

**Artificial intelligence in the health sciences****Ricardo Pablo Passos^{1,2}, Guanis de Barros Vilela Junior^{1,2,3}****RESUMO**

A Inteligência Artificial (IA) e áreas correlatas têm se constituído como a nova fronteira da ciência e tecnologia, com impactos já presentes em nossas vidas. Por excelência, área de convergência de saberes oriundos da física, matemática, computação, neurociência, biologia, medicina, economia, marketing, dentre outras; é vista por alguns como uma mudança de paradigma crucial que anuncia um mundo e uma vida muito melhor. Por outro lado, existem pesquisadores que a veem com desconfiança e temor, pois afinal, máquinas inteligentes poderiam escravizar os humanos. O objetivo deste artigo de revisão é refletir sobre alguns avanços da IA em várias frentes metodológicas. Métodos: foram utilizadas as bases Google Acadêmico e Pubmed para a seleção dos 43 artigos lidos e que continham os unitermos: Inteligência artificial; Human movement; Neuromotor control e Neuroscience. Estes artigos possibilitaram uma discussão generalista sobre o tema, destacando detalhes metodológicos e conclusões promissoras sobre as possibilidades da IA na área da saúde.

Palavras - chave: Inteligência artificial; Inteligência cognitiva; Saúde.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) and related areas have become the new frontier of science and technology, with impacts already present in our lives. For excellence, an area of convergence of knowledge from physics, mathematics, computing, neuroscience, biology, medicine, economics, marketing, among others; is seen by some as a crucial paradigm shift that heralds a much better world and life. On the other hand, there are researchers who see it with suspicion and fear, because after all, intelligent machines could enslave humans. The objective of this review article is to reflect on some advances in AI on various methodological fronts. Methods: the Google Academic and Pubmed bases were used to select the 43 articles read and that contained the uniterms: Artificial intelligence; Human movement; Neuromotor control and Neuroscience. These articles made possible a general discussion about the topic, highlighting methodological details and promising conclusions about the possibilities of AI in the health area.

Key words: Artificial intelligence; Cognitive intelligence; Health.

1- Núcleo de Pesquisas em Biomecânica Ocupacional e Qualidade de Vida (CNPq)

2- Universidade Metodista de Piracicaba - Unimep - SP

3- Metrocamp DeVry - Campinas - SP

Autor de correspondência:

Dr. Guanis de Barros Vilela Junior

Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano

Unimep - Piracicaba - SP

Email: guanis@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem si consolidado como uma promissora ferramenta que será capaz de revolucionar a ciência no sentido de Kuhn, ou seja, da revolução científica e a emergência de um novo paradigma de se fazer ciência. Algo potencialmente comparável com a revolução copernicana ou a revolução causada pela física quântica há pouco mais de 100 anos atrás.

Muitas vezes confundida e demonizada como uma ferramenta que no futuro será capaz de exterminar a espécie humana do planeta, ela já está presente em muitas das tarefas cotidianas que realizamos em ambiente virtual, tais como, compras on line, serviços bancários, reservas de hotéis, reconhecimento facial, otimização de fluxos de produção e de logística, direção veicular homem-independente e interação, via voz, com assistentes como o Alexa da Amazon, a Cortana da Microsoft, Watson da IBM e a Siri da Apple, dentre várias outras.

Na área da saúde e promoção da qualidade de vida, o uso da IA ainda é incipiente, tendo como referência o número de artigos publicados sobre este objeto de estudo quando comparado com outras áreas

de investigação científica.

O objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática sobre a IA e refletir sobre seu potencial uso nas ciências da saúde. Tal estudo é justificado pela premência desta área de investigação estar em sintonia com a vanguarda tecnológica mundial.

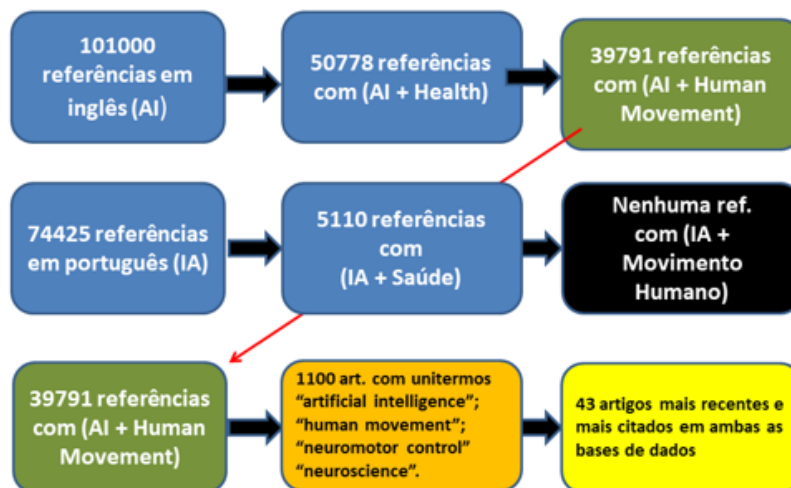
MÉTODOS

Para esta revisão foram utilizados os repositórios do Pubmed e Google Acadêmico para a busca de artigos com os unitermos: *artificial intelligence; artificial intelligence modern approaches; artificial intelligence health; artificial intelligence human movement* e seus equivalentes em português (*inteligência artificial; inteligência artificial modernas abordagens; inteligência artificial saúde; inteligência artificial movimento humano*). A Figura 1 mostra a quantidade de artigos encontrados para cada unitermo em ambas as línguas e ambos os bancos de dados. Os critérios de seleção final dos 43 artigos a serem lidos integralmente foram: os artigos mais citados em ambas as bases de dados e os mais recentes (busca realizada em dezembro de 2017).

