

# INTELLIGENZA ARTIFICIALE: CONOSCERE E COMPRENDERE ANCHE IN APICOLTURA

**Per raggiungere questo obiettivo ci muoveremo per passi successivi. In questa prima parte parleremo di cosa sia l'Intelligenza Artificiale (IA) e da quali sottoinsiemi sia composta, daremo una panoramica sui vantaggi e sui rischi e ci avvicineremo ai possibili usi nel campo dell'apicoltura. Nella seconda parte tratteremo in modo specifico di usi e applicazioni dell'IA in Apicoltura**

**U**mbria, un giorno di inizio novembre. Dal paese di Castelluccio di Norcia lo sguardo si posa, incantato, sul paesaggio sottostante della Piana di Castelluccio. Che ora non è, ma che sarà, al tempo della fioritura primaverile/estiva.

*"Da qui messere si domina la valle ciò che si vede, è, ma se l'immagine è scarno al vostro occhio scendiamo a mirarla da più in basso e planeremo in un galoppo alato entro il cratere dove gorgoglia il tempo..."*

Viene in mente, pensando a questo incipit di una vecchia canzone del Banco del Mutuo Soccorso, la

dicotomia tra verso e falso, tra quel "ciò che si vede, è" e l'immaginazione, la visione di cui siamo capaci. Dualità di cui è pieno l'universo, luci e ombre. Yin e Yang: lo yang energia luminosa, energia positiva, al contrario invece lo yin è luce negativa, luce passiva.

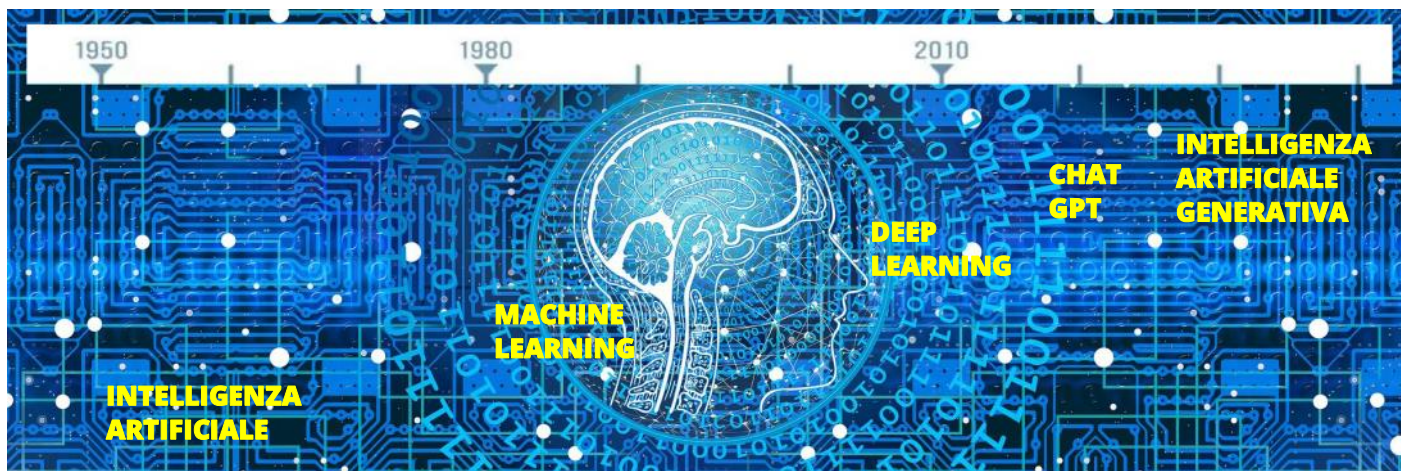
## Un tema duale

È in questo contesto, in questo melange di luce che nasce questo articolo su un tema così duale e controverso: l'Intelligenza Artificiale, e vogliamo essere corretti sarà meglio parlare di Intelligenze Artificiali. Prima di proseguire, fermati a

leggere questa avvertenza: non leggerai titoli eclatanti o clickbait, quelli per i quali si fa leva sullo scandalismo e sulla paura, quelli che prendono una parte del sistema per generalizzare.

