

Un curriculum verticale per comprendere l'IA: dalle Reti Neurali alla Citizen Science

Laura Cesaro¹, Giovanni Dodero²

¹ Università degli Studi di Padova
laura.cesaro@phd.unipd.it

² Liceo statale scientifico e classico "Martin Luther King", Genova - EFT Liguria
giovanni.dodero@gmail.com

Abstract

Questo contributo presenta tre proposte didattiche relative alla comprensione e all'utilizzo di reti neurali, pensate per un curriculum verticale e strutturate a livelli di complessità crescente. L'obiettivo è preparare gli studenti a interagire con l'Intelligenza Artificiale in modo consapevole ed etico, promuovendo una conoscenza critica del suo funzionamento e delle implicazioni etiche e sociali.

1 Introduzione

Nel dicembre 2022 il rilascio di ChatGPT, l'ormai notissimo chatbot dotato di una considerevole capacità di elaborazione del linguaggio, ha catalizzato un'attenzione senza precedenti verso le potenzialità e le implicazioni dell'Intelligenza Artificiale (IA) nella vita quotidiana. Questo fenomeno ha reso evidente quanto l'introduzione di modelli di IA avanzata sia pervasiva e determinante nelle nostre interazioni digitali, influenzando vari settori, dall'informazione all'intrattenimento, e ponendo nuove sfide e opportunità.

Nel contesto educativo, questa presa di coscienza stimola una riflessione profonda, supportata anche da diversi documenti istituzionali: come possiamo preparare i giovani a vivere e interagire con un mondo sempre più permeato dall'IA? Come promuovere una conoscenza critica e informata, capace di interagire con queste tecnologie in modo etico e consapevole? Quali attività didattiche proporre per aiutare gli studenti non solo a sperimentarne l'uso attraverso un'interazione consapevole [1], ma anche a comprendere il funzionamento [2-6]?

L'orizzonte in cui si colloca questo contributo è quello di far progredire le proposte didattiche verso una gamma sempre più ampia di attività, che consentano agli studenti di intuire quali meccanismi si trovano alla base dei più diffusi modelli di IA, contribuendo a rafforzare le iniziative già in essere [7, 8] e proseguendo idealmente un percorso iniziato con lo sviluppo di proposte di Machine Learning (ML) applicate alla didattica curricolare [9].

2 Oltre ChatGPT: proposte didattiche per sperimentare le Reti Neurali Artificiali

Il presente lavoro propone tre differenti attività didattiche incentrate sulle reti neurali strutturate secondo un criterio di complessità crescente, che potrebbero quindi contribuire allo sviluppo di un curriculum verticale sull'IA nei diversi ordini di scuole.

In particolare, la prima attività propone di scoprire il funzionamento di una rete neurale che scrive la didascalia di un'immagine attraverso un gioco unplugged inserito dal Massachusetts Institute of Technology (MIT) all'interno di un curriculum sull'Intelligenza Artificiale. Questa esperienza consente ai partecipanti di avere una comprensione pratica del funzionamento di una semplice rete neurale, e di scoprire come i neuroni artificiali possono interagire all'interno di una rete, come le reti possono essere utilizzate per risolvere problemi come il riconoscimento di modelli o la classificazione di dati, e di riflettere sul funzionamento dei meccanismi dell'IA, sui potenziali rischi e possibili benefici del suo uso.

La seconda esperienza si focalizza sulla trasparenza e spiegabilità dei processi decisionali di una rete neurale artificiale smontandone la percezione di "scatola nera". In Open Roberta Lab gli studenti definiscono e testano una rete neurale, esplorando come essa consenta a un robot (simulato o reale) di muoversi autonomamente nell'ambiente, tramite l'elaborazione dei dati ricevuti dai sensori e la restituzione delle istruzioni agli attuatori del robot usando una piattaforma di programmazione visuale a blocchi. La visualizzazione e l'analisi delle connessioni e dei processi che portano a una determinata decisione migliorano la comprensione della logica sottostante e permettono lo sviluppo di competenze logiche e di programmazione.