Figura 1 – Tabela com o número de artigos encontrados

Unitermos	Google Acadêmico	Pubmed
<i>Artificial Intelligence</i>	101000	74425
Inteligência Artificial	17600	142
<i>Artificial Intelligence; Modern approach</i>	40400	212
Inteligência Artificial; Abordagem moderna	4420	0
<i>Artificial Intelligence; Health</i>	48700	2078
Inteligência Artificial; Saúde	5110	0
<i>Artificial Intelligence; Human Movement</i>	35900	3891
Inteligência Artificial; Movimento Humano	5700	0

O fluxograma na figura 2 mostra o processo de seleção dos artigos utilizados nesta revisão.



Obs: Os 43 artigos selecionados faziam referência explícita às expressões "artificial intelligence"; "human movement"; "neuromotor control" e "neuroscience".

O objetivo desta revisão foi realizar um aprofundamento relativo a IA e sua aplicabilidade na área da saúde (AS), especialmente nas Ciências do Movimento Humano (CMH).

REVISÃO DA LITERATURA

Há séculos o homem tem tentado construir máquinas que imitam o corpo humano, no início, provavelmente, como brinquedos que talvez fascinasse quem os visse. Hamet e Tremblay¹ reportam que na China, no

século III, o engenheiro Yan Shi presenteou o imperador Mu de Zhou com o primeiro autômato humanoide construído que possuía uma mão mecânica feita com couro, madeira e órgãos artificiais. Citam também que no auge científico do islamismo no século XII, o engenheiro mecânico Al Jazari construiu um robô humanoide capaz de tocar címbalo. Em 1495 Leonardo da Vinci projetou um cavaleiro robô que seria capaz de sentar e levantar, movimentar os braços com movimentos ondulatórios, mexer a cabeça e a mandíbula, através de cabos e polias.

Com o advento dos avanços computacionais nas últimas décadas e o aumento da capacidade de processamento dos computadores, ocorreu uma significativa aproximação entre a IA e neurociência, na década de 40 Turing²; Mcculloch e Pitts³; Hebb⁴; já discutiam aspectos comportamentais e a lógica subjacente da atividade nervosa que pudesse ser simulada através de algoritmos computacionais. Recentemente a aproximação entre neurociência e IA se consolidou exponencialmente apesar da complexidade desta interação, ambas as áreas apresentam objetos de estudo claramente diferenciados e áreas de atuação enquanto disciplinas bastante solidificadas, conforme atesta Brooks et al⁵, ao afirmar que cabe a neurociência a geração de ideias capazes de acelerar e conduzir as

pesquisas relativas às pesquisas de IA.

Segundo Hassabis et al⁶; a neurociência tem sido uma rica fonte de inspiração para novos tipos de algoritmos e arquiteturas baseadas em métodos lógico matemáticos que tem dominado tradicionalmente as abordagens na IA. De acordo com o mesmo autor é a neurociência a responsável pela validação das técnicas de IA já existentes, por exemplo, se um algoritmo conhecido for implementado no cérebro deve existir um forte suporte que assegure a plausibilidade de que seja mantida a integridade e inteligência geral do sistema. É evidente que tal conduta além de metodologicamente adequada é também eticamente sustentável desde que as pesquisas envolvendo animais (inclusive os humanos) respeitem os princípios civilizatórios que colocaram o homem como o responsável por este desafio tecnológico, potencialmente capaz de redimensionar radicalmente como os humanos se relacionam com outros sistemas biológicos e com o meio ambiente.

Para delinear mais claramente citamos estudo realizado por Marr e Poggio⁷; que surpreendentemente colocam a plausibilidade como um guia e não como um requisito rigoroso onde estranhamente os mesmos colocam o nível computacional e algorítmico como mais importantes que o nível implementação, ou seja o substrato biológico onde a IA é inserida. É importante destacarmos aqui dois

equivocos: 1) O metodológico, pois coloca o nível computacional e o nível de programação hierarquicamente acima do biológico; 2) O ético que subestima o sistema biológico e o vê “apenas como substrato” de implementação da IA. Um exemplo hipotético: admitamos que em uma bactéria seja implementado um algoritmo genomicamente construído, capaz de realizar o que Esser et al⁸ chama de computação neuromórfica ou seja por engenharia reversa é realizada mimésis do sistema nervoso e a mesma seja inoculada em um ser humano, esta bactéria com IA, ao circular pelo corpo humano seria capaz por exemplo de decidir o destino de seu hospedeiro diante do estágio de um câncer agressivo. Parece ficção científica, mas a convergência iminente da IA, neurociência e nanotecnologia parecem ser inevitáveis na próxima década.

Tank e colaboradores⁹ ao estudarem as evidências cumulativas de diferentes estímulos visuais, mostrou que as escolhas prévias e as escolhas próximas refletem a força da evidência acumulada no sistema nervoso central de neurônios no córtex frontal e parietal, sendo estes responsáveis pelo trabalho de como a memória funciona no comportamento de ao longo do tempo.

Karwowski e Çakit¹⁰ utilizaram em seus estudos o chamado Sistema Adaptativo Neuro Fuzzy (ANFIS) capaz prever a ocorrência de

eventos adversos (no artigo se refere a atentados terroristas) realizados por seres humanos. Para isto utilizaram quatro tipos de variáveis: número de pessoas mortas, números de feridos, números de pessoas sequestradas, e o total de “eventos adversos”; o desenvolvimento do ANFIS considerou também suporte financeiro, densidade populacional, número de atentados no mês anterior. Como conclusão os autores afirmam que o ANFIS mostrou maior precisão preditiva do que a regressão linear múltipla (estatística tradicional). O ANFIS é capaz de estimar a ocorrência de eventos adversos de acordo com a infraestrutura econômica e valores culturais.

Wang e colaboradores¹¹ em artigo de revisão sobre trajetória de objetos utilizando algoritmos de Clusters analisou o comportamento em tempo real de sujeitos que portam celulares que possuem tecnologias de localização por GPS, sensores de networks e tecnologia wireless. Neste estudo utilizaram cinco categorias de algoritmos de Clusters, são elas: 1) Método baseado em partição; 2) Método baseado em hierarquia; 3) método baseado em densidade; 4) método baseado em grade e 5) método baseado em modelamento. Apenas as categorias 2,3 e 4 apresentaram propriedades ante ruído fortes e, portanto, melhor precisão. Como conclusão os autores elencam vários cenários possíveis da aplicabilidade do

rastreamento de celulares por Clusters, que vão desde comportamento de grandes contingentes populacionais até o rastreamento pontual de um celular específico, sendo assim possível fazer inferências de suas preferências de deslocamento em suas atividades de trabalho, de lazer e de consumo.

Guergachi et al¹², ao estudarem regras de associação a partir de data mining na informática aplicada a saúde mostraram que, por exemplo, uma população que apresente 85% de fumantes, por associação do algoritmo utilizado, é possível afirmar que provavelmente esses 85% não sejam fisicamente ativos. O mesmo estudo destaca várias associações possíveis de serem obtidas através de equipamentos médicos digitais como raio x, tomografia, ressonância, monitores de pressão, medidores digitais de glicose, nebulizadores, dentre outros que ao alimentarem bancos de dados permitem a utilização em larga escala para tomada de decisões e otimização dos procedimentos clínicos.

Zwitter e colaboradores¹³, em um instigante artigo levanta questões éticas importantes diante do enfrentamento que a humanidade realizará com tanta informação; é sabido que o volume de dados a cada ano dobra em relação a todos os dados já produzidos pela humanidade até o ano anterior. Para que tanta informação seja utilizada a favor da

consolidação de uma sociedade democrática e planetariamente sustentável, os autores afirmam que precisam ser seguidos os seguintes princípios fundamentais: 1) O aumento da descentralização dos sistemas de informação, 2) Apoio informacional a autodeterminação e participação, 3) Aumento da transparência para obtenção de maior confiabilidade, 4) Redução da distorção e poluição da informação (Fakenews), 5) da capacidade de utilização e controle de filtros de informação, 6) apoio adversidade social e econômica, 7) incentivo a interoperabilidade e oportunidades colaborativas, 8) a criação de assistentes digitais e ferramentas de coordenação, 9) o apoio a inteligência coletiva e 10) a promoção do comportamento responsável dos cidadãos no mundo digital através da alfabetização digital e seu uso consciente.

Contextualizando este cenário, fica evidente que existirão grupos de pessoas que somarão esforços para usar a IA como instrumento de dominação, opressão e poder, por exemplo, companhias de seguro de saúde que cobrarão mais caro do cliente que se encaixe em zonas de risco para instalação de algumas doenças, pois terão a informação dos hábitos deletérios deste cliente hipotético que é sedentário e consome bebidas alcoólicas. Talvez um apavorante cenário onde grandes corporações deixarão claras as regras de um

novo jogo perverso, onde o vigiar e punir foucaultiano seja radicalizado ao com slogans do tipo: “corra seis quilômetros cinco vezes na semana e tenha um desconto de 20% no seu plano de saúde” ou pior: “este mês você frequentou sete vezes aquela rede de frango frito e por isto entrou na zona vermelha de riscos que adotamos, já debitamos 60 dólares a mais de sua conta para o ministério da saúde”. Um mundo de vigilância e punição em nome de uma profilaxia societária asquerosa. Entretanto, por outro lado, existirão também, grupos de pessoas que se organizarão para tentar usar a IA como instrumento de consolidação de uma sociedade menos desumana, menos centralizada no estado, onde seja garantido ao cidadão fazer suas escolhas, sejam elas quais forem, mas preferencialmente, escolhas mediadas pelo conhecimento das possíveis consequências das mesmas. Exemplificando: um cidadão que queira consumir uma droga qualquer, deveria, a priori, ser respeitado em sua escolha da mesma maneira que deveria, a priori, ser respeitada sua orientação religiosa, caso tenha alguma. O apriorismo aqui utilizado tem uma intencionalidade evidente, afinal, talvez sejam necessários séculos para a consolidação de um ethos planetário.

