



## CAPÍTULO 11

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA ÀS CIÊNCIAS DA VIDA

Eduardo Bento Pereira; Liza Felicori;  
Lucilene Aparecida Resende Oliveira; Patricia Silveria;  
Rosângela da Silva Lomeo; Laura Martuscelli Lunardi;  
Sabrina Feliciano Oliveira; Cristiane Bittencourt Barroso Toledo;  
Eduardo Emrich Soares; Alexsandro Sobreira Galdino;  
Denise da Silveira Lemos; Rodolfo Cordeiro Giunchetti

### Introdução

As ciências da vida compreendem um campo de estudos que abrangem um grande número de disciplinas científicas que envolvem o estudo dos organismos vivos. Seu campo de atuação extrapola os conhecimentos clássicos de biologia perpassando por áreas interdisciplinares como neurociência, biomateriais, biotecnologia, biomecânica e servindo de inspiração para desenvolvimento e inovação em Robótica e Inteligência Artificial (IA).

Em contrapartida, a aplicação de técnicas de IA para solução de problemas relacionados às ciências da vida tem aumentado com o desenvolver tecnológico, especialmente na última década. Muitos futuristas e alguns cientistas apontam a IA como sendo a “nova eletricidade” e a consideram como a tecnologia mais disruptiva deste século. Isto se deve ao fato de que, com a IA, os sistemas digitais (computadores e outras tecnologias) podem ser dotados da capacidade de resolver problemas complexos de forma semelhante a um ser humano.

### O que é IA?

A Inteligência Artificial é uma área interdisciplinar desenvolvida na década de 1950 que possui vários campos de atuação, bem como várias inspirações e algoritmos derivados de suas bases cien-

tíficas. Entre as áreas das quais a IA toma seus pilares emprestados estão a psicologia, neurociência, biologia, filosofia, linguística e a matemática. O objetivo das técnicas e algoritmos de IA é reproduzir, de modo artificial, aspectos da inteligência humana, ou mesmo de outros seres na natureza.

Ainda não existe uma IA que reproduza todos os aspectos daquilo que se pode dizer que “nos torna humanos” ou a forma a qual tomamos decisões complexas em situações totalmente diversas. Aspectos como memória, consciência, volição, aprendizagem são focos de estudos de diversos trabalhos. Porém, é comum que técnicas distintas de IA emulem alguns destes aspectos de forma limitada ou parcial, e geralmente, eficazes apenas na solução de um ou uma classe de problemas. Por outro lado, algoritmos e computadores são, geralmente, melhores na resolução de problemas que envolvem cálculos complexos, bem como na análise de um número elevado de dados. Especialmente, quando se trata da busca ou classificação de algum padrão.

### ***Principais técnicas de IA***

Quando se trata de análise de dados, algumas áreas como mineração de dados (*data mining*), Ciência dos dados (*data science*) e *big data*, se destacam no cenário atual da tecnologia. Estas áreas não são campos exclusivos de aplicação da IA sendo que técnicas estatísticas ou de identificação de sistemas também são empregadas. O objetivo principal é extrair informação de “valor” em conjunto de dados. Entenda-se por valor uma informação que possa trazer novos conhecimentos ou de alguma forma elucidar relações entre variáveis que não são, ou estão, claras à primeira vista. O conhecimento obtido pode ser usado para realização de diagnósticos, estabelecer políticas ou até mesmo permitir que o direcionamento de investimentos possa ser cientificamente sustentado.

Outro campo de estudo e aplicação de IA são os denominados Sistemas Especialistas. Nestes, o conhecimento de um especialis-

ta, geralmente humano, é modelado e implementado por meio de uma técnica de IA, como: Cálculo de Predicados, Redes Neurais Artificiais (RNA) e Sistemas de Inferência Fuzzy (FIS, do inglês *Fuzzy Inference Systems*). Este último é baseado na Lógica Fuzzy desenvolvida por Lotfi A. Zadeh (1950) e tem a capacidade de trabalhar com informações “imprecisas” e com variáveis do tipo linguísticas envolvendo adjetivos como: bom, ruim, rápido, devagar, quente, frio, muito quente, muito frio. Variáveis estas que são difíceis de serem tratadas com outro tipo de abordagem matemática. Ressalta-se aqui que o objetivo final é a implementação de um algoritmo de IA que possa ser usado em um computador e algoritmos precisam ser escritos em sentenças lógicas e que os valores entendidos pelo computador são binários como 0 e 1, verdadeiro e falso, pertence e não pertence. A lógica Fuzzy estende o conceito da lógica tradicional introduzindo o conceito de grau de pertinência, conjunto de pertinência e função de pertinência.