L'obiettivo è fornire una bussola, un sistema di orientamento in un mondo complesso, senza la pretesa di voler formulare sentenze.

Per raggiungere questo obiettivo ci muoveremo per passi successivi. In questa prima parte parleremo di cosa sia l' **Intelligenza Artificiale (IA)** e da quali sottoinsiemi sia composta; quali modelli di apprendimento utilizza; daremo una pa-



noramica sui vantaggi e sui rischi e ci avvicineremo ai possibili usi nel campo dell'apicoltura.

Nella seconda parte, che uscirà a dicembre, tratteremo in modo specifico di usi e applicazioni dell'IA in Apicoltura.

Ma esattamente di cosa stiamo parlando e soprattutto la questione base: ma all'apicoltura serve l'IA?

Andiamo per ordine iniziando dal cosa è l'Intelligenza Artificiale.

### Cosa è l'intelligenza artificiale?

L'Intelligenza Artificiale (IA) è un ramo della computer science che si occupa di creare sistemi capaci di svolgere compiti che normalmente richiederebbero intelligenza umana. Questo include capacità come apprendimento, ragionamento, *problem solving*, comprensione del linguaggio naturale e percezione visiva. Le applicazioni dell'IA spaziano da assistenti virtuali, come i *chatbot*, a sistemi di riconoscimento facciale (e in senso più esteso al riconoscimento di caratteristiche di ogni elemento animato o inanimato), motori di ricerca e automazione industriale.

In sostanza, l'IA cerca di replicare o simulare funzioni cognitive umane attraverso algoritmi e modelli computazionali. Ci aggiunge anche un valore aggiunto: la capacità di accedere a miliardi di dati elaborandoli in un tempo infinitesimale

### Però occorre essere più precisi e puntuali

L'Intelligenza Artificiale è una tecnologia informatica che include tutte le operazioni eseguite da macchine che imitano l'intelligenza umana e si relazionano al modo con cui l'uomo interagisce con la macchina e le macchine tra i loro.

Le applicazioni specifiche dell'IA includono sistemi come l'elaborazione del linguaggio naturale, il riconoscimento vocale e la visione artificiale.

Come l'essere umano ha bisogno di apprendere, sperimentare, sbagliare, correggersi, anche l'intelligenza artificiale rende le macchine in grado di compiere azioni e "ragionamenti" complessi, imparare dagli errori, e svolgere funzioni fino ad oggi esclusive dell'intelligenza umana. Per funzionare l'IA ha bisogno di algoritmi con i quali programmarla. Questo aspetto della programmazione dell'intelligenza artificiale si concentra sull'acquisizione di dati e sulla creazione di regole per trasformare i dati in informazioni utilizzabili. Le regole, chiamate algoritmi, forniscono ai dispositivi informatici istruzioni passo dopo passo su come completare un compito specifico. E il processo di esecuzione di questo compito necessita di tre abilità cognitive:

- apprendimento,
- ragionamento,
- autocorrezione.

Aggiungiamo un nuovo livello, ora.

Se parliamo di creazione di contenuti nuovi ed originali, come testi, immagini e musica, a partire dai dati ricevuti, eccoci nel campo dell'**Intelligenza Artificiale generativa**. Si differenzia dall'IA tradizionale, che è più orientata all'analisi e al processamento dei dati per migliorare l'efficienza o l'accuratezza di compiti specifici.

L'integrazione dell'IA con l'Internet delle cose (IoT, *Internet of Things*) permette di dare senso ai dati raccolti dai sensori, migliorando l'efficienza e l'automazione in vari settori industriali.

Se proviamo a vedere dentro la scatola dell'Intelligenza Artificiale pensando a come questa si accresce con l'apprendimento individualiamo:

Il **Machine Learning** è un insieme di metodi che permettono al software di adattarsi e apprendere autonomamente senza essere preventivamente programmato. Esistono tre modelli di apprendimento principali: supervisionato, non supervisionato e *reinforcement learning*.