Serikana e colaboradores¹⁴ pesquisam o que é chamado de brain intelligence ou inteligência cognitiva que se consolida com a

geração de novas ideias sobre eventos sem a utilização da IA com algum tipo de função imaginária. Para isto, pontuam as limitações da IA uma vez que esta não tem conseguido ajudar as funções globais do cérebro como auto- compreensão; auto- controle; auto- consciência e auto- motivação. A IA tem dificuldade em realizar associações que nosso cérebro faz com facilidade, por exemplo, as expressões “gato”+ “lasanha” = “Garfield”. Neste sentido a inteligência cognitiva tem papel importante para ajudar a IA e o aprimoramento de seus algoritmos. Uma possível resposta a esta questão foi dada por Pan¹⁵ que pontua que a IA já transpôs várias destas dificuldades através da presença massiva de sensores em rede, da emergência do big data, no aumento do tamanho da comunidade da informação e da interligação e fusão de dados e informação na sociedade humana, no espaço físico e no ciberespaço; a esta convergência o autor denominou IA 2.0; com ela, o Watson da IBM tem escaneado os prontuários de milhões de pacientes de câncer em hospitais, fornecendo sugestões para o diagnóstico da leucemia e propondo programação terapêutica, mudando o paradigma da oncoterapia e do diagnóstico clínico. Esta mudança de paradigma se consolida cada vez mais à medida que o mundo abandona o modelo binário (espaço físico + sociedade humana) e migra para o modelo

ternário (espaço físico + espaço cibernético + sociedade humana).

Entre 2016 e 2020 estima-se que o número de pesquisas sobre IA tenha um aumento por volta de 400%; uma evidência de que o ritmo de soluções investigativas e o aprimoramento tecnológico será inevitável. Neste contexto, a utilização dos modelos de lógica clássica (booleana), mostraram-se incapazes de solucionar vários problemas; o uso da lógica fuzzy tem possibilitado enormes avanços no tratamento de dados complexos como, por exemplo, a percepção de felicidade (radiante, feliz, apático, triste, deprimido, etc.) dos indivíduos a partir de vídeos, conforme mostram estudo de Zhan e Ma¹⁶. Tais ferramentas, quando consolidadas, terão um impacto massivo nas pesquisas relativas à percepção da qualidade de vida de diferentes populações. Goyal e Singghai¹⁷ também pesquisaram o reconhecimento de imagens a partir de vídeos e concluíram que o mesmo é comprometido quando o registro filmográfico apresenta sombras em movimento e que a eficiência é dependente da quantidade de pixels da filmadora e das condições de iluminação. Neste caso a solução para os sistemas de reconhecimento de imagens devem preferencialmente associar registros de vídeos e de infravermelho para o aumento da precisão. A cada ano o chamado e-learning (aprendizado

realizado através de dispositivos eletrônicos e computacionais, tais como PC, tablet, smartphone, assistentes pessoais como a Alexa ou o Watson) se faz mais presente na vida das pessoas. Um estudante que queira pesquisar sobre o tema “exercícios físicos para pacientes com câncer”, corre o risco de se perder em tanta informação científica sobre o tema disponível na internet. Tal estudante terá que ser auxiliado para realizar a melhor busca possível, utilizando os melhores critérios de filtragem para selecionar, digamos, setenta artigos sobre o tema. Será que buscar os artigos mais citados, mais recentes e em língua inglesa é o melhor critério? Não necessariamente, afinal, existem interesses financeiros, políticos, religiosos, ideológicos e do chamado imperialismo científico de currais acadêmicos, que levantam sérias dúvidas sobre a mais criteriosa revisão sistemática; várias pesquisas mostram a importância de critérios ontológicos e semânticos de filtragem, como, por exemplo, evidenciam os estudos de Tarus et al¹⁸, Chughtai et al¹⁹, Ciuciu et al²⁰, Fraihat et al²¹, Hashizume et al²², Huang et al²³, Kontopoulos et al²⁴, Lu et al²⁵, Moradi et al²⁶, Pu et al²⁷, Schafer et al²⁸, Sharma et al²⁹ e Wang et al³⁰. Neste contexto, o e-learning e a IA, serão elementos centrais na confiabilidade da qualidade do conhecimento científico construído, tanto pelos humanos quanto por robôs com IA. Mas fica aqui a

intrigante questão: tudo isto pouco mudará, afinal, são humanos que desenvolvem os algoritmos da IA, então os interesses e controle podem continuar? E a intrigante resposta: por hora sim, mas quando os próprios robôs com IA começarem a desenvolver os próprios algoritmos, é provável que as mudanças sejam significativas, onde o enfrentamento ético será fundamental e um dos elementos centrais de toda ética é lidar com “condutas e as emoções que as regem”. Aqui vale a questão central: não é se máquinas inteligentes podem ter emoções,

mas se existirão máquinas que possam ser chamadas de inteligentes se não tiverem emoções.