Um campo em destaque na IA nos últimos anos envolve o conceito de aprendizado de máquina (*Machine Learning*). Técnicas de aprendizado se baseiam no uso de um conjunto de dados ou pela experiência de modo que se possa fazer com que a máquina “aprenda” a resolver determinadas tarefas. Este aprendizado pode ser supervisionado ou não e consiste, matematicamente, na otimização de parâmetros, geralmente de uma RNA (Rede Neural Artificial). As RNAs consistem em um conjunto de funções em um arranjo que tenta mimetizar a estrutura neural de um ser vivo. Na sua forma clássica, os elementos principais de uma RNA consistem em modelos artificiais de neurônios conectados em rede por meio de pesos sinápticos. Estes pesos são valores numéricos que devem ser ajustados, juntamente com as funções de ativação, internas aos neurônios, e que modelam os mesmos, de modo que um dado conhecimento seja representado por esta rede. A rede pode ser utilizada para representar comportamentos físicos de sistemas reais (um modelo do sistema), para tomar decisões como classificar padrões ou tomar decisões de forma autônoma como nos casos de processos de decisões.

Por fim, o estado da arte em IA está relacionado às redes de aprendizagem profunda, área do conhecimento conhecida como *Deep Learning*. Esta área de aprendizagem de máquina se baseia em redes que são usadas para se armazenar conhecimento de forma mais abstrata, em diversas camadas, e por meio do uso de transformações lineares e não lineares de dados. As aplicações de técnicas de *Deep Learning* são diversas e nas áreas das ciências da vida pode-se destacar o uso em classificações de padrões como em identificação de doenças a partir de exames laboratórios e por meio de sensores em um contexto denominado *biofeedback*. Alguns autores denominam como computação cognitiva esta nova área da IA.

Um conceito ainda mais recente é o uso de Aprendizagem por Reforço em associação com as redes profundas. Esta área é denominada *Deep Reinforcement Learning* (DRL) sendo a junção de técnicas de aprendizagem profunda e aprendizagem por reforço. O DRL é considerado por muitos o Santo Graal da inteligência artificial moderna, obtendo resultados expressivos como a vitória sobre um dos maiores jogadores mundiais de Go, obtida pela IA AlphaGo, desenvolvida pela empresa DeepMind.

## **Aplicações em Tecnologias Assistivas**

Dentre os campos mais relevantes das aplicações da ciências da vida é de se ressaltar o das Tecnologias Assistivas. Tecnologias estas cujo desenvolvimento tem como propósito o auxílio de pessoas com deficiência, ou seja, pessoas com diversidades funcionais. As tecnologias assistivas são classificadas seguindo normas diversas, porém, pode-se destacar as aplicações em órteses (dispositivo externo associado ao corpo que modifica os aspectos funcionais ou estruturais do sistema neuro músculo-esquelético, resultando em vantagem mecânica ou ortopédica), próteses (dispositivo associado ao corpo para suprir necessidades e funções de indivíduos sequelados por amputações, traumas ou deficiências físicas de nascença), auxílio para vida

diária, auxílio para o trabalho e adaptações do ambiente, além de tecnologias para auxílios de pessoas em reabilitação

As deficiências são divididas em deficiência física e cognitiva. Estas podem ter sido adquiridas devido a fatores externos como acidentes e doenças ou são congênitas, relacionadas a intercorrências durante a gravidez ou parto, genética e alguns fatores desconhecidos da ciência moderna. As aplicações de IA em tecnologias assistivas podem ser agrupadas em controle de órteses e próteses por meio de biosinais, em ferramentas auxiliares para terapias ou como instrumentos de socialização ou apoio educacional. A seguir, são exemplificadas estas aplicações.