La terza proposta prevede che gli studenti sviluppino un'applicazione mobile utilizzando AppInventor del MIT, e collega le reti neurali alla citizen science. I sensori dei dispositivi mobili vengono utilizzati per raccogliere dati ambientali che vengono poi interpretati e categorizzati in modo da poter essere associati a descrizioni che rappresentano una percezione o un'emozione umana, creando un sistema che traduce in tempo reale le informazioni raccolte dai sensori in risposte interpretabili facilitando una comunicazione più intuitiva tra l'utente e la tecnologia, dato che questo processo di associazione permette al sistema di tradurre dati numerici grezzi in concetti comprensibili e rilevanti per l'utente. Questa attività più complessa integra la conoscenza delle reti neurali con lo sviluppo di strumenti pratici, permettendo agli studenti di applicare le loro competenze in un contesto reale e condivisibile socialmente.

Alla fine di ogni proposta sono esplicitati gli obiettivi didattici e le competenze che possono essere attivate e acquisite secondo il framework europeo DigComp 2.2.

2.1 Neural Network Unplugged

A partire dal 2018 il MIT ha sviluppato il programma RAISE (Responsible AI for Social Empowerment and Education) [10] che comprende diverse piattaforme di alfabetizzazione all'Intelligenza artificiale rivolto agli studenti del segmento K-12, composto da bambini e ragazzi fino a 18 anni di età [11]. Tra i materiali elaborati all'interno delle iniziative dedicate all'Educazione all'IA troviamo il curriculum DAILY, rilasciato con licenza Creative Commons CC-BY-NC. Ideato da ricercatori del MIT e da facilitatori esperti, raccoglie sia esperienze pratiche che basate su computer, e permette di esplorare i concetti chiave dell'IA, le implicazioni etiche del suo utilizzo, le potenzialità creative ad essa associate e il suo impatto sul futuro.

Abbiamo trovato l'introduzione alle reti neurali significativa per il suo approccio che non richiede esperienze pregresse, ed è articolata come un gioco unplugged in cui gli studenti diventano i nodi di una rete: suddivisi fra stato di input, livello nascosto e stato di output, hanno il compito di imparare a generare la didascalia di un'immagine.

Attraverso attività guidate, gli studenti vengono introdotti a concetti di base come Rete Neurale Artificiale, Feed forward, Valutazione, Back Propagation e Tuning sperimentando con l'esperienza come l'addestramento di una rete neurale sia un processo che richiede più fasi di ottimizzazione e come il training renda la rete in grado di imparare a eseguire meglio in un compito.

Per partecipare a questo gioco non è necessaria nessuna conoscenza pregressa sulle Reti Neurali, e l'attività diventa propedeutica ad un successivo passaggio ad applicazioni computazionali.

La proposta ha i seguenti obiettivi didattici:

- sviluppare una comprensione di base su come funziona una rete neurale artificiale;-
- riflettere sui potenziali benefici e rischi associati all'uso delle reti neurali e dell'intelligenza artificiale.



Figura 1: Neural Networks Unplugged - fonte: raise.mit.edu

Le dimensioni del DigComp 2.2 rilevanti per questa attività sono:

1.1 Alfabetizzazione su informazioni e dati: riconoscere come le reti neurali elaborano e interpretano i dati per risolvere problemi complessi (ad esempio il riconoscimento di modelli).

5.2 Individuare bisogni e risposte tecnologiche: capire come l'IA può rispondere a bisogni specifici attraverso la classificazione di dati e il riconoscimento di schemi.

2.2 Primi passi nelle Reti Neurali Artificiali

Open Roberta Lab [12] nasce in Germania nel 2015 come evoluzione del progetto di ricerca promosso dal Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems (IAIS) nel 2002, chiamato Roberta, con l'obiettivo di incoraggiare le ragazze ad avvicinarsi alle materie scientifiche e tecnologiche, in particolare alla robotica, un campo tradizionalmente dominato dai maschi.