Identificar e aprender com as emoções humanas é um enorme desafio para a IA, por exemplo, o chamado modelo OCC proposto por Ortony e colaboradores³¹ é capaz de distinguir 22 diferentes categorias de emoções, mostradas na figura 1.

Figura 1 – Modelo OCC e suas vinte e duas categorias de emoções.

Alegria: (satisfeito) um evento desejável	Decepção: (descontente sobre) não confirmação da perspectiva de um evento desejável
Aflição: (desagradado) um evento indesejável	Orgulho: (aprovando) a própria ação digna de louvor
Feliz por: (satisfeito) um evento presumivelmente desejável para outra pessoa	Vergonha: (desaprovando) a própria ação culposa
Compaixão: (descontente sobre) um evento que se supõe ser indesejável para outra pessoa	Admiração: (aprovando) a ação louvável de alguém
Vingança: (satisfeito) um evento presumivelmente indesejável para outra pessoa	Reprovação: (desaprovando) a ação culposa de outra pessoa
Ressentimento: (desagradado sobre) um evento presumivelmente desejável para outra pessoa	Gratificação: (aprovando) a própria ação louvável e (sendo satisfeito) o evento desejado relacionado
Esperançoso: (satisfeito) a perspectiva de um evento desejável	Remorso: (desaprovando) a própria ação culposa e (sendo desagradado sobre) o evento indesejável relacionado
Medo: (desagradado) a perspectiva de um evento indesejável	Gratidão: (aprovando) a ação louvável de outra pessoa e (sendo satisfeito) o evento desejado relacionado
Satisfação: (satisfeito) a confirmação da perspectiva de um evento desejável	Raiva: (desaprovando) a ação culposa de outra pessoa e desagradado sobre o evento indesejável relacionado
Medo confirmado: (descontente sobre) a confirmação da perspectiva de um evento indesejável	Amor: (gostando) um objeto atraente
Alívio: (satisfeito) a não confirmação da perspectiva de um evento indesejável	Ódio: (não gosta) um objeto pouco atraente

Neste modelo (OCC) de reconhecimento de dados de vídeo, quatro fases são necessárias para a caracterização de um comportamento emocional, são elas: 1) Categorização; 2) Quantificação; 3) Interação e 4) Mapeamento; algoritmos de IA que usam o mesmo, atingem taxas de acerto entre 65%

e 90% de acertos, quando comparados com o que os sujeitos reportam de seus sentimentos. Fica evidente que falta muita pesquisa para se tornar uma ferramenta confiável. Complementar ao reconhecimento visual a IA com reconhecimento de voz e léxico tem obtido sucesso em várias áreas, atualmente

as populares Cortana (Microsoft), Alexa (Amazon), Siri (Apple) e o Hallo (Google) são aperfeiçoados cada vez mais e já conseguem identificar palavras com sotaque e com dot pits alterados; mas ainda precisamos realizar a enfadonha tarefa de digitar um texto em um teclado. Khan e colaboradores³² utilizaram sistema de filtragem e atenuação odds ratio para detecção de sentimentos através do léxico semântico e mostraram que este método é mais eficiente para a identificação de sentimentos gerais, sem se ater à intensidade de tais sentimentos. Por exemplo, um professor fleumático, apresentará desafios enormes a seus alunos e às machines learning que aprendem com suas aulas gravadas em vídeo e áudio; talvez o mesmo acontecerá em alfândegas e entrevistas para um emprego. Na área da saúde a utilização da identificação de sentimentos com reconhecimento facial

e auditivo poderá ser uma importante ferramenta na psiquiatria, nas anamneses, nos protocolos para avaliação da percepção do bem-estar e da qualidade de vida. Uma das aplicações mais promissoras da AI se refere às chamadas tecnologias anti-aging, vitais para um planeta cuja população tende a ficar cada vez mais idosa. Batin e colaboradores³³ fazem uma brilhante reflexão sobre as aplicações mais eficazes da inteligência artificial para prolongar a vida e a vida profissional, desde o aprendizado de máquinas clássicas até a superinteligência.

Figura 2 – Tabela com as expectativas da IA na área médica segundo Batin e colaboradores.

Época Esfera	IA básica e aprendizagem de máquinas	IA ao nível humano	Super Inteligência
Ecossistemas de Segurança e cuidados com saúde	Organização de pacientes; medicina digital	Sistema global de segurança em saúde	Fusão da IA com a humanidade
Integração da IA com o cérebro humano	Avatar intelectual	Exocórtex; Redes de upgrade	Uploading e Neuroweb
Integração da IA com o corpo humano	Tecnologias vestíveis	Ciborgização e microrrobôs	Nanomedicina
Pesquisa científica na extensão da vida	Geroprotetores; Biomarcadores do envelhecimento	Cientistas artificiais; controle total do genoma	Controle total da Biologia

Na Figura 2 são mostradas as épocas da evolução da IA no prolongamento da vida, observa-se estamos na primeira das 3 épocas citadas pelos autores, apesar de já existirem pesquisas e produtos já disponíveis como exoesqueletos que evitam a queda de idosos e os primeiros passos dados com importantes avanços na nanomedicina.

