta e análise de dados estatísticos, atualmente é aplicada para o auxílio em áreas de humanas e desenvolvimento intelectual.

A compilação de estudos realizados neste trabalho será fundamental para o incentivo de futuros estudos e desenvolvimento de novas tecnologias para o ambiente educacional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFMG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Sabará (Brasil).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] J. Marques. "Cognitive Neuroscience: the science of learning and education" "Neurociência Cognitiva: a ciência do aprendizado e da educação". Portal IBC, July, 2017.
- [2] A. Beaulieu. "Brains, Maps and the New Territory of Psychology" Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Theory & Psychology, 2003.
- [3] C. Benedict. "How We Learn: the amazing truth about when, how, and why learning happens." "Como Aprendemos: a surpreendente verdade sobre quando, como e por que o aprendizado acontece." Rio de Janeiro. Elsevier Ltda., 2015.
- [4] D. Goleman, "Focus: attention and its key role for success" "Foco: a atenção e seu papel fundamental para o sucesso" Editora Objetiva. Rio de Janeiro. 2013
- [5] Tom M. Mitchell. "Machine Learning" McGraw-Hill Science/Engineering/Math. March 1, 1997.
- [6] F. Carcillo, A. Dal Pozzolo, Y. Le Borgne, O. Caelen, Y. Mazzer and G. Bontempi. "SCARFF: A scalable framework for streaming credit card fraud detection with spark" Information Fusion, Elsevier, volume 41, May 2018, pages 182-194.
- [7] Á. J. Prado, M. M. Michalek and F. A. Cheein. "Machine-learning based approaches for self-tuning trajectory tracking controllers under terrain changes in repetitive tasks. Engineering Applications of Artificial Intelligence", Elsevier, volume 67, January 2018, pages 63-80.
- [8] R. Yi Man L. "Software Engineering and Reducing Construction Fatalities: An Example of the use of Chatbot. An Economic Analysis on Automated Construction" Safety, pp 105-116, 2018
- [9] P. Simon. "Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data", Wiley. March, 2013, page. 89.
- [10] G. N. Junior, D. C. Monteiro, A. B.C. Pereira, E.S. Barros and L. B. Marques. "Machine Learning as a tool to aid analysis behavior in reading teaching" "Máquina de aprendizagem como ferramenta de auxílio na análise comportamental no ensino da leitura." CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação. V 10 n1, July, 2012. Pará.
- [11] Elsevier <https://www.journals.elsevier.com/artificial-intelligence/most-downloaded-articles>
- [12] S. Lemaignan, M. Warnier, E. A. Sisbot, A. Clodic and R. Alami. "Artificial cognition for social human-robot interaction: An implementation." Artificial Intelligence, Elsevier, Volume 247, June 2017, Pages 45-69.
- [13] K. Rajan and A. Saffiotti. "Towards a science of integrated AI and Robotics." Artificial Intelligence, Elsevier, Volume 247, June 2017, Pages 1-9.
- [14] J. Pajarinen and V. Kyrki. "Robotic manipulation of multiple objects as a POMDP." Artificial Intelligence, Elsevier, Volume 247, June 2017, Pages 213-228.
- [15] F. Ingrand and M. Ghallab. "Deliberation for autonomous robots: A survey." Artificial Intelligence, Elsevier, Volume 247, June 2017, Pages 10-44.
- [16] L. Cao, X. Dong and Zhigang. Zheng. "e-NSP: Efficient negative sequential pattern mining". Artificial Intelligence, Elsevier, Volume 235, June 2016, Pages 156-182.
- [17] D. Faggella. "Examples of Artificial Intelligence in Education" Techemergence. September, 2017.
- [18] M. Davison. "AI and the Classroom: Machine Learning in Education" TrueInteraction. September, 2016.
- [19] M. W. Eysenck and M. T. Keane. "Manual of Cognitive Psychology" "Manual de Psicologia Cognitiva" Artmed. Porto Alegre. 2017.
- [20] R. N. Linhares, M. G. Melo and C. M. Alcântara. "Neuroscience and Education: Research on the Learning of a Second Language" "Neurociência e a Educação: pesquisas sobre o aprendizado de um segundo idioma." Interfaces Científicas. Aracaju. 2017.
- [21] P. F. Navajas and O. G. P. Blanco. "Neuroscience and the Five Senses in Education" "Neurociência e os Cinco Sentidos na Educação" Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar. Campos Sales. 2017.