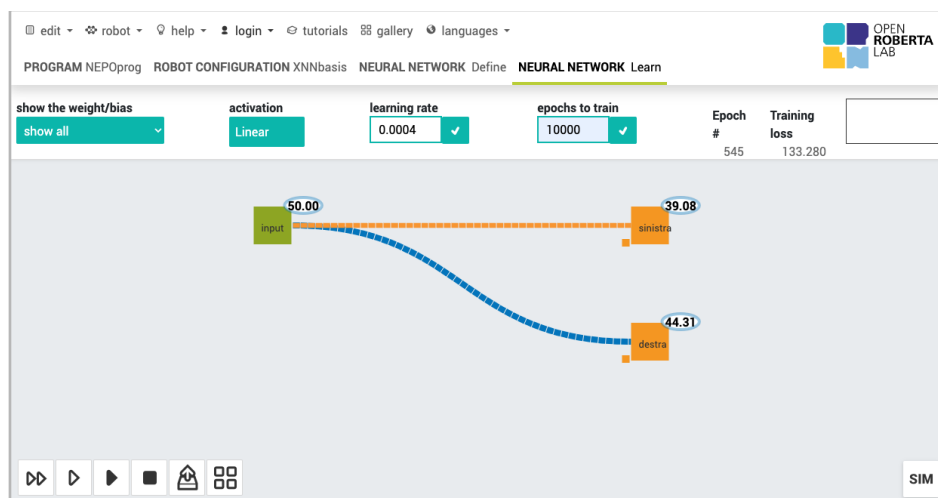


Figura 2: l'ambiente di addestramento delle reti neurali in Open Roberta Lab

La piattaforma, open source e disponibile online, offre un ambiente di programmazione visuale a blocchi che consente di sviluppare software per un'ampia gamma di microcontrollori e robot e di simulare il funzionamento, o di trasferirne il codice su una scheda o su un robot fisico per testarne la corretta esecuzione. A partire dal 2022, tra le funzionalità disponibili è presente quella di definire, configurare e addestrare una Rete Neurale xNN (explainable Neural Network) in modo da scoprire come il sistema apprende e quali passaggi siano necessari per permettergli di arrivare a risolvere un compito.

In Open Roberta Lab si familiarizza con i concetti e la terminologia di base e si sperimenta la configurazione di una rete neurale, attraverso l'organizzazione dei neuroni di input e di output, la quantità e la composizione degli Hidden Layer, la definizione delle relazioni tra connessioni inserendo il peso e il bias e di visualizzare la formula di calcolo risultante per ogni neurone, rendendo comprensibile il processo di feed forward attraverso la funzione di propagazione. È possibile inoltre scegliere la modalità di elaborazione delle informazioni attraverso la funzione di attivazione, e visualizzarne il funzionamento passo passo.

Una volta configurata la rete, è necessario fornire un set etichettato di dati di input e di output e procedere all'addestramento finalizzato a minimizzare gli errori: lo scopo della rete infatti è calcolare i dati di output corretti a partire dai dati di input e di elaborare un modello che potrà essere applicato a dati nuovi e sconosciuti per effettuare previsioni. La rete può quindi essere usata nella programmazione dei robot verificandone le prestazioni sia utilizzando il simulatore integrato che trasferendo il software in un robot fisico.

Un semplice esempio di progettazione e di addestramento di una rete neurale per controllare un robot segui-linea può mostrare agli studenti come l'uso della rete neurale renda più fluido e preciso il movimento del robot rispetto ad una programmazione tradizionale.

La proposta ha i seguenti obiettivi didattici:

- comprendere come una rete neurale elabora i dati sensoriali e prende decisioni autonome per il movimento di un robot.
- scomporre e analizzare le connessioni e i processi decisionali per smontare la percezione della rete neurale come “scatola nera”.

La dimensione del DigComp 2.2 rilevante per questa attività è la dimensione 1.2 Valutare dati, informazioni e contenuti digitali: analizzare e valutare in maniera critica come i dati vengono elaborati e utilizzati da una rete neurale per prendere decisioni.