Deng e colaboradores³⁴ ao pesquisarem a decodificação de movimentos humanos a partir de Potenciais Locais no Cérebro Profundo (PLC) usando conjuntos de redes neurais. Tal tecnologia é capaz de coletar dados de uma grande população de neurônios sincrônicos na ganglia basal, uma das redes neurais que são afetadas com a doença de Parkinson e distonia. A principal conclusão desta pesquisa é que os melhores resultados são obtidos com a utilização simultânea de três classificadores de redes neurais: 1) feedforward; 2) em base radial e 3) rede neural probabilística; com nível de decodificação do movimento com coeficiente de aceitação ($Kappa=0,729$) bastante satisfatório. Sintetizando: hoje existe tecnologia capaz de estimular pontualmente redes neurais em pacientes com Parkinson e distonia; esta estimulação é capaz de possibilitar que os mesmos realizem tarefas manuais que antes não eram possíveis.

Entretanto Carabez e colaboradores³⁵ mostraram que é possível fazer o mapeamento 3D da atividade cerebral a partir de dados obtidos por 64 eletrodos para eletroencefalograma (EEG) que tradicionalmente são tratados em

2D. Para isto, recorreram a rede neural de convolução para identificação de estímulos auditivos oriundos de seis diferentes direções em uma interface cérebro-computador. Também na interação homem-computador uma pesquisa de Jochumsen e colaboradores³⁶ que teve como objetivo classificar a cinética de 3 diferentes tipos de pegada a partir do mapeamento dos potenciais corticais e diferentes ritmos de EEG (delta, theta, mu/alpha, beta e gama) e concluíram que a informação de todo o espectro do EEG precisa distinguir os parâmetros relacionados à tarefa das intenções de movimentos simples.

Zhou e colaboradores³⁷ desenvolveram um padrão de classificação de imagens utilizando padrões de reconhecimento biomimético e redes neurais convolucionadas, utilizando a mesma estrutura lógica utilizadas por outros mamíferos, chegando a acurácia de 99,01% e 98,40% para dois conjuntos de dados na identificação de objetos e expressões faciais.

Wang³⁸ desenvolveu um modelo computacional de redes neurais auto-organizadas de memória associativa espaço-temporal para problemas com estado oculto (loops). Para memória de curto prazo foi medido o decaimento da neuroatividade e para memória de longo prazo a força entre os nós da rede neural, potenciais pré-sinápticos e mecanismos sincronizados de ativação. Para identificar loops escondidos (que no cérebro humano poderia ser, por exemplo, um lapso de memória) recorreu à elaboração de um algoritmo heurístico a partir do modelo de

Markov de múltiplas profundidades.

São muitos os caminhos metodológicos utilizados nas pesquisas em IA, Huang e colaboradores³⁹ propuseram um modelo cognitivo baseado em plasticidade neuromodulada. Este modelo partiu de um pressuposto básico: a aprendizagem associativa, incluindo condicionamento clássico e condicionamento operante, são considerados como os principais tipos de aprendizagem de seres biológicos complexos (expressão que neste texto se refere a animais que tem estrutura de SNC parecida com a humana, com córtex sensorial e motor, cerebelo, lóbulos frontais, temporais e parietais, dentre outras estruturas) considerada como o tipo mais fundamental de aprendizado. Tal modelamento de rede neural incluiu módulo de memória de multi armazenamento e simuladores dopaminérgicos para produzir o sinal de recompensa, que por sua vez interfere na força sináptica. Um eventual aumento da força sináptica é decisivo, neste modelo, para a aprendizagem associativa. Tal algoritmo foi implementado em robôs que atestaram a adequação e validade do mesmo.

You e colaboradores⁴⁰ propuseram o Índice Espectral de Gini (IEG) para avaliar níveis de consciência profunda através de métodos considerados simples (com baixa complexidade computacional). Com 30 sujeitos com mais de 20 anos, todos saudáveis, que foram submetidos a anestesia profunda (com propofol) para aquisição dos dados de EEG; concluíram que o IEG apresentou altas correlações com os níveis

de concentração de propofol. Tais achados são importantes clinicamente e cientificamente, uma vez que o IEG pode ser um coadjuvante em cirurgias complexas e uma fonte de dados importante para o desenvolvimento de algoritmos na IA que estudam níveis de consciência.

Yao⁴¹ ao pesquisar a extração de dados de reconhecimento de humanos em vídeos em situações estáticas e de movimento recorreu ao Modelo BoW (Bag of Word) associado a um algoritmo na chamada divergência Kullback–Leibler (também conhecida como entropia relativa) capaz de medir a imprevisibilidade de um sistema. Tal modelo conseguiu identificar e distinguir vários movimentos de esportes olímpicos (lançamento do disco, martelo, salto ornamental, salto em altura, salto com vara, salto à distância, salto triplo, saque no tênis e lançamento no basquetebol). Movimentos estes que exigem elevado nível de habilidade e que só agora começam a ser mapeados na perspectiva das redes neurais e suas oscilações.

