

Intelligenza Artificiale, Large Language Models e One Health

Dal Dato alla Decisione Responsabile
in Medicina Veterinaria

Luca Lavazza



- ▶ **Luca Lavazza:** PhD candidate nel Dottorato Nazionale in Artificial Intelligence, Università La Sapienza di Roma.
- ▶ **Formazione:** Laurea Triennale e Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Brescia.
- ▶ **Ricerca:** AI causale, ragionamento controfattuale, reinforcement learning e metodi neuro-simbolici.
- ▶ **Dati e conoscenza:** studio come usare conoscenze causali per guidare l'apprendimento e come costruire modelli per analizzare dati e scenari alternativi, anche in ambito salute.

Il tema di oggi: il contributo di AI e LLM al lavoro su dati e documenti di salute animale, salute umana e ambiente, fino al loro uso nelle decisioni professionali.

Perché un approccio One Health

Un approccio integrato alla salute: riconosce l'interdipendenza fra persone, animali ed ecosistemi e promuove la collaborazione fra settori per tutelarli in modo sostenibile.

- ▶ **Fenomeni interdipendenti:** le condizioni ambientali e le attività umane influenzano la salute animale. I problemi sanitari possono avere effetti che superano i confini del singolo settore.
- ▶ **Osservazioni parziali:** ciascun servizio dispone di dati e competenze diversi. Una valutazione limitata a un solo ambito può trascurare informazioni rilevanti per comprendere il problema e le conseguenze degli interventi.
- ▶ **Una valutazione coordinata:** mettere in relazione le osservazioni e coinvolgere le competenze pertinenti aiuta a valutare rischi e possibili risposte, mantenendo espliciti i limiti dei dati.
- ▶ **Alcuni ambiti di applicazione:** zoonosi, resistenza antimicrobica, sicurezza alimentare, qualità di acqua e ambiente, biodiversità e sostenibilità.

One Health definisce l'approccio alla salute. L'AI può fornire strumenti per metterlo in pratica.

FAO/OIE/UNEP/WHO, definizione One Health dell'OHHLEP (2021).



AI: molto più di un assistente conversazionale

- ▶ **Intelligenza artificiale:** un insieme di metodi per costruire sistemi che svolgono compiti come riconoscere immagini, analizzare testi, formulare previsioni o pianificare azioni.
- ▶ **Machine learning:** molti sistemi di AI apprendono regolarità da esempi, invece di ricevere una regola scritta per ogni situazione. Il **deep learning** usa reti neurali con più livelli.
- ▶ **Large Language Models (LLM):** modelli di deep learning specializzati nel linguaggio, capaci di generare, trasformare ed elaborare testi.
- ▶ **ChatGPT, Copilot e Claude:** esempi di assistenti che usano LLM e possono integrare ricerca, documenti e altri strumenti. Il marchio *AI* non descrive, da solo, capacità e affidabilità.

Un sistema che analizza dati di sorveglianza e un assistente che scrive una sintesi non svolgono lo stesso lavoro.

Che cosa può produrre l'AI per One Health

Mettere in relazione fonti animali, umane e ambientali può richiedere l'analisi di molti dati, con formati e tempi diversi. **L'AI può aiutare a selezionare, analizzare e rendere utilizzabili queste informazioni.**

Dati in ingresso	Compito del sistema	Risultato da esaminare
Flussi di sorveglianza animale e umana	Cercare variazioni rispetto agli andamenti attesi	Elenco di segnali con periodo, territorio e livello di anomalia
Dati sanitari e misure ambientali pertinenti	Stimare dove e quando un fenomeno potrebbe presentarsi	Probabilità stimate per territorio e periodo, da valutare per pianificare i controlli
Bollettini, rapporti e pubblicazioni	Individuare ed estrarre informazioni dai testi	Informazioni strutturate e sintesi collegate alle fonti

Questi risultati orientano gli approfondimenti: non sono diagnosi, prove causali o decisioni automatiche.