Considere o cenário no qual o indivíduo não possui uma das mãos ou então tenha sido amputada. A mão biológica pode ser substituída por uma prótese (com maior ou menor grau de semelhança). Estas próteses podem ser totalmente mecânicas respondendo a um toque manual (no caso da mão saudável) ou comandadas eletronicamente por meio de sinais biológicos (biosinais). Estes sinais são provenientes da volição do indivíduo e podem ser coletados no encéfalo (por sensores de superfície ou invasivos) ou na musculatura do antebraço. Tais sinais são designados, respectivamente, como eletroencefalográfico ou eletromiográfico. A coleta de tais sinais é uma tarefa delicada, porém, tecnologicamente superada.

A questão que emerge é, então, o uso de tais sinais para controle da prótese ou uma eventual órtese (dispositivos que protegem e apoiam o sistema locomotor, possibilitando auxiliar os movimentos dos membros ou da coluna vertebral). Para tal, os sinais devem ser processados e certas características extraídas de modo a se determinar qual a intenção do movimento a ser realizado. Estes padrões mudam de pessoa para pessoa e para a mesma pessoa de um momento para outro devido a diversos fatores. O uso da IA permite que os dados possam ser analisados, características possam ser extraídas e padrões encontrados de modo que cada movimento ou ação desejada possa ser classificada. Porém, a área de classificação de sinais biológicos para controle de órtese ainda é um desafio encontrado

por engenheiros, cientistas da computação e profissionais das áreas de biomédica e biotecnologias.

O uso da IA como ferramenta auxiliar em fisioterapia e mesmo em terapias psicológicas possui enorme relevância no atual cenário. Neste caso, os algoritmos podem ser utilizados para determinar a evolução (ou não) do paciente e auxiliar na tomada de decisão por parte do profissional de fisioterapia ou psicologia. Aplicações de IA em robôs humanoides são utilizados para fazer com que estes possam interagir com crianças com Espectro do Transtorno Autista (TEA) de modo a se trabalhar aspectos socioafetivos e cognitivos.

## **Aplicações em modelagem de sistemas biológicos**

Como mencionado anteriormente, as redes neurais artificiais têm a habilidade de armazenar conhecimento por meio de dados apresentados a ela durante o período de treinamento. Por esta razão, elas são conhecidas como aproximadores universais, podendo ser empregadas para representar o comportamento de um sistema biológico e simular o mesmo em um computador. Isto é de extrema relevância quando se pretende conhecer melhor um sistema especialmente para fins de previsão do seu comportamento futuro. Com isso, é possível a visualização de cenários prováveis e, para o caso de sistemas epidemiológicos e ecológicos, se torna possível prever comportamentos futuros do aumento ou diminuição de indivíduos de uma espécie ou propagação de uma epidemia.

Em especial, os modelos epidemiológicos permitem que governos ou criadores de animais possam se preparar para uma possível epidemia por meio da análise e simulação da propagação de uma doença. Os modelos mais utilizados se baseiam em equações diferenciais como o modelo SIR (Susceptível, Infectado e Recuperado) e suas derivações (MSIR, SEIR, e outros) nas quais as letras M e E representam, respectivamente, transmissão vertical (mãe para filhos) e exposto. Outra abordagem são os modelos baseados em indivíduos introduzidos primeiramente por Nepomuceno, E. G. et al. (2005). Neste

modelo cada indivíduo é representado por um conjunto de características que o represente como localização espacial, idade, padrões comportamentais, grupos de risco, condição socioeconômica, etc.

A simulação de tais sistemas resulta em uma quantidade massiva de dados devido ao fato de ser necessário considerar diversos valores dos parâmetros dos modelos, representando situações distintas da sociedade ou comunidade animal analisada. Estes parâmetros podem ser taxa de nascimento, taxa de contato entre indivíduos, taxa de infecção a partir de um contato de um indivíduo suscetível e um infectado, diferentes estratégias de controle: vacinação, conscientização (campanhas informativas), isolamento (quarenta) e extermínio (quando cabível, como no caso da chamada “doença da vaca louca”).