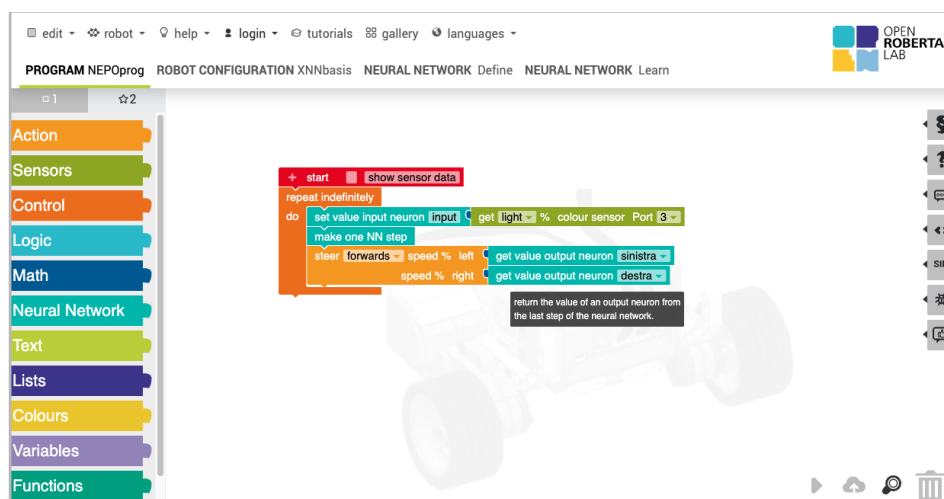


Figura 3: l'ambiente di programmazione di Open Roberta Lab

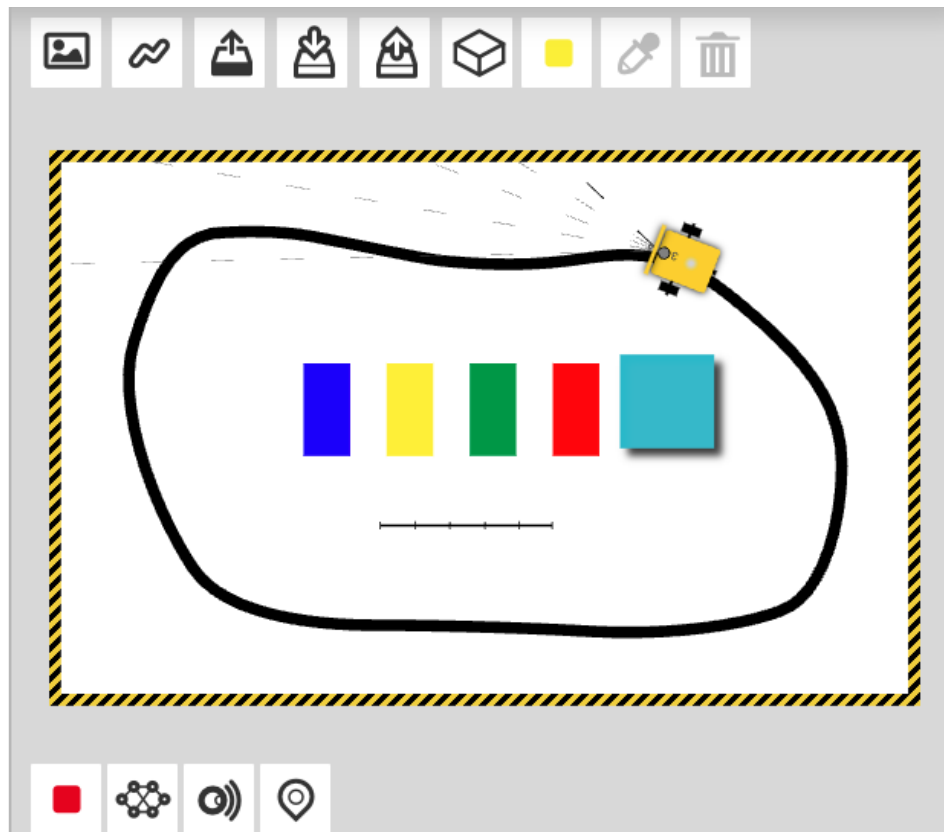


Figura 4: la simulazione del funzionamento del robot segui-linea

2.3 Dare parole al “sentire”: Reti Neurali e Citizen Science

Nel segmento dei cosiddetti Teen l’uso della IA (generativa e non) è consistente, ma d’altro canto la consapevolezza è molto poca. Nell’ottica di rendere comprensibile e rivelare molti dei meccanismi nascosti dell’IA, e i principi su cui si basa, proponiamo un percorso che con pochi passi e strumenti alla portata degli studenti la renda molto meno magica, e subito utilizzabile, con tutta la sua potenza. Il fine ultimo è la comprensione delle basi di questa nuova tecnologia in modo che diventi sia patrimonio culturale collettivo, sia il fondamento dell’essere cittadino digitale cosciente. Il percorso parte da idee sviluppate dal gruppo di lavoro nazionale Sentire-AI delle Équipes Formative Territoriali di cui uno degli autori dell’articolo ha fatto parte, e da approfondimenti successivi sviluppati in corsi di formazione per docenti e confronti con il gruppo Associazione Italiana Fisica - Piano Lauree Scientifiche di Genova.

La proposta nasce dall’idea che i sensori di grandezze fisiche acquisiti dagli strumenti usuali di cui il cittadino digitale dispone possano essere associati ad un “sentire” condivisibile con il proprio mondo sociale. Questo afferisce al mondo dell’IOT e dei Big Data, ma, a partire da esperienze didattiche già pronte (vedi Arduino ed Edge[15], Cisco in “Sentire-AI” by EFT[16]) si sono anche volute creare esperienze e strumenti in cui, con semplici mezzi presenti sulla rete, facili da usare e non “chiusi,” si potessero replicare svariati processi utilizzati abitualmente nel ML e per l’addestramento di IA.

In particolare, si è proposta la creazione di una app (con AppInventor sviluppato dal MIT[17]) che, acquisito un dato ambientale (suono, luce, accelerazione o qualunque dato rilevabile dal sensore integrato nel cellulare), possa funzionare in due modi:

1. associando uno stato (una “parola”) al dato o all’insieme di dati (ad esempio: fastidio, piacere)
2. mostrando la “parola” corrispondente al dato o all’insieme di dati che i sensori del cellulare rilevano in quel momento.

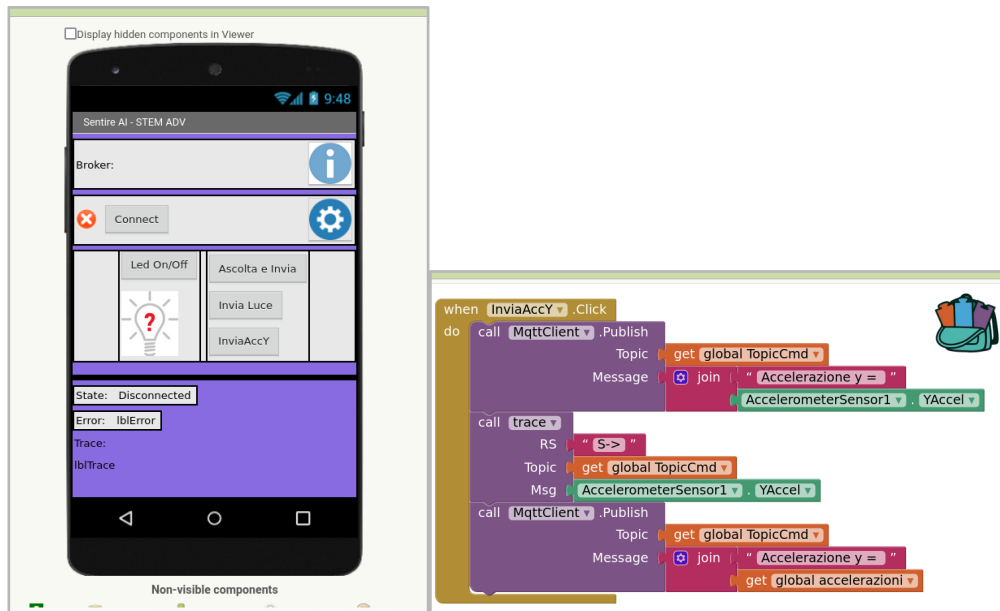


Figura 5: L'applicazione base con AppInventor

Ad esempio, in un certo luogo, uno studente potrebbe associare un “fastidio” a certi livelli di intensità sonora, di luce, temperatura o altro. Un altro studente invece potrebbe solo voler vedere come gli altri si sentono in quella situazione.

Nello specifico, AppInventor trasmette e riceve dati da server MQTT [18] e l'app scritta a blocchi può essere modificata a piacimento.

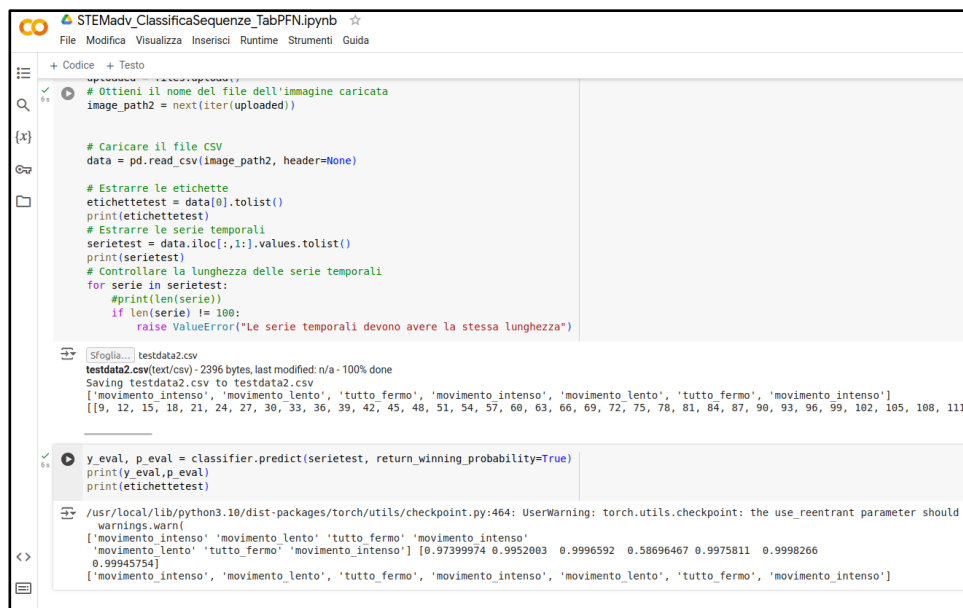


Figura 6: Uso della Rete addestrata in Colab

La parte IA è scritta in Python e gira su Jupyter Notebook (per semplicità si è usato Colab [19]). Questi script da un lato addestrano la rete neurale di classificazione in modo da affinare i modelli previsionali, dall'altro restituiscono le previsioni se vengono solo interrogati. Sono stati usati due modelli: uno più specifico per problemi di sequenze temporali [20] e l'altro più generico per insiemi di dati non correlati [21].

Questo percorso, anche se non sperimentato ancora su scale di grandi dimensioni, svela parecchi fondamenti sul funzionamento dell'IA, dell'IOT e dei Big Data e fa ben comprendere come tutti i nostri dati digitali possano essere utilizzati da altri e come anche noi come cittadini potremmo consapevolmente contribuire ad una società smart che migliori il benessere di tutti.

La proposta ha come obiettivo didattico l'integrazione della tecnologia AI nella citizen science, permettendo l'applicazione delle competenze in un contesto reale e condivisibile socialmente.

Le dimensioni del DigComp 2.2 rilevanti per questa attività sono:

2.3 Esercitare la cittadinanza attraverso le tecnologie digitali:

- partecipare alla vita sociale attraverso l'utilizzo di servizi digitali pubblici e privati;
- trovare opportunità di self-empowerment e cittadinanza partecipativa attraverso le tecnologie digitali più appropriate.

5.2 Individuare bisogni e risposte tecnologiche: verificare le esigenze e individuare, valutare, scegliere e utilizzare gli strumenti digitali e le possibili risposte tecnologiche per risolverle.

5.3 Utilizzare in modo creativo le tecnologie digitali: utilizzare gli strumenti e le tecnologie digitali per creare conoscenza e innovare processi e prodotti.

3 Conclusione

La complessità crescente delle esperienze presentate ben si prestano a contribuire ad un curriculum verticale mirato all'apertura della black box del funzionamento dell'IA, spaziando dalla scoperta di com'è strutturata una rete neurale artificiale e quali sono i meccanismi di funzionamento a come si può addestrare per l'esecuzione di un compito semplice, per arrivare a mostrare come la presenza dell'IA nella società sia pervasiva ma allo stesso tempo sia anche gestibile e aperta allo sviluppo di applicazioni di "citizen science" che possono contribuire a rendere il mondo più intelligente e sostenibile.

Bibliografia

- [1] Joint Research Centre (European Commission) - Vuorikari, R., Kluzer, S., Punie, Y., "DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens: with new examples of knowledge, skills and attitudes", Publications Office of the European Union, 2022
- [2] European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, "Digital education action plan 2021-2027 – Improving the provision of digital skills in education and training", Publications Office of the European Union, 2023 <https://data.europa.eu/doi/10.2766/149764> [Accessed January 2024]
- [3] European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, "Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators", Publications Office of the European Union (2022) <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756> [Accessed January 2024]

- [4] United Nations Children's Fund, "Policy guidance on AI for children", United Nations Children's Fund (UNICEF), November 2021. [Online]. Available: <https://www.unicef.org/globalinsight/media/2356/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021.pdf> [Accessed January 2024]
- [5] UNESCO - Miao, F., Holmes, W., Ronghuai H., Hui Z., "AI and education: guidance for policy-makers", 2021. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>. [Accessed January 2024].
- [6] Indire, "European Digital Education Hub - Intelligenza Artificiale," [Online]. Available: www.indire.it/progetto/european-digital-education-hub-intelligenzaartificiale/ [Accessed July 2024]
- [7] Code.org. [Online]. Available: <https://code.org/ai> [Accessed July 2024]
- [8] M. Baldoni, C. Baroglio, M. Bucciarelli et al., "EmpAI: l'Intelligenza Artificiale imparata in modo naturale", Proceedings of the DIDAMATICA 2021, Artificial Intelligence for Education
- [9] L. Cesaro, G. Dodero, "Ri-conoscere l'intelligenza artificiale" in Atti Convegno Italiano sulla Didattica dell'Informatica, Università degli studi di Bari, 2023
- [10] Massachusetts Institute of Technology, RAISE - Initiative to Innovate Learning and Education in the Era of AI [Online] <https://www.mitraise.org/> [Accessed July 2024]
- [11] Day of AI, [Online] Available: <https://dayofai.org/> [Accessed July 2024]
- [12] Open Roberta Lab [Online] Available: <https://lab.open-roberta.org/> [Accessed July 2024]
- [13] M. Martin, T. Deneux, M. Chevalier, "From Automaton to AI Robot: the Added Value for Learning", EasyChair Preprint № 13047, 2024. Available: https://easychair.org/publications/preprint_open/6CgmT [Accessed July 2024]
- [14] Learning Robots [Online] Available: <https://learningrobots.ai/resources/?lang=en>
- [15] <https://cloud.arduino.cc/> e <https://edgeimpulse.com/> [Accessed July 2024]
- [16] https://scuolafutura.pubblica.istruzione.it/mooc-innovamenti_intelligenza-artificiale [Accessed July 2024]
- [17] <http://appinventor.mit.edu/> [Accessed July 2024]
- [18] Mosquito o Hivemq
- [19] <https://colab.research.google.com> [Accessed July 2024]
- [20] RNN Recurrent Neural Network
<https://www.datacamp.com/tutorial/tutorial-for-recurrent-neural-network>
[Accessed July 2024]
- [21] TabPFN è un automl (Auto Machine Learning) per tabelle:
<https://www.automl.org/automl-for-x/tabular-data/> paper: <https://arxiv.org/abs/2207.01848>