Compiti illustrativi: capacità, incertezza delle stime e idoneità vanno verificate per ogni sistema.



Integrare i dati non significa solo metterli insieme

Per usare insieme dati di servizi diversi occorre sapere **che cosa rappresentano e se siano confrontabili**.

- ▶ **Stessa misura?** Segnalazioni, campioni analizzati e positività misurano cose diverse. Una percentuale va letta insieme al suo denominatore.
- ▶ **Stesso spazio e tempo?** Dati comunali e regionali, oppure settimanali e annuali, non sono direttamente sovrapponibili.
- ▶ **Stessa possibilità di osservare il fenomeno?** Più controlli possono produrre più segnalazioni. Aree meno monitorate possono sembrare più sicure soltanto perché abbiamo meno dati.
- ▶ **Che cosa può automatizzare l'AI?** Proporre corrispondenze fra termini, estrarre date e luoghi, segnalare duplicati e anomalie nei dati. Gli esperti devono verificare il significato delle associazioni proposte.

L'AI può accelerare la preparazione dei dati; non rende equivalenti misure che non lo sono.

Un modello funziona anche in un contesto diverso?

Un modello apprende dai dati disponibili. Per usarlo nel lavoro serve capire se le relazioni apprese rimangono utili **nel territorio, nel periodo e sulle popolazioni di interesse**.

- ▶ **Dati nuovi:** un buon risultato sui dati già usati per costruire il modello non basta. Se ha appreso particolarità di quell'archivio può fallire su nuove osservazioni, un problema detto **overfitting**.
- ▶ **Contesti diversi:** possono cambiare specie, condizioni ambientali, pratiche di controllo e metodi di laboratorio. Una prestazione ottenuta altrove non dimostra l'idoneità al nostro impiego.
- ▶ **Cambiamenti nel tempo:** un nuovo protocollo di raccolta può modificare i dati. Il sistema potrebbe segnalare un cambiamento nella misurazione anziché nel fenomeno sanitario.
- ▶ **Che cosa chiedere a chi lo propone:** su quali dati nuovi è stato valutato, quali limiti sono noti e come si controlla che continui a funzionare durante l'uso.

La validità va verificata nel contesto d'uso e riesaminata quando quel contesto cambia.

Valutazione esterna e uso previsto: WHO, Regulatory considerations on AI for health (2023).



LLM: come nasce una risposta

Per lavorare sui documenti possiamo usare un **LLM**: genera testo a partire dalla richiesta, il **prompt**, e dal contesto disponibile. Durante l'addestramento apprende regolarità linguistiche e informative da grandi quantità di dati.

- ▶ **Durante la risposta:** produce il testo progressivamente, usando ciò che ha appreso e le informazioni che riceve nella conversazione o tramite strumenti collegati.
- ▶ **Perché è utile:** può riconoscere strutture nei testi, riformulare, tradurre, estrarre informazioni e adattare la spiegazione a destinatari diversi.
- ▶ **Perché può sbagliare:** produrre una continuazione plausibile non equivale a verificarne la verità. Può inventare fatti o fonti, omettere condizioni e travisare un documento.
- ▶ **Tono e affidabilità:** una risposta dettagliata e sicura non dimostra competenza veterinaria, aggiornamento o accesso ai dati necessari.

Il testo generato è materiale da verificare, non una nuova fonte di evidenza.

WHO, rischi e governance dell'AI generativa in salute (2024).



Che cosa aggiungono i LLM al lavoro One Health

Molte informazioni utili non sono già in una tabella: sono disperse in documenti tecnici, articoli, bollettini e comunicazioni di enti diversi.

- ▶ **Estrarre informazioni:** ricavare da ogni documento evento, specie o popolazione, territorio, periodo e risultati. L'output è una tabella da controllare sul testo originale.
- ▶ **Confrontare documenti:** affiancare definizioni, metodi e conclusioni; evidenziare differenze e apparenti contraddizioni senza risolverle inventando una spiegazione.
- ▶ **Favorire il lavoro fra discipline:** spiegare termini specialistici e proporre traduzioni. I significati tecnici e le equivalenze devono essere confermati da chi conosce la materia.
- ▶ **Preparare comunicazioni:** redigere una bozza per colleghi, decisori o cittadini conservando fatti, limiti e grado di certezza del materiale approvato.

Il vantaggio è ridurre il lavoro sui testi e facilitare lo scambio di conoscenze, non sostituire le competenze dei diversi settori.

Applicazioni didattiche proposte per One Health; non implicano l'idoneità di qualsiasi assistente commerciale a questi compiti.



Quale strumento per quale compito?

La scelta dello strumento dipende dal **compito da svolgere**. Ecco tre richieste diverse:

Che cosa ci serve	Con quale strumento	Che cosa controlliamo
Riassumere tre bollettini	LLM che usa i documenti allegati	Bozza da confrontare con i passaggi originali
Calcolare la percentuale di campioni positivi	Foglio di calcolo o software statistico	Numero dei positivi, totale dei campioni e formula
Segnalare un andamento insolito	Metodo statistico o modello di machine learning valutato nel contesto d'uso	Avviso con dati osservati e confronto storico

Se l'assistente usa altri software: può far eseguire un calcolo e poi spiegarlo. Controlliamo i dati e la formula usati, oltre al testo della risposta.

Un numero scritto nella risposta del LLM non dimostra, da solo, che il sistema abbia eseguito un calcolo corretto.

Da dove arrivano le informazioni della risposta?

Una risposta può combinare conoscenze apprese, documenti forniti e fonti recuperate.

1. **Conoscenze apprese nell'addestramento:** il modello può rispondere senza effettuare una ricerca o aprire documenti. Le informazioni possono essere superate e un riferimento generato potrebbe non esistere.
2. **Documenti forniti dall'utente:** il modello può lavorare sul materiale ricevuto. Va comunque controllato che legga correttamente testo, tabelle e note, senza aggiungere informazioni estranee.
3. **Fonti recuperate da un sistema di ricerca:** alcuni strumenti cercano documenti o passaggi e li forniscono al modello per generare la risposta. Questo approccio è detto **Retrieval-Augmented Generation (RAG)**.

Che cosa migliora con le fonti? Possiamo risalire al materiale usato e controllarlo. Ma la ricerca può escludere documenti pertinenti e la risposta può interpretare male quelli trovati.

Un link o una citazione non bastano: la fonte deve esistere, essere pertinente e sostenere davvero l'affermazione.

Lewis et al., Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks (2020).



Condividere le informazioni senza perdere il controllo

Condividere un documento con un altro servizio e caricarlo in un assistente AI sono operazioni diverse. Prima del caricamento bisogna verificare se quel servizio AI può ricevere e trattare quelle informazioni per lo scopo previsto.

- ▶ **Dati personali:** documenti veterinari possono identificare proprietari, allevatori e operatori. Anche combinazioni di luogo, data e attività possono rendere riconoscibile una persona.
- ▶ **Altre informazioni riservate:** dati aziendali, indagini e documenti non pubblici possono richiedere tutela anche quando non contengono dati personali.
- ▶ **Prima dell'invio:** verificare scopo, dati strettamente necessari, strumento e account autorizzati, destinatari e gestione dei dati. Controllare anche gli allegati. Non caricare il documento per chiedere all'AI se è sicuro caricarlo.
- ▶ **Quando c'è un dubbio:** non caricare il materiale e coinvolgere i referenti. Per le prove, usare esempi interamente inventati e privi di dati personali o informazioni riservate. Togliere i nomi da un originale non garantisce l'anonimato.

Condividere ciò che serve, con chi è autorizzato e attraverso strumenti appropriati.

Cautele operative, non una verifica di conformità: WHO, Ethics and governance of AI for health (2021).



Assegnare al LLM un compito controllabile

Una richiesta utile specifica **obiettivo, fonti, formato e limiti**. Usiamo documenti che siamo autorizzati a caricare nello strumento scelto.

Dai documenti allegati estrai, per ciascuna fonte: ente e data, ambito animale/umano/ambientale, territorio, risultati e limiti. Produci una tabella con riferimenti ai passaggi originali. Non sommare misure diverse né aggiungere collegamenti non documentati. Scrivi non riportato quando un'informazione manca. Separa i contenuti delle fonti dalle tue osservazioni.

- ▶ **Un risultato verificabile:** ogni informazione deve rimandare al passaggio della fonte che la sostiene.
- ▶ **Una richiesta critica:** far segnalare lacune, premesse non sostenute e interpretazioni alternative, anziché chiedere soltanto conferme.

Un buon prompt rende più controllabile il lavoro. Non rende affidabile il risultato per definizione.

Verificare il contenuto, non soltanto la forma

La verifica deve essere svolta da una persona con le competenze necessarie e deve tornare alle **fonti originali**, non soltanto a una seconda risposta dell'AI.

- ▶ **Fedeltà:** conteggi, unità, specie, territorio, periodo, negazioni e condizioni coincidono con la fonte? *Non rilevato* non significa sempre *assente*.
- ▶ **Forza delle affermazioni:** una possibilità è diventata una certezza? Una relazione osservata è stata trasformata in una spiegazione causale?
- ▶ **Completezza rilevante:** sono scomparsi limiti, risultati discordanti o informazioni mancanti? L'assenza di dati di un settore non autorizza a concludere che non esista un problema.
- ▶ **Controllo indipendente:** far criticare la risposta al modello può aiutare a trovare problemi, ma non costituisce una validazione e non sostituisce l'esame competente.

Usare l'AI su temi che sappiamo valutare, o coinvolgere chi possiede la competenza necessaria.

Rischio di affidamento acritico: WHO, governance dell'AI generativa in salute (2024).



Dal risultato dell'AI alla decisione responsabile

1. **Capire che cosa abbiamo ottenuto:** un segnale statistico, una stima o una sintesi documentale? Nessuno di questi risultati, da solo, stabilisce quale intervento sia appropriato.
2. **Valutarne il significato:** i referenti dei settori coinvolti verificano dati, ipotesi e limiti. Una coincidenza tra andamenti animali, umani e ambientali non dimostra una causa comune.

CORRELATION IS NOT CAUSATION

3. **Considerare le conseguenze:** quali costi avrebbe seguire un'indicazione errata? E ignorare un segnale reale? L'intensità del controllo deve essere proporzionata al rischio.
4. **Motivare e documentare la scelta:** chi è competente decide e documenta evidenze, incertezze e approfondimenti necessari, indicando dove è intervenuta l'AI e quali controlli umani sono stati svolti.

Il contributo dell'AI va valutato nella decisione reale, non soltanto nella qualità apparente dell'output.

Quando uno strumento è davvero adatto al lavoro?

- ▶ **Idoneità al compito:** deve essere valutato sul lavoro previsto, con dati e documenti rappresentativi. Una dimostrazione riuscita o una prestazione in un altro settore non bastano.
- ▶ **Beneficio effettivo:** verificare errori, omissioni, tempo di revisione e utilità rispetto al processo attuale. Produrre più testo non significa prendere decisioni migliori.
- ▶ **Equità e copertura:** capire quali territori, specie, lingue e popolazioni siano poco rappresentati. Un sistema può amplificare squilibri nella disponibilità delle informazioni.
- ▶ **Responsabilità e risorse:** definire chi controlla e quando sospendere l'uso; valutare costi economici, organizzativi e ambientali rispetto al beneficio atteso.

Adottare l'AI significa introdurre uno strumento in un processo di lavoro, con controlli e responsabilità definiti.

Principi adattati al contesto della lezione da WHO, Ethics and governance of AI for health (2021).



Esempio didattico: tre fonti sulla resistenza antimicrobica

Scenario e documenti interamente inventati

Tre rapporti dello **stesso territorio e mese** segnalano una stessa specie batterica resistente allo stesso antibiotico:

- ▶ **Rapporto veterinario:** campioni da animali di allevamenti inclusi in un programma di controllo.
- ▶ **Rapporto sanitario umano:** campioni da pazienti sottoposti ad accertamenti.
- ▶ **Rapporto ambientale:** campioni di acqua raccolti in punti selezionati.

Che cosa manca: confrontabilità dei metodi, collegamenti fra campioni e direzione di trasmissione non sono documentati.

Obiettivo del servizio: preparare una breve sintesi per i referenti dei tre settori, come base per valutare insieme i riscontri e le informazioni da approfondire.

Materiale fornito al LLM: gli stessi tre rapporti. Il confronto riguarda il modo in cui formuliamo la richiesta e controlliamo la risposta.

I rapporti documentano riscontri in più ambiti. L'origine e i collegamenti restano da accertare.

Esempio didattico: una richiesta che suggerisce la risposta

Prompt problematico, con i tre rapporti allegati

Riassumi i rapporti e spiega come il batterio resistente si è diffuso dagli allevamenti alle persone attraverso l'acqua.

Esempio di risposta problematica

I rapporti descrivono una diffusione del batterio resistente dagli allevamenti all'acqua e quindi alle persone. Il riscontro nei tre ambiti sostiene questo percorso di trasmissione.

- ▶ **Problema nella richiesta:** presenta origine e direzione della trasmissione come fatti già accertati, chiedendo al modello di spiegarli.
- ▶ **Problema nella risposta:** asseconda la premessa e trasforma riscontri distinti in un collegamento causale che i rapporti non documentano.

Una richiesta orientata può favorire la conferma delle nostre ipotesi. Le premesse vanno verificate prima di chiedere una spiegazione.

Prompt e risposta costruiti a fini didattici. Questa risposta è un errore possibile, non un esito inevitabile.



Esempio didattico: una richiesta delimitata dalle fonti

Prompt migliorato, con gli stessi tre rapporti allegati

Sintetizza solo i tre rapporti citando le fonti. Separa fatti e lacune, segnala le conclusioni non sostenute e non presumere una fonte comune o una direzione di trasmissione.

Esempio di risposta più fedele alle fonti

Riscontri: *la stessa specie batterica resistente allo stesso antibiotico compare in campioni da animali di allevamento (rapporto veterinario), da pazienti (rapporto sanitario umano) e di acqua (rapporto ambientale), nello stesso territorio e mese.*

Lacune: *i rapporti non chiariscono se i metodi siano confrontabili e non documentano collegamenti fra i campioni. I riscontri non dimostrano una fonte comune né una direzione di trasmissione.*

- ▶ **Verifica:** controllare ogni riscontro sul passaggio originale. Nessun collegamento causale aggiunto.
- ▶ **Passo successivo:** i referenti valutano metodi, selezione dei campioni e lacune prima di decidere.

Il LLM prepara il materiale. La valutazione richiede le competenze dei tre settori.

Prompt e risposta costruiti a fini didattici. Un prompt ben formulato non garantisce una risposta corretta.



Tre messaggi da portare nel lavoro

1. **One Health richiede collaborazione.**

Mettere in relazione salute animale, umana e ambiente richiede dati interpretabili e competenze complementari. L'AI può aiutare a elaborare quei dati e a scambiare informazioni fra gli esperti.

2. **L'AI non si limita ai LLM.**

Analizzare dati, segnalare anomalie e lavorare sui documenti sono compiti distinti. Lo strumento va scelto in base al lavoro e al risultato che serve.

3. **La decisione deve restare motivata e responsabile.**

Fonti verificabili, tutela delle informazioni, valutazione dei limiti e controllo professionale vengono prima dell'uso operativo del risultato.

Il punto non è ottenere una risposta dall'AI: è migliorare il lavoro che porta alla decisione.