Para tal, valer-se de técnicas de IA pode diminuir significativamente o esforço computacional necessário por meio do levantamento das características ou relações entre variáveis que, em um primeiro momento, seria difícil usando técnicas estatísticas tradicionais. Estratégias de aprendizagem profunda com reforço podem ser utilizadas para treinar um agente de saúde virtual que toma decisões referentes a como combater ou evitar uma determinada epidemia. Os conceitos supracitados se estendem à agricultura, ao combate de pragas e ao manejo correto de animais.

## **IA aplicada a classificação de padrões**

A classificação de padrões e o processamento de imagens são aplicações de extrema importância para as áreas das ciências da vida, em especial no contexto do diagnóstico médico ou veterinário. A ferramenta se baseia no processamento de dados que podem ser adquiridos na forma de imagens, exames clínicos ou biosinais. O objetivo final é fazer com que a IA seja capaz de atuar como uma sistema especialista informando a presença ou não de um patógeno, ou ainda a presença de alterações fisiológicas associadas a doenças. Para o caso de plantas poderia ser a presença de fungos ou pragas e, para animais, a presença de parasitos, por exemplo.

Um algoritmo de classificação é capaz de dividir dados em classes, ou seja, conjuntos de dados os quais podem ser associados uma *label*, como a presença de uma anomalia em um eletrocardiograma, ou a presença de células disformes em uma amostra sanguínea. Para isto, é necessário que as classes sejam conhecidas e um especialista humano tenha gerado uma *label* para cada amostra utilizada no treinamento da IA. A partir do treinamento espera-se que o algoritmo tenha a capacidade de classificar novos dados apresentados a ele (dados que não foram usados no treinamento) sem a ajuda do especialista humano. Os conjuntos de dados são determinados *dataset* quando se trata da área de aprendizagem de máquinas.

Um problema semelhante consiste no agrupamento de dados. Neste caso, os dados são divididos em grupos sem que haja a necessidade do auxílio de um especialista. Porém, a informação obtida é apenas que aquele conjunto de dados ou amostras possam ser divididos em um certo número de grupos, mas sem uma informação precisa do que cada grupo representa. Esta aplicação é relevante em um primeiro momento para se separar os dados e em seguida um sistema especialista pode ser usado para classificar os elementos deste grupo a partir de conhecimento humano inserido em tal sistema a priori.

O maior desafio consiste em, a partir de dados brutos, se extrair as características (*features*) relevantes para que um algoritmo de IA possa classificar sinais ou informações provenientes de sinais biológicos. Em alguns casos os padrões de interesse podem ser identificados pelo olhar treinado do especialista humano, mas em outros as informações de valor estão “escondidas” por traz da imensa quantidade de dados. Por esta razão, sistemas computacionais cada vez mais robustos e com grande capacidade de processamento são necessários para se treinar tais algoritmos. Deste modo, é comum o uso de placas de vídeo contendo diversas unidades de processamento com capacidade de se implementar algoritmos paralelos.

## Referências

HAYKIN, Simon. **Neural Networks and Learning Machines**. 3. ed. Prentice Hall, 2008.

JOSHI, Prateek. Artificial Intelligence with Python: A Comprehensive Guide to Building **Intelligent Apps for Python Beginners and Developers**. 1. ed. Packt Publishing, 2017.

RICHARDSON, Kathleen. **Challenging Sociality: An Anthropology of Robots, Autism, and Attachment**. 1. ed. Palgrave Macmillan: MIT Press, 2018. Social and Cultural Studies of Robots and AI.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2003.

SIMÕES, Marcelo Godoy; SHAW, Ian S. **Controle e Modelagem Fuzzy**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

SUTTON, Richard S.; BARTO, Andrew G.; BACH, Francis. **Reinforcement Learning: An Introduction**. 1. ed. United States: MIT Press, 2018.

## Agradecimentos:

