

Contenuti per un corso di formazione all'intelligenza artificiale per personale medico-sanitario: una revisione esplorativa della letteratura dall'avvento di ChatGPT.

Mario Ettore Giardini¹, Carlo Maria Petrini², Antonio Vittorino Gaddi³

¹ School of Science and Engineering, University of Dundee, UK - mgiardini001@dundee.ac.uk

² Istituto Superiore di Sanità - carlo.petrini@iss.it

³ Società Italiana di Telemedicina, presidente@sitelemed.it

ABSTRACT

Introduction: The advent of Large Language Models in 2022 is requiring a reconsideration of the contents to be included in Artificial Intelligence (AI) training for healthcare personnel.

Objectives: A review of the literature published since the launch of ChatGPT has been performed, to identify which contents are suggested for inclusion in AI training for healthcare personnel.

Methods: the review has been conducted according to the PRISMA-ScR extension to the PRISMA statement. Only items containing primary data have been included, thus excluding literature reviews.

Results: 10101 items have been identified, of which 21 have been selected for review. These include original articles, letters, commentaries, opinion papers, editorials, interviews.

Discussion: The items extracted from the literature address almost exclusively medical training. The analysis failed to identify methodologically robust studies on the contents to be included in AI training for healthcare personnel. There is however consensus on the fact that content on the broader technical, application, ethics, and regulatory aspects should take priority over direct operativity on informatics tools.

Keywords: artificial intelligence, AI, education, contents, healthcare personnel.

RIASSUNTO

Introduzione. L'avvento dei Large Language Models nel 2022 richiede una riconsiderazione dei contenuti da includere nella formazione all'intelligenza artificiale (AI) del personale medico-sanitario.

Obiettivi. Una revisione della letteratura pubblicata dall'avvento di ChatGPT in poi è stata effettuata per identificare quali contenuti vengano indicati per i corsi di formazione all'AI rivolti all'ambito medico-sanitario.

Metodi e strumenti. La revisione ha seguito l'estensione per revisioni esplorative (PRISMA-ScR) del processo PRISMA. Sono stati inclusi articoli contenenti dati primari, escludendo le revisioni.

Risultati. Sono stati reperiti 10101 articoli, dei quali 21 sono stati selezionati per la revisione. Questi comprendono articoli originali, lettere, commenti, articoli d'opinione, editoriali, interviste.

Discussione. Gli articoli reperiti sono quasi esclusivamente rivolti all'educazione di personale medico. L'analisi non ha evidenziato studi metodologicamente robusti sui contenuti da includere in un programma educativo sulle AI per personale medico-sanitario. Si nota tuttavia un consenso sul fatto che la formazione debba includere contenuti a largo spettro sulle aree tecniche, applicative, ed etico-normative, in priorità rispetto all'operatività sugli strumenti informatici.

Parole chiave: **intelligenza artificiale, AI, educazione, contenuti, personale medico-sanitario.**

A scoping review has been conducted on the literature published after the advent of Large Language Models, to identify what content is flagged for inclusion in Artificial Intelligence training for healthcare personnel. Albeit fragmented and methodologically weak, the literature indicates that content on the broader technical, application, ethics, and regulatory aspects should take priority over direct operativity on informatics tools.

Una revisione esplorativa della letteratura pubblicata dall'avvento di ChatGPT in poi, è stata effettuata per identificare quali contenuti vengano indicati per i corsi di formazione all'intelligenza artificiale rivolti all'ambito medico-sanitario. Sebbene frammentaria e metodologicamente debole, la letteratura indica che contenuti a largo spettro sulle aree tecniche, applicative, ed etico-normative, debbano assumere priorità rispetto all'operatività sugli strumenti informatici.

1. INTRODUZIONE

L'intelligenza artificiale (*Artificial Intelligence* - AI) è la capacità di un sistema artificiale di eseguire compiti comunemente associati con esseri intelligenti (Copeland, 2024). Nel settore medico-sanitario, l'AI appare trasformativa sia nel campo della diagnostica, terapia e sorveglianza, sia nel supporto all'organizzazione dei servizi e della ricerca. A titolo di esempio, troviamo applicazioni rappresentative nella diagnostica per immagini (McGenity et al., 2024) (Silva et al., 2023), nell'esame di quadri clinici complessi (Lynn, 2019), nell'ottimizzazione della gestione di sistemi sanitari (Vishwakarma et al., 2023), o nello sviluppo di farmaci (Vamathevan e al. 2019).

Già da due decenni si assiste ad una proliferazione della dipendenza dei pazienti da sorgenti di informazioni accessibili via Internet (Hesse et al., 2005) (Van Riel et al., 2017) e all'uso di Internet da parte degli operatori sanitari quale metodo di supporto decisionale (Tang & Ng, 2006). Con l'emergere di tecnologie di AI generativa, quali *chatbot* (Thirunavukarasu et al., 2023) ed il loro contributo al settore sanitario (Rao et al., 2024) l'uso dell'AI generativa si sta rapidamente diffondendo tra gli operatori sanitari (Casella

et al. 2023) e già solleva domande su potenziale dipendenza (Gaube et al., 2021). Tra gli studenti di medicina, si inizia ad assistere a casi di uso di ChatGPT in priorità rispetto a lezioni accademiche, testi medici, e domande a docenti universitari (Zhang et al., 2021).

Già a pochi mesi dal lancio di ChatGPT il 30 novembre 2022, l'uso non regolato dell'intelligenza artificiale generativa e, più specificamente, dei Large Language Models (LLM) in medicina, ad esempio per fornire opinioni mediche in totale assenza dei necessari controlli di qualità, iniziava a generare serie preoccupazioni di natura etico-professionale (Ivanson et al. 2023). A gennaio 2024, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha aggiornato le linee guida sull'impiego dell'AI in medicina (World Health Organization 2021) per tenere conto dei rischi specifici dei LLM (World Health Organization 2024).

È ormai chiaro che, nei percorsi formativi per personale medico-sanitario, l'introduzione dei LLM richiede una rimodulazione dell'insegnamento dell'AI e delle sue implicazioni professionali, etiche, e normative (Li 2024). Sotto la pressione di tale urgenza, dal 2023 si è quindi assistito alla proliferazione di corsi sull'AI, pur nell'impossibilità, vista la rapidità dell'evoluzione delle tecnologie dei LLM, di procedere ad un'analisi sistematica delle nuove competenze, obiettivi formativi e contenuti richiesti.

Nel presente lavoro, intendiamo quindi esaminare lo stato della letteratura in merito ai contenuti dei corsi di formazione all'AI rivolti all'ambito medico-sanitario, con specifica attenzione sulla letteratura pubblicata dal lancio di ChatGPT in poi.

2. METODI

La ricerca è stata rivolta all'identificazione di articoli nella letteratura accademica riguardanti la definizione di contenuti per programmi educativi sull'AI rivolti a personale medico-sanitario. La domanda sottostante è stata formulata secondo il modello PCC (*Population-Context-Concept*) (Pollock et al. 2023): quali contenuti vengono proposti dalla letteratura per un programma formativo sull'intelligenza artificiale rivolto a personale medico-sanitario?

La revisione della letteratura è stata condotta seguendo l'estensione PRISMA-ScR per revisioni esplorative del processo PRISMA (Tricco et al., 2018). Al fine di includere pubblicazioni sviluppate successivamente all'emergere dei LLM e mantenere il numero di articoli entro limiti gestibili, sono stati inclusi nella ricerca articoli accademici, inclusi commenti, editoriali e corrispondenza, pubblicati tra il 1° gennaio 2023,

immediatamente successivi al lancio di ChatGPT il 30 novembre 2022 ed assumendo conservativamente un mese di ritardo di pubblicazione, e il 15 agosto 2024, data della ricerca. Sono stati inclusi i lavori relativi all'insegnamento dell'AI in senso lato, evitando di includere programmi educativi espressamente rivolti agli aspetti strettamente matematici (*machine learning, deep learning*). Per evitare doppie inclusioni, i lavori sono stati inclusi nella revisione solo se contenenti dati primari, escludendo quindi le revisioni della letteratura. Sono state consultate le banche dati Scopus (Elsevier, Paesi Bassi), Medline/PubMed (National Institutes of Health, USA) e Web of Science (Clarivate, UK-USA) utilizzando le stringhe di ricerca in Tabella 1.

Scopus
(TITLE-ABS-KEY("artificial intelligence" OR "AI") AND TITLE-ABS-KEY("course" OR "program" OR "programme" OR "curriculum" OR "teaching" OR "tuition" OR "educating" OR "education")) AND TITLE-ABS-KEY("healthcare" OR "health" OR "medicine" OR "medical")) AND PUBYEAR > 2022 AND PUBYEAR < 2025
PubMed
((("artificial intelligence"[Title/Abstract] OR "AI"[Title/Abstract]) AND ("course"[Title/Abstract] OR "program"[Title/Abstract] OR "programme"[Title/Abstract] OR "curriculum"[Title/Abstract] OR "teaching"[Title/Abstract] OR "tuition"[Title/Abstract] OR "educating"[Title/Abstract] OR "education"[Title/Abstract])) AND ("healthcare"[Title/Abstract] OR "health"[Title/Abstract] OR "medicine"[Title/Abstract] OR "medical"[Title/Abstract])) AND (2023/1/1:2024/8/15[pdat])
Web of Science
(TI=("artificial intelligence" OR "AI") AND TI=("course" OR "program" OR "programme" OR "curriculum" OR "teaching" OR "tuition" OR "educating" OR "education") AND TI=("healthcare" OR "health" OR "medicine" OR "medical")) OR (AB=("artificial intelligence" OR "AI") AND AB=("course" OR "program" OR "programme" OR "curriculum" OR "teaching" OR "tuition" OR "educating" OR "education") AND AB=("healthcare" OR "health" OR "medicine" OR "medical")) OR (AK=("artificial intelligence" OR "AI") AND AK=("course" OR "program" OR "programme" OR "curriculum" OR "teaching" OR "tuition" OR "educating" OR "education") AND AK=("healthcare" OR "health" OR "medicine" OR "medical"))
Date range: 01-01-2023 to 15-08-2024

Tabella 1. Stringhe di ricerca.

I risultati delle ricerche sono stati importati in EndNote versione 21 (Clarivate, UK-USA) e de-duplicati utilizzando dapprima la funzionalità di de-duplicazione automatica di EndNote, rivolta a rimuovere duplicati identificabili con certezza da un confronto campo-

per-campo dei record bibliografici, seguita da una de-duplicazione manuale, per rimuovere i duplicati non identificati dalla de-duplicazione automatica a causa di inconsistenze formali. La selezione degli articoli è stata fatta per esclusione in tre fasi, valutando inizialmente i soli titoli, seguiti dagli abstract degli articoli non esclusi, ed infine da una selezione sul testo completo degli articoli restanti. Non sono stati ritenuti pertinenti:

- gli articoli non riportanti una raccomandazione esplicita di inclusione di contenuti specifici in programmi ed iniziative educative sulle AI per operatori medico-sanitari.
- gli articoli riferiti a gruppi di studenti generici (non-medici) o a gruppi misti operatori / non-operatori sanitari;

Per l'ultima fase, e per l'estrazione dati, il testo degli articoli è stato scaricato dai siti editoriali accessibili dall'University of Strathclyde, Glasgow, UK, o il testo dal sito istituzionale degli autori quando il testo non era accessibile sui siti editoriali. Per i testi non reperibili secondo queste modalità, è stata inviata una richiesta via e-mail o *Scholarly Collaboration Network* (ResearchGate) all'autore corrispondente, quando contattabile e qualora consentito dalle *policy* editoriali delle fonti. I testi non ricevuti a 7 giorni di distanza dalla richiesta sono stati considerati irreperibili.

Gli articoli in inglese sono stati esaminati nella lingua originale. Gli articoli in altre lingue sono stati tradotti in inglese mediante l'uso di traduzione automatica (Microsoft Word per Windows versione 2407 build 17830.20138, Microsoft Corp., USA). Dagli articoli selezionati, sono stati estratti gli estremi identificativi, il tipo di pubblicazione (articolo originale, d'opinione, editoriale, lettera, intervista), il settore disciplinare, il contesto geografico, il tipo e lo scopo dello studio qualora applicabile, l'eventuale menzione di LLM, l'elenco delle competenze, degli obiettivi formativi, e dei contenuti proposti, ed una breve serie di osservazioni. L'ambito geografico è stato estratto quando espressamente specificato. Quando non specificato, è stata estratta la provenienza degli autori. Competenze, obiettivi, e contenuti formativi sono stati estratti solo quando esplicitamente indicati dagli autori come tali, e solo limitatamente a quanto indicato, evitando assunzioni ed estrapolazioni su testo non esplicito. Non è stata effettuata un'analisi della qualità degli articoli e del rischio di bias, in accordo con il processo PRISMA-ScR in (Tricco et al, 2018).

3. RISULTATI

La ricerca ha individuato 10101 risultati, di cui 5950 in Scopus, 2120 in PubMed, e 2031 in Web of Knowledge. La de-duplicazione automatica ha eliminato 2801 risultati, e 751

risultati sono stati de-duplicati manualmente, ottenendo 6549 risultati validi. Di questi, 6195 sono stati eliminati per titolo, 195 per abstract, e 129 per testo. 9 testi sono risultati non reperibili. Nella revisione sono quindi stati inclusi 21 lavori.

In Tabella 2 sono riportati i risultati del processo di selezione ed estrazione.

<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Alkhaaldi et al. 2023 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: Emirati Arabi Uniti • Tipo di studio: trasversale • Scopo dello studio: valutare le esperienze e percezioni di ChatGPT di studenti recentemente laureati in Medicina • Menzione di LLM: sì • Competenze: uso etico e responsabile delle tecnologie AI • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: conoscenze tecniche di base. Implicazioni sociali e di etica. Valutazione <i>evidence-based</i> di strumenti basati su AI e relativi workflow. • Osservazioni: conflazione di competenze, obiettivi e contenuti.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Andrade-Castellanos et al. 2024 (lettera) • Settore: medicina • Contesto geografico: non specificato (Messico) • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: integrazione delle AI nel curriculum di medicina • Menzione di LLM: no • Competenze: <i>problem solving</i> basato su AI nella pratica professionale, alfabetizzazione AI • Obiettivi formativi: integrità accademica • Contenuti formativi: etica • Osservazioni: lettera riportante opinioni tra di loro scorrelate su competenze, obiettivi, contenuti.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Baker-Stein & Jones-Schenk 2024 (articolo d'opinione) • Settore: studi infermieristici • Contesto geografico: non specificato (USA) • Tipo di studio: n/a • Scopo dello studio: educazione all'AI di studenti di scienze infermieristiche • Menzione di LLM: sì • Competenze: interpretazione efficace di dati e analisi/intuizioni generate dall'AI • Obiettivi formativi: comprensione delle limitazioni delle AI, consapevolezza e sorveglianza dei bias.

<ul style="list-style-type: none"> • Contenuti formativi: implicazioni di etica dell'AI nell'assistenza sanitaria • Osservazioni: sottolinea la necessità di formazione continua per mantenersi al passo con lo sviluppo della tecnologia.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: de Margerie-Mellon 2023 (commento) • Settore: radiologia • Contesto geografico: non specificato (Francia) • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: sfide e opportunità legate all'AI nell'educazione di studenti di radiologia • Menzione di LLM: no • Competenze: capire come valutare software AI prima dell'acquisto, derivare massimo beneficio da software AI evitando errori comuni. • Obiettivi formativi: imparare come interagire nella pratica clinica con software AI, imparare ad identificare punti di forza e di debolezza di articoli scientifici su algoritmi AI • Contenuti formativi: concetti fondamentali in AI, applicazioni radiologiche • Osservazioni: conflazione competenze/obiettivi/contenuti. Conflazione tra insegnamento dell'AI ed uso dell'AI nell'insegnamento.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Hswen & Abbasi 2023 (intervista) • Settore: medicina • Contesto geografico: USA • Tipo di studio: n/a • Scopo dello studio: n/a • Menzione di LLM: sì • Competenze: n/a • Obiettivi formativi: valorizzare gli aspetti umani. Capire le limitazioni delle AI: allucinazioni, bias. Capire gli usi corretti delle AI. • Contenuti formativi: comunicazione interpersonale, compassione, clinical decision making ad alto livello. • Osservazioni: intervista al Dean della Harvard Medical School sull'impatto dell'AI sulla Harvard Medical School. Sottolinea necessità da parte degli studenti di affinare competenze più prettamente umane: comunicazione, compassione, competenza culturale.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Hu et al. 2023 (articolo originale) • Settore: radiologia • Contesto geografico: Canada • Tipo di studio: trasversale • Scopo dello studio: descrizione e valutazione di un corso su AI presso la Queen's University (Kingston, ON) • Menzione di LLM: no

- Competenze: valutare l'applicazione dell'AI all'assistenza medico-sanitaria
- Obiettivi formativi: paragonare AI, *machine learning* (ML) e *deep learning* / definire la terminologia / capire limitazioni di statistica classica in analisi predittiva / distinguere *supervised*, *unsupervised*, *semisupervised* ML / valutare le prestazioni di classificatori diagnostici / effettuare analisi dati esplorativa / comprendere i processi di ML / fornire esempi di un problema clinico con input e output definiti / comprendere come la riduzione dimensionale riduce l'*overfitting* / riconoscere tecniche di *preprocessing* / riconoscere algoritmi di classificazione / selezionare un'opportuna metrica per problemi di classificazione, regressione e segmentazione / effettuare la valutazione del rischio di bias per algoritmi di ML / comprendere la differenza tra parametri e iperparametri / effettuare il training di un algoritmo di ML / definire input e output di reti neurali (RN) / riconoscere la complessità nelle RN / comprendere la sensibilità delle RN a perturbazioni dei dati di *training* / identificare le RN descritte nella letteratura / identificare tecniche di interpretabilità per RN / valutare la performance di RN a partire dalla letteratura / comprendere il ruolo dell'interpretabilità ai fini dell'utilità clinica / effettuare cross-validazione di modelli ML / valutare il potenziale dell'AI in medicina / valutare se l'AI può servire per un problema clinico / accedere a linee guida e standard.
- Contenuti formativi: complessa serie di contenuti messe a disposizione su repository a libero accesso (Queen's 2022)
- Osservazioni: contenuti e materiali sono disponibili *open access*. Non viene fornito il razionale per la definizione degli obiettivi e contenuti eccetto che per breve nota: sono enfatizzati i concetti necessari al fine della valutazione delle prestazioni. Vengono esplicitamente sollevati dubbi sulla ritenzione della formazione.

- Articolo: Jamal et al. 2023 (editoriale)
- Settore: medicina
- Contesto geografico: non specificato (USA, Arabia Saudita)
- Tipo di studio: n/a
- Scopo dello studio: integrazione di ChatGPT nell'educazione medica
- Menzione di LLM: sì
- Competenze: a breve termine: alfabetizzazione digitale, sviluppo di pensiero critico, comprensione dell'importanza dell'*evidence base*. A lungo termine: focalizzazione sui fattori umani e sulla collaborazione interprofessionale.
- Obiettivi formativi: capire il ruolo critico della vigilanza sulle allucinazioni. Capire l'importanza dell'empatia, competenza culturale, e comunicazione efficace.
- Contenuti formativi: concetti fondamentali in AI. Vigilanza su fabbricazione di informazioni. Controversie. Soft skill training su empatia, competenza culturale e comunicazione.
- Osservazioni: distingue tra competenze a breve e lungo termine.

- Articolo: Khan et al. 2024 (lettera)
- Settore: medicina

<ul style="list-style-type: none"> • Contesto geografico: Pakistan • Tipo di studio: n/a • Scopo dello studio: sottolineare la necessità di migliorare il sistema educativo dei medici in Pakistan • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: programmazione, “<i>computational thinking</i>” [sic] • Osservazioni: lettera di studenti all'editore
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Kim et al. 2023 (articolo d'opinione) • Settore: odontoiatria • Contesto geografico: non specificato (USA) • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: rispondere a questioni di etica nell'integrazione dell'AI nel curriculum educativo in odontoiatria • Menzione di LLM: no • Competenze: pensiero e ragionamento critico. Comunicazione. • Obiettivi formativi: riuscire a valutare criticamente i fattori individuali dei pazienti, identificando e mitigando bias e disparità. • Contenuti formativi: determinanti socio-culturali alla salute (razza, genere, aspetti culturali). Applicazione etica dell'AI, inclusi rischi e limitazioni. Protezione dati, privacy, interferenze da terze parti [sic]. Uso appropriato dell'AI come strumento di studio. • Osservazioni: propone anche un modello esteso di curriculum e relative modalità di erogazione.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Kimmerle et al. 2023 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: Germania • Tipo di studio: trasversale • Scopo dello studio: Valutare gli atteggiamenti di studenti di medicina verso le AI e le loro aspettative in merito alla propria formazione. • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: protezione dati, privacy, trasparenza, spiegabilità, discriminazione, bias. • Osservazioni: analisi di un questionario proposto nel 2022.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Krive et al. 2023 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: USA

- Tipo di studio: trasversale
- Scopo dello studio: descrizione e valutazione da parte degli studenti di un corso sull'AI
- Menzione di LLM: no
- Competenze: valutazione critica dell'appropriatezza di una tecnologia e dei sistemi di AI. Interpretazione delle fonti di errore, bias, e inadeguatezza clinica. Comunicazione comprensibile dei risultati e processi.
- Obiettivi formativi: fornire attraverso case studies il contesto per l'uso dell'AI nella pratica medica: spiegare concetti di base, come applicare l'AI per migliorare gli *outcomes*, interpretare la terminologia, definire il rapporto tra *evidence base*, sicurezza, performance analitica ed AI. Discutere esempi di buona pratica. Identificare driver finanziari.
- Contenuti formativi: casi (articoli e video) su ML, AI, bias, sicurezza clinica, intelligenza aumentata [sic], e ragionamento statistico. Casi d'uso: miglioramento della accuratezza diagnostica, sviluppo di misure di qualità, valutazione dei rischi, sicurezza farmacologica.
- Osservazioni: Approccio costruttivista. Corso implementato nel 2019. *Case studies* con contenuti prefissati. Conflazione tra contenuti e attività.

- Articolo: Lindqwister et al. 2023 (articolo originale)
- Settore: radiologia
- Contesto geografico: USA
- Tipo di studio: trasversale
- Scopo dello studio: descrizione e valutazione da parte degli studenti di un corso sull'AI
- Menzione di LLM: no
- Competenze: n/d
- Obiettivi formativi: riconoscere concetti fondamentali in ML e relativi algoritmi. Identificare punti di forza e di debolezza negli algoritmi. Descrivere metriche di uso comune. Applicare gli algoritmi in problemi reali.
- Contenuti formativi: algoritmi di ML
- Osservazioni: corso tenuto nel 2021.

- Articolo: Naqvi & Mishra 2024 (articolo d'opinione)
- Settore: medicina
- Contesto geografico: non specificato (Emirati Arabi Uniti, India)
- Tipo di studio: n/d
- Scopo dello studio: n/d
- Menzione di LLM: sì
- Competenze: n/d
- Obiettivi formativi: n/d
- Contenuti formativi: programmazione in Python

<ul style="list-style-type: none"> • Osservazioni: articolo anomalo: sono presenti due autori, tuttavia è scritto in prima persona singolare.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Ng & Tan 2023 (editoriale) • Settore: radiologia • Contesto geografico: non specificato (Malesia, Singapore) • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: n/d • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: concetti fondamentali, rassegna delle applicazioni principali in medicina e radiologia, aspetti di etica e regolatori, validazione clinica ed applicazione dei modelli di AI. Mitigazione dei rischi, bias. Programmazione (R e Python) • Osservazioni: n/d
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Pizzolla et al. 2023 (articolo originale) • Settore: BSc medicina • Contesto geografico: Belgio • Tipo di studio: studio trasversale • Scopo dello studio: descrizione e valutazione da parte degli studenti di un corso sull'AI • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: fornire concetti teorici di AI e applicazioni real-life (lavoro di gruppo e analisi dati) • Contenuti formativi: Introduzione all'AI come settore, introduzione a ML e sistemi esperti, introduzione a ML in sanità, introduzione a <i>machine vision</i>, introduzione a riconoscimento di immagini • Osservazioni: Corso implementato nell'Anno Accademico 2022-23.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Seth et al. 2023 (articolo d'opinione) • Settore: BSc medicina • Contesto geografico: non specificato (USA, Canada) • Tipo di studio: n/a • Scopo dello studio: fornire un'opinione sulla <i>Data Science</i> come competenza fondamentale nell'educazione universitaria dei medici. • Menzione di LLM: sì • Competenze: n/d (vedi osservazioni) • Obiettivi formativi: n/d (vedi osservazioni)

<ul style="list-style-type: none"> • Contenuti formativi: non estraibili direttamente, pur essendo l'articolo rilevante ai fini dei criteri di inclusione: AI è ritenuta elemento della <i>data science</i>, e non viene identificata come disciplina a sé. • Osservazioni: l'AI è considerata quale elemento essenziale in <i>data science</i>.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Tejani et al. 2023 (articolo d'opinione) • Settore/utenti: radiologia • Contesto geografico: globale • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: fornire un'opinione sull'integrazione dell'AI nel curriculum di radiologia, considerato in ambito internazionale. • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: concetti fondamentali. Informatica delle immagini. <i>Governance</i> ed aspetti regolatori. Aspetti di etica. Aspetti economici. Implementazioni cliniche. • Osservazioni: Definito "report" dall'autore, unisce dati e opinioni.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Waibel & Bischoff 2024 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: Germania • Tipo di studio: trasversale • Scopo dello studio: descrizione e valutazione da parte degli studenti di un corso sulle competenze digitali • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d • Contenuti formativi: Aspetti di etica dell'interazione uomo-tecnologia. Cybersicurezza. Riconoscimento immagini con reti neurali. Concetti fondamentali di AI. Sorgenti di errori. Sistemi per diagnostica assistita da computer. AI per classificazione di immagini radiologiche. • Osservazioni: Corso implementato nel 2022. Lo spettro del corso si estende oltre l'AI. I contenuti sono stati estratti solo per la sezione AI.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Wang & Li 2024 (articolo d'opinione) • Settore: salute pubblica • Contesto geografico: non specificato (Cina) • Tipo di studio: n/d • Scopo dello studio: n/d • Menzione di LLM: no • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: n/d

<ul style="list-style-type: none"> • Contenuti formativi: teoria: fondamenti di <i>Data Science</i>, teoria della salute pubblica ed applicazioni di AI in salute pubblica. Pratica: lavorare con dati reali di salute pubblica in ambienti di simulazione. Simulazione di bias. • Osservazioni: Definito "ricerca" dagli Autori, è un opinion paper con una forte componente di revisione esperta. L'editore si distanzia dagli autori con una nota editoriale.
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Weidner & Fischer 2023 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: non specificato (Austria) • Tipo di studio: analisi qualitativa di interviste di esperti • Scopo dello studio: definire lo stato del "<i>knoweldge and understanding</i>" di AI in medicina, e proporre contenuti curriculari. • Menzione di LLM: no • Competenze: abilità di interpretare e riflettere criticamente sui risultati forniti dalle AI, tenendo conto di rischi e bias. • Obiettivi formativi: promuovere l'acquisizione di competenze pratiche, incluse competenze tecnologiche di base, e sviluppare confidenza nella tecnologia e nella propria capacità in merito. • Contenuti formativi: conoscenze: concetti fondamentali di AI, statistica, etica, protezione dati e regolamentazione. Interpretazione: riflessione critica, rischi, natura e qualità dei dati. Applicazione: competenze pratiche, fiducia. • Osservazioni: intervista a 12 esperti, definiti come persone che hanno studiato, sviluppato, o insegnato AI in medicina per almeno 5 anni. Conflazione tra contenuti, competenze, e concetti. Disaccordo degli intervistati sull'etica, ritenuta da alcuni responsabilità dei produttori, e quindi in bassa priorità tra i contenuti (posizione contestata dagli autori).
<ul style="list-style-type: none"> • Articolo: Weidner & Fischer 2024 (articolo originale) • Settore: medicina • Contesto geografico: Germania, Austria, Svizzera • Tipo di studio: trasversale • Scopo dello studio: raccogliere le percezioni tra gli studenti su applicazioni, educazione, ed aspetti di etica • Menzione di LLM: sì • Competenze: n/d • Obiettivi formativi: comprensione bilanciata dei benefici, delle limitazioni, e delle implicazioni nell'etica delle AI. Assicurare un uso responsabile ed efficace delle AI • Contenuti formativi: etica • Osservazioni: lega la necessità dell'insegnamento dell'etica alle percezioni degli studenti.

Tabella 2. Risultati del processo di selezione/estrazione. Provenienza degli autori indicata quando il contesto geografico non è specificato.

4. DISCUSSIONE

Struttura dei risultati

Al termine del processo di selezione emergono alcune caratteristiche comuni alla totalità dei risultati. Innanzitutto, gli articoli selezionati si riferiscono quasi esclusivamente a studenti di medicina, e consistono o in pubblicazioni intrinsecamente soggettive, quali lettere, opinion papers, editoriali, interviste, o in articoli sperimentali affetti da bias di selezione, quali valutazioni *a posteriori* di percezioni degli studenti di corsi già in essere, o interviste a piccoli numeri di esperti definiti su basi deboli. Con l'eccezione di (Hu et al. 2023) che, comunque, si riferisce al contesto estremamente specifico dell'AI per studenti di radiologia in una singola università, le indicazioni di contenuti specifici risultano frammentarie e incomplete rispetto ai discorsi più ampi presentati dagli articoli stessi. Non sempre è chiaro come i contenuti formativi esplicitamente segnalati siano stati selezionati dai rispettivi autori dalle considerazioni più generali presentate nei lavori. Sempre con l'eccezione di (Hu et al. 2023), non è stata inoltre reperita letteratura che supporti i contenuti proposti con una riflessione metodologicamente solida sulle competenze che si intendono sviluppare, sugli obiettivi formativi, sulle modalità di erogazione dei corsi, sulla verifica dell'apprendimento, sulla certificazione, e/o sul controllo della qualità. Al contrario, si nota in diversi lavori una conflazione tra contenuti, obiettivi, e competenze.

Recentemente (Lee et al, 2024) analizzano il discorso più ampio delle competenze di AI, specificamente per studenti di medicina nel contesto sudcoreano. Tuttavia, tale analisi si ferma agli obiettivi formativi, senza entrare nel merito dei contenuti e delle modalità di erogazione.

Contenuti dei risultati

Tra i risultati, si nota un notevole accordo nel richiedere contenuti formativi sull'ampio spettro degli aspetti funzionali, applicativi, di etica, e di *governance*, in priorità rispetto agli aspetti più strettamente tecnici. Solo quattro risultati, di cui due strettamente di opinione citano contenuti informatici operativi (dettagli di algoritmi di *machine learning*, elementi di programmazione). Più di metà dei risultati indica contenuti formativi direttamente legati a questioni di etica, sia in isolamento, sia in relazione ad aspetti di *governance*, delle quali l'educazione alla comprensione e/o mitigazione del rischio di bias e alla privacy sono i più

frequentemente menzionati. Ciò ben si allinea con lo spostamento dell'attenzione della comunità scientifica dalla performance analitica degli algoritmi di ML agli aspetti di etica e di governance delle AI generato dall'avvento dei LLM (Berenguères 2024) (Ong et al. 2024) (Li et al. 2023), e alla intima connessione tra etica e governance identificata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization 2021) (World Health Organization 2024).

Interessanti sono le posizioni di (Jamal et al. 2023) e (Hswen & Abbasi 2023), entrambi articoli di opinione, che sottolineano come l'educazione alle AI debba essere complementata da un rafforzamento delle competenze più strettamente umane, quali comunicazione interpersonale, compassione, empatia.

Limitazioni

La presente revisione presenta alcune limitazioni significative. Innanzitutto, come accennato nei paragrafi precedenti, i risultati presentano bias di selezione, dovuto alla scelta, esplicita nel caso degli articoli di ricerca, e implicita negli articoli di opinione, di campioni selezionati, non rappresentativi di alcuna popolazione generalizzabile. Inoltre, più di metà dei lavori estratti non sono rivolti all'identificazione di contenuti formativi, e indicano contenuti solo in quanto elementi, spesso frammentari e metodologicamente deboli, di discorsi più ampi.

Dal punto di vista del processo di selezione dei risultati e di estrazione, si è optato verso il minimizzare il tempo intercorso tra la ricerca e l'invio del manoscritto. Sono quindi stati omessi controlli incrociati sui risultati delle varie fasi del processo PRISMA-ScR che, ancorché non codificati in fasi specifiche, sono comunque raccomandati da (Tricco et al. 2018).

Nonostante queste limitazioni, la natura ed il contenuto dei lavori identificati appaiono definire un quadro chiaro e ben delineato, supportando la discussione dei risultati con un buon margine di affidabilità.

5. CONCLUSIONI

L'analisi esplorativa della letteratura recente selezionata nel presente studio non ha evidenziato analisi metodologicamente robuste sui contenuti da includere in un programma educativo sulle AI per studenti di discipline medico-sanitarie. Siamo consapevoli dei limiti dell'analisi e del fatto che essa non includa l'intera offerta formativa nella molteplicità delle

sue forme. Si nota un generale consenso sul fatto che la formazione debba includere aspetti a largo spettro legati alle aree tecniche, applicative, ed etico-normative, in priorità rispetto all'operatività sugli strumenti informatici. Ulteriore riflessione è necessaria sull'identificazione ed integrazione di competenze, obiettivi formativi, contenuti, erogazione, e verifica.

BIBLIOGRAFIA

- Alkhaaldi, S. M. I., et al. (2023). Medical Student Experiences and Perceptions of ChatGPT and Artificial Intelligence: Cross-Sectional Study [Article]. *JMIR Medical Education* 9(1), Article e51302. <https://doi.org/10.2196/51302>
- Andrade-Castellanos, et al. (2024). Integration of artificial intelligence in the curriculum of the medicine program. *Investigacion en Educacion Medica* 13(49). <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2024.50.24590>
- Baker Stein, M., & Jones-Schenk, J. (2024). The Future of Nursing: Navigating the AI Revolution Through Education and Training. *Journal of continuing education in nursing* 55(3), 108-109. <https://doi.org/10.3928/00220124-20240221-03>
- Berengueres, J. (2024) How to Regulate Large Language Models for Responsible AI. *IEEE Transactions on Technology and Society* 5(2), 191-197. <https://doi.org/10.1109/TTS.2024.3403681>.
- Cascella, M., et al. (2023) Evaluating the Feasibility of ChatGPT in Healthcare: An Analysis of Multiple Clinical and Research Scenarios. *Journal of Medical Systems* 47, 33. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01925-4>
- Copeland, B.J. (2024, August 22). *Artificial intelligence*. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
- de Margerie-Mellon, C. (2023). Leveraging artificial intelligence in radiology education: challenges and opportunities [Note]. *European Radiology* 33(11), 8239-8240. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-10112-5>
- Gaube, S., et al. (2021) Do as AI say: susceptibility in deployment of clinical decision-aids. *npj Digital Medicine* 4, 31. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00385-9>
- Hesse, B.W., et al. (2005) Trust and Sources of Health Information: The Impact of the Internet and Its Implications for Health Care Providers: Findings From the First Health

- Information National Trends Survey. *Archives of Internal Medicine* 165(22), 2618–2624. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.22.2618>
- Hswen, Y., & Abbasi, J. (2023). AI Will-and Should-Change Medical School, Says Harvard's Dean for Medical Education. *JAMA* 330(19), 1820-1823. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.19295>
- Hu, R., Rizwan, A., et al. (2023). An Artificial Intelligence Training Workshop for Diagnostic Radiology Residents [Article]. *Radiology: Artificial Intelligence* 5(2), Article e220170. <https://doi.org/10.1148/ryai.220170>
- Ivanson, H., et al. (2023) The Ethics of Big Data and Artificial Intelligence in Perioperative Medicine: Is Unregulated AI Already at the Bedside? *Current Anaesthesiology Reports* 13, 196–201 <https://doi.org/10.1007/s40140-023-00572-2>
- Jamal, A., et al. (2023). Integrating ChatGPT in Medical Education: Adapting Curricula to Cultivate Competent Physicians for the AI Era. *Cureus* 15(8), e43036. <https://doi.org/10.7759/cureus.43036>
- Khan, M. M., Malik, S., & Vohra, F. (2024). The promise of AI in medicine: A call for greater education for Pakistani medical professionals. *Journal of the Pakistan Medical Association* 74(1), 203. <https://doi.org/10.47391/JPMA.10225>
- Kim, C. S., Samaniego, et al. (2023). Artificial intelligence (A.I.) in dental curricula: Ethics and responsible integration. *Journal of Dental Education* 87(11), 1570-1573. <https://doi.org/10.1002/jdd.13337>
- Kimmerle, J., et al. (2023). Medical Students' Attitudes Toward AI in Medicine and their Expectations for Medical Education. *Journal of Medical Education and Curricular Development* 10,23821205231219346. <https://doi.org/10.1177/23821205231219346>
- Krive, J., Isola, M., et al. (2023). Grounded in reality: artificial intelligence in medical education. *JAMIA Open* 6(2), ooad037. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooad037>
- Lee, Y. M., et al. (2024). Defining Medical AI Competencies for Medical School Graduates: Outcomes of a Delphi Survey and Medical Student/Educator Questionnaire of South Korean Medical Schools. *Academic Medicine* 99(5), 524-533. <https://doi.org/10.1097/ACM.00000000000005618>
- Lindqwister, A. L., et al. (2023). AI-RADS: Successes and challenges of a novel artificial intelligence curriculum for radiologists across different delivery formats. *Frontiers in*

- Medical Technology* 4, Article 1007708.
<https://doi.org/10.3389/fmedt.2022.1007708>
- Li, H., et al. (2023) Ethics of large language models in medicine and medical research. *The Lancet Digital Health* 5(6) e333-e335. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00083-3](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00083-3)
- Li, Z., et al. (2024) Large language models and medical education: a paradigm shift in educator roles. *Smart Learning Enviroments* 11, n.26.
<https://doi.org/10.1186/s40561-024-00313-w>
- Lynn, L.A. (2019) Artificial intelligence systems for complex decision-making in acute care medicine: a review. *Patient Safety in Surgery* 13, 6. <https://doi.org/10.1186/s13037-019-0188-2>
- McGenity, C., et al. (2024) Artificial intelligence in digital pathology: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Npj digital medicine* 7, 114.
<https://doi.org/10.1038/s41746-024-01106-8>
- Naqvi, W. M., & Mishra, G. V. (2024). Hello AI: Is it Time for A Revolutionary Change in the Health Professional Education System? *European Journal of Therapeutics* 30(3), e28-e29. <https://doi.org/10.58600/eurjther2201>
- Ng, K. H., & Tan, C. H. (2023). It is Time to Incorporate Artificial Intelligence in Radiology Residency Programs [Editorial]. *Korean Journal of Radiology* 24(3), 177-179.
<https://doi.org/10.3348/kjr.2022.1023>
- Ong J. C. L., et al. (2024) Medical Ethics of Large Language Models in Medicine. *NEJM AI* 1(7). <https://doi.org/10.1056/AIra2400038>
- Pizzolla, I., et al. (2023). Integrating Artificial Intelligence into Medical Education: Lessons Learned From a Belgian Initiative [Article]. *Journal of Interactive Learning Research* 34(2), 401-424. <https://www.learntechlib.org/primary/p/222296/>
- Pollock, D., et al. (2023) Recommendations for the extraction, analysis, and presentation of results in scoping reviews. *JB I Evidence Synthesis* 21(3), 520-532.
<https://doi.org/10.11124/JBIES-22-00123>
- Queen's Radiology Intro to AI* (2022) Disponibile a <https://github.com/Queens-Radiology-Intro-To-AI/Intro-to-AI> (ultimo accesso: 8 settembre 2024)

- Rao, S.J., et al. (2024) ChatGPT: A Conceptual Review of Applications and Utility in the Field of Medicine. *Journal of Medical Systems* 48, 59. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02075-x>
- Seth, P., et al. (2023). Data Science as a Core Competency in Undergraduate Medical Education in the Age of Artificial Intelligence in Health Care. *JMIR Medical Education* 9, Article e46344. <https://doi.org/10.2196/46344>
- Silva, H.E.Cd, et al. (2023) The use of artificial intelligence tools in cancer detection compared to the traditional diagnostic imaging methods: An overview of the systematic reviews. *PLOS ONE* 18(10), e0292063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292063>
- Tang H., Ng J.H. (2006) Googling for a diagnosis - use of Google as a diagnostic aid: internet based study. *BMJ* 333(7579), 1143-1145. <https://doi.org/10.1136/bmj.39003.640567.AE>.
- Tejani, A. S., et al. (2023). Artificial Intelligence and Radiology Education. *Radiology: Artificial Intelligence* 5(1), e220084. <https://doi.org/10.1148/ryai.220084>
- Thirunavukarasu, A.J., et al. (2023) Large language models in medicine. *Nature Medicine* 29, 1930–1940. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02448-8>
- Tricco, A.C., et al. (2018) PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine* 169, 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Vamathevan, J., et al. (2019). Applications of machine learning in drug discovery and development. *Nature Reviews Drug Discovery* 18(6), 463–477. <https://doi.org/10.1038/s41573-019-0024-5>
- Van Riel, N., et al. (2017) The effect of Dr Google on doctor-patient encounters in primary care: a quantitative, observational, cross-sectional study. *BJGP Open* 1(2), bjgpopen17X100833. <https://doi.org/10.3399/bjgpopen17X100833>
- Vishwakarma, L. P., et al. (2023). Application of artificial intelligence for resilient and sustainable healthcare system: systematic literature review and future research directions. *International Journal of Production Research*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2188101>

- Wang, J., & Li, J. (2024). Artificial intelligence empowering public health education: prospects and challenges. *Frontiers in Public Health* 12, Article 1389026. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1389026>
- Waibel, A. M., & Bischoff, M. (2024). Digital competencies in medical studies: results of an interdisciplinary course [Article]. *HNO*, 72(3), 161-165. <https://doi.org/10.1007/s00106-023-01411-w>
- Weidener, L., & Fischer, M. (2023). Artificial Intelligence Teaching as Part of Medical Education: Qualitative Analysis of Expert Interviews. *JMIR Medical Education* 9, e46428. <https://doi.org/10.2196/46428>
- Weidener, L., & Fischer, M. (2024). Artificial Intelligence in Medicine: Cross-Sectional Study Among Medical Students on Application, Education, and Ethical Aspects. *JMIR Medical Education* 10(1), Article e51247. <https://doi.org/10.2196/51247>
- World Health Organization (2021) *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health WHO Guidance*. ISBN 978-92-4-002920-
- World Health Organization (2024) *Ethics and governance of artificial intelligence for health. Guidance on large multi-modal models*. ISBN 978-92-4-008475-9
- Zhang J.S., et al. (2021) Exploring the Usage of ChatGPT Among Medical Students in the United States. *Journal of Medical Education and Curricular Development* 11, 23821205241264695. <https://doi.org/10.1177/23821205241264695>