Il **Deep Learning** si ispira alla struttura del cervello umano e utilizza reti neurali artificiali per emulare la mente umana. Richiede una capacità computazionale elevata per gestire strati multipli di calcolo e analisi. È già utilizzato in applicazioni come il riconoscimento vocale e delle immagini e nel *Natural Language Processing* (NLP).

Le principali differenze tra **Machine Learning** e **Deep Learning** riguardano il grado di intervento umano richiesto, il tempo necessario per ottenere risultati e il metodo di apprendimento. Il **Machine Learning** richiede più intervento umano e utilizza algoritmi tradizionali, mentre il **Deep Learning** richiede meno intervento umano, ma più tempo per l'impostazione e utilizza reti neurali artificiali.

Il tema duale che abbiamo citato inizialmente ha come conseguenze la presenza di **vantaggi** e **rischi**.

### Quali vantaggi può portare l'IA

L'Intelligenza Artificiale offre numerosi vantaggi, tra cui:

**Automazione dei processi.** L'AI può automatizzare compiti ripetitivi e noiosi, aumentando l'efficienza e liberando tempo per attività più creative.

**Analisi dei dati.** È in grado di elaborare grandi volumi di dati rapidamente, individuando *pattern* e tendenze che sarebbero difficili da rilevare manualmente.

**Decisioni basate sui dati.** L'IA può supportare decisioni più informate, analizzando variabili e scenari per prevedere risultati.

**Personalizzazione.** Può offrire esperienze su misura, ad esempio nel marketing, suggerendo prodotti o contenuti in base alle preferenze degli utenti.

**Miglioramento della precisione.** In settori come la medicina, l'IA può migliorare la diagnosi e il trattamento, analizzando immagini e dati clinici con maggiore accuratezza.

**Accessibilità.** Può facilitare l'accesso a servizi e informazioni per persone con disabilità, migliorando l'inclusione.

**Scalabilità.** I sistemi basati su IA possono scalare facilmente per gestire un aumento della domanda, senza la necessità di un aumento proporzionale della forza lavoro.

**Innovazione.** Stimola nuove idee e soluzioni in vari settori, dalla ricerca scientifica alla creazione artistica.

Questi vantaggi possono portare a un significativo miglioramento della produttività e della qualità della vita.

### Quali sono i rischi

L'intelligenza artificiale presenta anche diversi rischi, tra cui:

**Disoccupazione.** L'automazione di lavori può portare alla perdita di posti di lavoro, soprattutto in settori che dipendono da compiti ripetitivi.

**Bias e discriminazione.** Algoritmi di IA possono riflettere pregiudizi umani presenti nei dati di addestramento, portando a decisioni ingiuste e discriminazione.

**Sicurezza.** L'IA può essere utilizzata in modo malevolo, ad esempio per sviluppare attacchi informatici o deepfake, minacciando la privacy e la sicurezza.

**Controllo e trasparenza.** Molti sistemi di IA sono "scatole nere", rendendo difficile comprendere come prendano decisioni, il che può generare sfiducia.

**Dipendenza.** L'affidamento eccessivo su sistemi di IA può portare a una diminuzione delle competenze umane e della capacità di risolvere problemi autonomamente.

**Impatto sociale.** L'uso dell'IA in ambiti come la sorveglianza può compromettere la privacy e i diritti civili.

**Errori e malfunzionamenti.** L'IA può commettere errori che, in contesti critici (come la sanità o la guida autonoma), possono avere conseguenze gravi.

**Evoluzione incontrollata.** L'eventuale sviluppo di intelligenza artificiale avanzata potrebbe sfuggire al controllo umano, sollevando preoccupazioni etiche e di sicurezza.

Questi rischi richiedono un attento monitoraggio e regolamentazione per garantire un uso responsabile e sicuro dell'IA.