Ao pesquisarem as oscilações neurais macroscópicas durante a realização de movimentos com habilidade em humanos Yeom e colaboradores⁴² destacam que estudos recentes mostram que redes neurais na medula espinhal estão envolvidas na consolidação de movimentos habilidosos; os autores utilizaram o MEG (Magnético Eletro Encefalograma) para analisar tais oscilações e concluíram que o sistema córtico-espinhal está envolvido na geração e controle do movimento habilidoso.

Nas chamadas Ciências do Movimento Humano, que desenvolvem pesquisas sobre o mesmo na perspectiva do controle neuromotor, da biomecânica, os estudos de Cippitelli e colaboradores⁴³ é bastante significativo, uma vez que mostram a aplicabilidade de um sistema de reconhecimento do esqueleto humano, a partir de imagens de vídeo, que possa, por exemplo, auxiliar idosos e minimizar riscos de queda. Tal sistema é capaz de distinguir movimentos muito semelhantes para o movimento dos membros superiores (beber e falar ao telefone), fruto da elevada acurácia (98,7%) do mesmo.

Especificamente na Biomecânica do movimento humano, o futuro é promissor. Análises do movimento humano, em diferentes contextos e situações e para diferentes populações, um dia alimentarão bancos de dados em escala mundial e será possível o diagnóstico do mesmo, em situações de reabilitação e de performance esportiva.

CONCLUSÃO

Neste estudo destacamos as várias possibilidades de pesquisa e inovação tecnológica na área da Inteligência Artificial (IA) e da inteligência cognitiva. Expressões (por exemplo: *geroprotetores*, *neuroweb*, *nanomedicina*, *exocórtex*, *super inteligência*, etc.) que hoje (2017) soam como estranhas ou ficcionais, serão corriqueiras em um futuro que se constrói dia-a-dia nas milhares de mentes que se debruçam sobre o

tema. O problema não é a tecnologia e sim o uso que fazemos dela; de fato o ser humano é dúbio e não raro perde a medida da sensatez e da racionalidade. Com a física nuclear, bombas atômicas até hoje atormentam a humanidade, mas o mesmo conhecimento da física possibilita salvar milhões de vidas que lutam contra o câncer. Demonizar tais tecnologias e saberes em nada ajuda na construção de um mundo mais sustentável, mais tolerante, mais eficiente e por que não sonhar? Mais justo! Ou não?

REFERÊNCIAS

- 1- Hamet e Tremblay (2017). Artificial intelligence in medicine. 0026-0495/© 2017 Published by Elsevier Inc.
- 3- McCulloch, W., and Pitts, W. (1943). A logical calculus of ideas immanent innervous activity. Bull. Math. Biophys. 5, 115–133.
- 4- Hebb, D.O. (1949). The Organization of Behavior (John Wiley & Sons).
- 5- Brooks, R., Hassabis, D., Bray, D., and Shashua, A. (2012). Turing centenary: is the brain a good model for machine intelligence? Nature 482, 462–463.
- 6- Hassabis, D., and Maguire, E.A. (2009). The construction system of the brain. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 364, 1263–1271.
- 7- Marr, D., and Poggio, T. (1976). From understanding computation to understanding neural circuitry. A.I. Memo 357, 1–22.
- 8- Esser, S.K., Merolla, P.A., Arthur, J.V., Cassidy, A.S., Appuswamy, R., Andreopoulos, A., Berg, D.J., McKinstry, J.L., Melano, T., Barch, D.R., et al. (2016). Convolutional networks for fast, energy-efficient neuromorphic computing. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 113, 11441–11446.
- 9- Scott. B. B, Constantinople. M. C, Akrami. A, Hanks. D. T, Brody. D. C, Tank W. D,(2017) .Neuron 95, 385–398 July 19, 2017 ^a 2017 Elsevier Inc.
- 10- Çakıt E, Karwowski W(2017). Predicting the occurrence of adverse events using an adaptive

- neuro-fuzzy inference system (ANFIS) approach with the help of ANFIS input selection. *Artif Intell Rev* (2017) 48:139–155.
- 11- Yuan G, Sun P, Zhao J, Li D, Wang C, (2017) A review of moving object trajectory clustering algorithms. *Artif Intell Rev* (2017) 47:123–144.
- 12- Altaf W, Shahbaz M, Guergachi A, (2017). Applications of association rule mining in health informatics: a survey. *Artif Intell Rev* (2017) 47:313–340.
- 13- Helbing D., Frey B. S., Gigerenzer G., Ernst, M. H., Hofstetter, Y., Hoven, J., Zicari R. V., Zwitter, A. (2017) Will Democracy Survive Big Data and Artificial Intelligence? *Scientific american*. 25 Feb. p. 1-48.
- 14- Lu, H, Li, Y, Chen, M, Kim, K, Serikawa, S, (2017) Brain Intelligence: Go Beyond Artificial Intelligence. *Mobile Networks and Applications*. p1-18.
- 15- Pan, Y. (2017). Heading toward Artificial Intelligence 2.0. *Engineering* 2 (2016) 409–413.
- 16- Zhan, J.; Liu, Q.; Ma, X. (2017). A survey of decision making methods based on certain hybrid soft set models. *Artif Intell Rev* (2017) 47:507–530
- 17- Goyal, K. Singghai, J. (2017). Review of background subtraction methods using Gaussian mixture model for video surveillance systems. *Artif Intell Rev*.
- 18- Tarus JK, Niu Z, Mustafa. (2017) Knowledge-based recommendation: a review of ontology-based recommender systems for e-learning *Artif Intell Rev*: (1-28).
- 19- Chughtai MW, Selamat A, Ghani I, Jung JJ (2014) E-learning recommender systems based on goal-based hybrid filtering. *Int J Distrib Sens Netw* 2014:1–19
- 20- Ciuciu I, Tang Y (2010) A personalized and collaborative elearning materials recommendation scenario using ontology-based data matching strategies. *Lecture notes in computer science (including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics)*, 6428 LNCS, pp 575–584
- 21- Fraihat S, Shambour Q (2014) A framework of semantic recommender system for e-learning. *J Softw* 10(3):317–330
- 22- Hashizume K, Rosado DG, Fernandez-Medina E, Fernandez EB (2013) An analysis of security issues for cloud computing. *J Internet Serv Appl* 4(1):1–13
- 23- Huang Z, Lu X, Duan H (2011b) Context-aware recommendation using rough set model and collaborative filtering. *Artif Intell Rev* 35(1):85–99
- 24- Kontopoulos E, Vrakas D, Kokkoras F, Bassiliades N, Vlahavas I (2008) An ontology-based planning system for e-course generation. *Exp Syst Appl* 35(1–2):398–406
- 25- Lu J, Wu D, Mao M, Wang W, Zhang G (2015) Recommender system application developments: a survey. *Decis Supp Syst* 74:12–32
- 26- Moradi P, Ahmadian S (2015) A reliability-based recommendation method to improve trust-aware recommender systems. *Exp Syst Appl* 42(21):7386–7398
- 27- Pu P, Chen L, Hu R (2012) Evaluating recommender systems from the user’s perspective: survey of the state of the art. *User Model User Adap Inter* 22(4–5):317–355
- 28- Schafer J, Frankowski D, Herlocker J, Sen S (2007) Collaborative filtering recommender systems. *The adaptive Web*, pp 291–324
- 29- Sharma M, Mann S (2013) A survey of recommender systems: approaches and limitations. *Int J Innov Eng Technol* 2(2):1–9
- 30- Wang HC, Huang TH (2013) Personalized e-learning environment for bioinformatics. *Interact Learn Environ* 21(1):18–38
- 31- Ortony, A., Clore, G., Collins, A.: *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press, Cambridge (1988).
- 32- Khan, FH., Qamar, U., Bashir, S. (2017) Lexicon based semantic detection of sentiments using expected likelihood estimate smoothed odds ratio. *Artif Intell Rev* 48:113-138.
- 33- Batin M., Turchin A., Markov S., Zhila A., Denkenberger D. (2017) Artificial Intelligence in Life Extension: from Deep Learning to Superintelligence. *Informatica* 41 (2017) 401–417 401.
- 34- Mohammad S. Islam, Khondaker A. Mamun, Hai Deng. (2017) Decoding of human movements based on deep brain local field potentials using ensemble neural networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2017, Article ID 5151895, 16 pages.
- 35- Carabez, E., Sugi M., Nambu I., Wada Y. (2017) Convolutional neural networks with 3D input for P300 identification in auditory brain-computer interfaces. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2017, Article ID 8163949, 9 pages.
- 36- Jochumsen, M., Roving C., Roving H.,

- Niazi I. K., Dremstrup K., Kamavuako, E.N., (2017) Classification of hand grasp kinetics and types using movement-related cortical potentials and EEG rhythms. *Computational Intelligence and Neuroscience* V. 2017, Article ID 7470864, 8 pages.
- 37- Zhou L., Li Q., Huo G., Zhou Y. (2017) Image classification using biomimetic pattern recognition with convolutional neural networks features. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2017, Article ID 3792805, 12 pages.
- 38- Wang, Z. (2016) A self-organizing incremental spatiotemporal associative memory networks model for problems with hidden state. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2016, Article ID 7158507, 14 pages.
- 39- Huang J., Ruan X., Yu, N., Fan, Q., Li, J., Cai, J. (2016) A cognitive model based on neuromodulated plasticity. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2016, Article ID 4296356, 15 pages.
- 40- You, K.J., Noh, G.J., Shin, H.C. (2016) Spectral Gini Index for quantifying the depth of consciousness. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2016, Article ID 2304356, 12 pages.
- 41- Yao, L. (2016) Extract the relational information of static features and motion features for human activities recognition in videos. *Computational Intelligence and Neuroscience* V. 2016, Article ID 1760172, 7 pages.
- 42- Yeom H. G., Kim J. S., Chung C. K. (2016) Macroscopic neural oscillation during skilled reaching movements in humans. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V.2016, Article ID 2714052, 8 pages.
- 43- Cippitelli E., Gasparrini S., Gambi E., Spinsante S. (2016) A human activity recognition system using skeleton data from RGBD sensors. *Computational Intelligence and Neuroscience*. V. 2016, Article ID 4351435, 14 pages.

OBSERVAÇÃO: Os autores declaram não existir conflitos de interesse de qualquer natureza.