Il Parlamento europeo<sup>(1)</sup> ha approvato a marzo 2024 un regolamento con "l'obiettivo di proteggere i diritti fondamentali, la democrazia, lo Stato di diritto e la sostenibilità ambientale dai sistemi di IA ad alto rischio, promuovendo nel contempo l'innovazione e assicurando all'Europa un ruolo guida nel setto-

re. Il regolamento stabilisce obblighi per l'IA sulla base dei possibili rischi e del livello d'impatto".

In Italia è nata SlpEIA Società italiana per l'etica dell'intelligenza artificiale<sup>(2)</sup> con la motivazione che sostituendo molte funzioni umane o creandone di nuove, l'IA pone problemi etici in quanto "sollecita la modifica di valori antichi e l'adesione a valori nuovi. C'è bisogno di riflettere con spirito critico e senza schemi prefissati su quanto sta accadendo al fine di trovare soluzioni nuove circa le modalità di un coordinamento morale capace di garantire eguaglianza e benessere per i soggetti coinvolti".

Si consideri anche, a proposito di vantaggi e rischi, l'evoluzione del pensiero di tre ricercatori, noti come padrini dell'apprendimento profondo (il deep learning) per via dell'influenza dei loro contributi allo sviluppo del settore: **Joshua Bengio, Geoffrey Hinton e Yann LeCun**. Tutti i tre ricercatori richiamano l'attenzione, in special modo parlando di **IA generativa**, sulle possibilità di uso distorto e della necessità di meccanismi di controllo che lo impediscano.

**Bengio**, nel novembre 2023, in un'intervista a La Repubblica<sup>(3)</sup>, si mostra preoccupato: "Se permettiamo lo sviluppo di sistemi AI che non rispettano le nostre intenzioni, allora permetteremo anche che possano auto replicarsi e dunque eludere ogni nostro controllo o tentativo di "spegnerli". **Hinton**, su Wired, evidenzia<sup>(4)</sup> come "l'intelligenza artificiale sta avanzando più rapidamente di quanto lui e altri esperti si aspettassero, ed è urgente fare in modo che l'umanità possa contenerla e gestirla". Di parere diverso **LeCun**, uno dei padri del deep learning che a Wired<sup>(5)</sup> spiega co-



me i benefici della IA sovrasteranno i potenziali rischi, e perché questa tecnologia non può sfuggire al nostro controllo.

A proposito di etica, interessante è la valutazione che **Guido Boella**<sup>(6)</sup>, professore al Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino e cofondatore di SlpEIA su un uso distorto e drogato dall'IA: *"Quando la comunità scientifica cominciò a sviluppare le biotecnologie fu subito chiaro che c'era l'esigenza di definire una nuova etica, perché quella tradizionale non aveva gli strumenti sufficienti per avere a che fare con quelle innovazioni. Oggi siamo in uno scenario molto simile: i cambiamenti portati dalle intelligenze artificiali richiedono un cambiamento dell'etica"*.

E arriviamo alla domanda clou.

### L'Intelligenza Artificiale serve all'Apicoltura?

La risposta di pancia, immediata, potrebbe essere "non vogliamo un mondo fatto di api robot". Con il che potremmo chiudere questa disamina e tornare al nostro "dorato e incontaminato" mondo. Ma siamo sicuri che il possibile, perché tecnicamente potrebbe essere fattibile, sviluppo sia solo l'ape-robot? Ci aiuta nella **comprensione di un fenomeno** - che **non è riconducibile a macchietta ma che al contrario necessita di conoscenza e dominio** - una pubblicazione apparsa su *MDPI, Journal of Insects*. Infatti, per capire lo stato dell'arte e il perché dell'interesse ("ciazzecca, ciazzecca") dell'IA verso l'apicoltura, possiamo avvalerci di uno studio, tecnicamente si parla di revisione, di Astuti *et al.*: 2024, *"Buzzing with Intelligence: Current Issues in Apiculture and the Role of Artificial Intelligence (AI) to Tackle It"*.

Nella pubblicazione<sup>(7)</sup> i ricercatori individuano il principale motivo di rilevanza e di sprone alla ricerca scientifica nel fatto che le api mellifere (*Apis mellifera* L.) sono importanti per l'agricoltura e gli ecosistemi; tuttavia, sono minacciate dal cambiamento climatico. Per adattarsi e rispondere alle difficoltà emergenti, gli apicoltori dovrebbero essere in grado di monitorare costantemente i loro alveari. Per farlo, l'utilizzo di tecniche avanzate di apprendimento automatico si rivela uno strumento eccezionale. L'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico (*machine learning*) potrebbero essere alcune delle opzioni.

E perché? La capacità delle macchine di acquisire conoscenze dalle esperienze passate, adattarsi a nuove informazioni e svolgere compiti che assomigliano alle capacità umane è una peculiarità dell'intelligenza artificiale. Ma il plus che viene offerto è la possibilità di offrire anche opportunità innovative per identificare modelli in una vasta quantità di dati non strutturati, inclusa l'implementazione di nuovi algoritmi di autoapprendimento.

La pubblicazione di Astuti *et al* raccoglie i recenti studi sull'Intelligenza Artificiale applicata in apicoltura. Un ausilio, una guida su come migliorare la gestione dell'apicoltura e su quali strumenti utilizzare per promuovere la causa dell'apicoltura sostenibile di fronte al cambiamento climatico.

La revisione della letteratura condotta dagli studiosi ha operato scandagliando la rete nei database di *Google Scholar*, *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science*. La ricerca è stata condotta senza specificare un intervallo di tempo e sono state usa-

te combinazioni e varianti di parole chiave correlate all'intelligenza artificiale (ad esempio, *"machine learning"*, *"deep learning"*, *"neural networks"*) e all'apicoltura (ad esempio, *"Apis mellifera"*, *"beekeeping"*, *"honeybees"*). L'operatore booleano "AND" è stato utilizzato per combinare i termini di ricerca in modo appropriato.

Quali sono i risultati ottenuti? Analizzando gli articoli di ricerca relativi a vari aspetti dell'apicoltura collegati alla gestione degli alveari, al mantenimento della loro salute, al rilevamento di parassiti e malattie e gestione del clima e dell'habitat, Astuti *et al* riportano come *"l'intelligenza artificiale può essere utilizzata in vari aspetti scientifici dell'apicoltura e può lavorare con diversi tipi di dati (ad esempio, suono, letture dei sensori, immagini) per indagare, modellare, prevedere e aiutare a prendere decisioni negli apiari"*.

Senza addentrarci nell'analisi di tecniche, strumenti e modelli che presiedono i modelli di Intelligenza Artificiale (si rimanda alla pubblicazione citata per i dettagli), Astuti *et al* evidenziano come questi possano essere applicati a differenti campi di interesse per l'apicoltura (si veda box a pagina seguente).

La review arriva alla conclusione che i metodi e modelli possono aiutare a mantenere la sostenibilità negli alveari. Non da meno è però la considerazione che nonostante i numerosi approcci sviluppati dai ricercatori, il continuo progresso tecnologico richiede l'elaborazione di volumi di dati più grandi in tempi sempre più brevi. Secondo le pubblicazioni studiate, si è visto che in alcuni casi la quantità di dati elaborati è ancora bassa e ci sono ancora imprecisioni in de-

*Caratterizzazione dei modelli stagionali di sviluppo della colonia.*

*Classificazione dei mieli uniflorali.*

*Classificazione dei modelli acustici delle colonie di api.*

*Classificazione dei suoni delle api con caratteristiche dello spettrogramma.*

*Classificazione del miele.*

*Classificazione del suono delle api per la gestione degli alveari.*

*Comportamenti di foraggiamento delle api.*

*Decodifica delle danze di scodinzolio.*

*Determinazione delle prestazioni giornaliere della colonia in base alle condizioni meteorologiche.*

*Determinazione delle sottospecie di api mediante riconoscimento delle immagini per l'analisi delle ali delle api.*

*Identificazione dei fattori che influenzano la massa corporea della regina.*

*Identificazione del miele in base alle sue varie origini entomologiche.*

*Modellazione dell'attività di volo delle operaie all'ingresso dell'alveare.*

*Modelli di classificazione per sostanze che presentano tossicità acuta per le api.*

*Monitoraggio dell'effetto dei pesticidi sul comportamento delle api.*

*Previsione del raccolto di miele.*

*Previsione della qualità del miele.*

*Previsione della sopravvivenza durante l'inverno.*

*Previsione di cali improvvisi di temperatura nelle colonie di api mellifere prima dello svernamento.*

*Radar in tempo reale per l'attività di conteggio delle api.*

*Riconoscimento dei mieli uniflorali.*

*Rilevamento del contenuto minerale nel miele.*

*Rilevamento del contenuto minerale nel polline d'api.*

*Rilevamento della presenza della regina delle api.*

*Rilevamento dell'ape regina dalla registrazione audio.*

*Rilevamento dell'assenza di regina negli alveari.*

*Stima della densità delle api negli alveari.*

*Svelare la relazione tra il numero di api nell'alveare e la temperatura.*

*Svelare le associazioni tra l'ambiente e i biomarcatori dello stress ossidativo nelle api mellifere.*

*Sviluppo di un radar per il conteggio delle api in tempo reale.*

*Valutazione della tossicità chimica per le api mellifere.*

terminati algoritmi, in particolare con la purezza genetica. Inoltre, il set di dati di training deve essere arricchito e aumentato per consentire all'algoritmo di iniziare con un riferimento sufficiente, ottenendo così tempi di elaborazione più rapidi, maggiore precisione e un consumo computazionale minimo al primo utilizzo. Di conse-

guenza, è la conclusione dello studio, è necessario migliorare e ottimizzare i dispositivi di monitoraggio per ottenere un'ampia gamma di dati, consentendo una valutazione completa delle colonie.

Ed infine, ogni sviluppo del sistema di monitoraggio deve essere testato più rapidamente in condizioni di *fattoria (in campo)*, preferibilmente

in un apiario, per garantirne l'accessibilità e l'applicabilità agli apicoltori.

Nella seconda parte tratteremo di software, app e macchine che utilizzano l'IA in apicoltura, con particolare attenzione a ciò che accade in Europa e in Italia.

● Enrico Pasini

## Note

(1) Parlamento europeo, "Il Parlamento europeo approva la legge sull'Intelligenza Artificiale", Marzo 2024

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>

(2) SIpEIA, Società Italiana per l'Etica dell'Intelligenza Artificiale; sito web <https://sipeia.it/>

(3) La Repubblica, Yoshua Bengio, il "padrino" dell'intelligenza artificiale: "Va regolata ora, o muore la democrazia, articolo di Antonello Guerera.

[https://www.repubblica.it/esteri/2023/11/03/news/yoshua\\_bengio\\_intelligenza\\_artificiale\\_rischi-419493517/](https://www.repubblica.it/esteri/2023/11/03/news/yoshua_bengio_intelligenza_artificiale_rischi-419493517/)

(4) Wired, Per uno dei pionieri dell'intelligenza artificiale è ora di preoccuparsi; articolo di Will Knight,

<https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-geoffrey-hinton-intervista/>

(5) Wired, Perché non dobbiamo temere la super intelligenza artificiale, articolo di Andrea Daniele Signorelli,

<https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-yann-lecun-meta/>

(6) Wired, È il momento di parlare (seriamente) di etica dell'intelligenza artificiale, articolo di Sandro Iannaccone, WEB <https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-etica-manifesto-esperti-sipeia/>

(7) Astuti, P.K.; Hegedús, B.; Oleksa, A.; Bagi, Z.; Kusza, S. Buzzing with Intelligence: Current Issues in Apiculture and the Role of Artificial Intelligence (AI) to Tackle It. *Insects* 2024, 15, 418. <https://doi.org/10.3390/insects15060418>