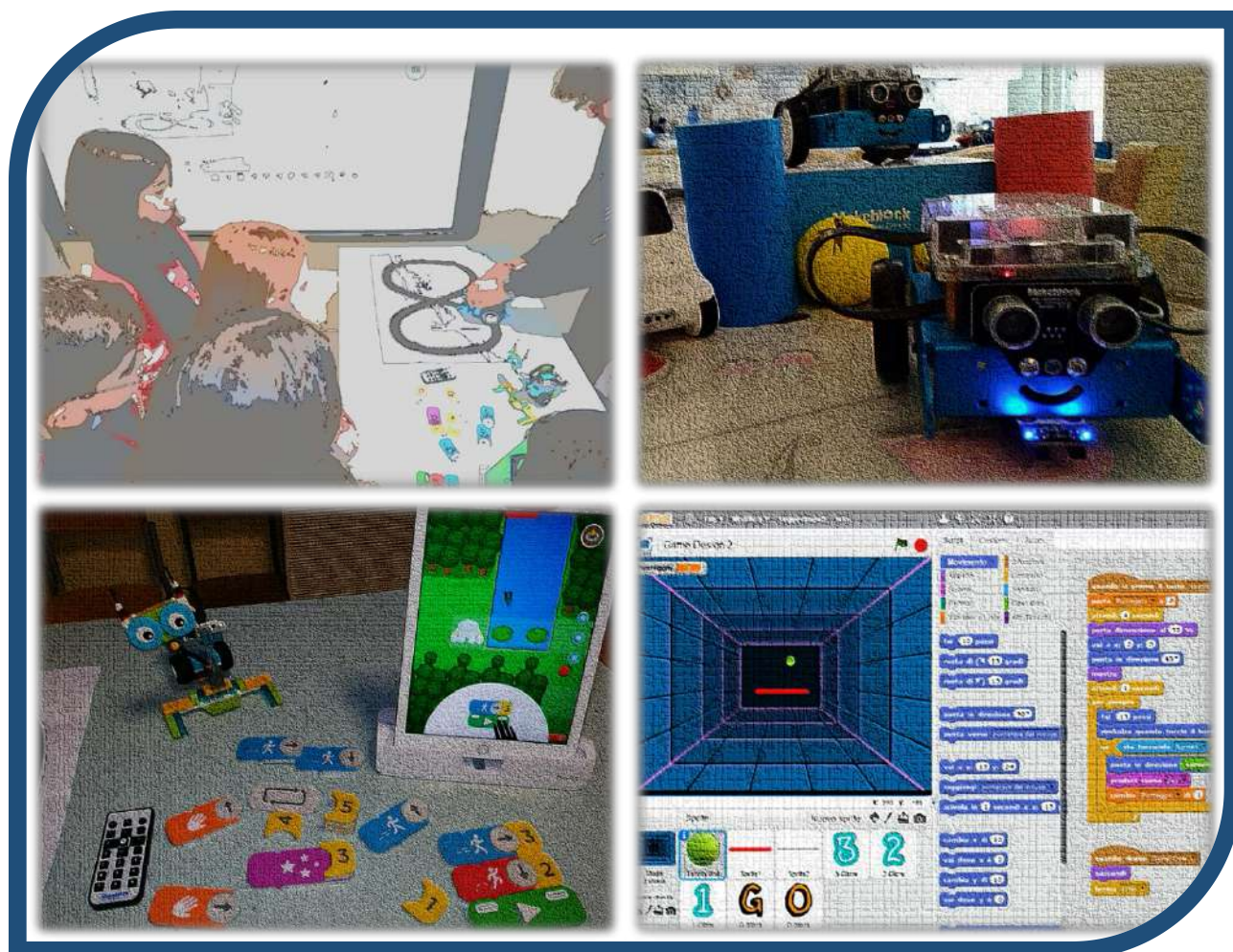


# LA BOTTEGA DEI MONDI DIGITALI



## PENSIERO COMPUTAZIONALE, CREATIVITÀ ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA SCUOLA PRIMARIA – 2022-2025

Mario Catalano, *ricercatore e docente* ■ ■ ■

## BACKGROUND

Nel 2015, il Governo Italiano, in sintonia con gli orientamenti internazionali delle politiche in materia di formazione, ha elaborato un Piano Nazionale per la Scuola Digitale. Il piano ha lo scopo di guidare le istituzioni scolastiche lungo un percorso d'innovazione in chiave digitale, finalizzato a conseguire i traguardi previsti dalla recente riforma di settore (Legge 107/2015). Si tratta, dunque, di un documento d'indirizzo che sfida il mondo della Scuola sul suo stesso terreno: la capacità di cambiare, d'imparare ad agire in modo nuovo. Nei prossimi anni, infatti, tutti gli attori delle comunità scolastiche italiane saranno chiamati a promuovere e realizzare un ripensamento complessivo del sistema educativo, che ponga al servizio dell'azione didattica e dell'organizzazione scolastica le tecnologie digitali.

Una conquista di grande rilievo per il Paese, che è anche il frutto di una crescente azione di contagio in ambito europeo, dove la cultura dell'educazione digitale sta sempre più permeando la vita della Scuola militante, attraverso il diffondersi di sperimentazioni di singole realtà e di network internazionali.

Un contributo importante ai processi di cambiamento in atto è indubbiamente ascrivibile anche alla ricerca scientifica che, attraverso un incessante lavoro di esplorazione di nuove possibilità, propone modelli educativi e ne verifica empiricamente i benefici. In particolare, grazie all'impegno e alla passione di ricercatori e docenti, si sta affermando l'idea che l'esperienza della programmazione digitale (*coding*) e della robotica educativa possa favorire, nei giovani, lo sviluppo della creatività e del pensiero computazionale, oggetto delle odierne ricerche di frontiera della *Computer Science*. Secondo le attuali concezioni scientifiche, questa dimensione dell'intelligenza umana, si manifesterebbe nella capacità di definire processi di risoluzione di un problema eseguibili da un automa e di cogliere i nessi sinergici tra le componenti di un sistema, in quell'agilità del pensiero che consente di affrontare un problema complesso scomponendolo in una certa sequenza di compiti elementari oppure trasformandolo in una versione più semplice, da ricondurre a quella originaria attraverso livelli crescenti di complessità. Si tratta, quindi, di vere e proprie meta-competenze, utili in molti ambiti della vita e del lavoro, tali da suscitare negli educatori l'ambizione di poter preparare i propri ragazzi a sostenere, ancor meglio che in passato, il progresso dell'umanità.

Inoltre, considerati gli interessi dei ragazzi di oggi, le tecnologie digitali rappresentano l'opportunità di proporre agli allievi contesti di apprendimento motivanti, in cui imparare equivalga a cambiare, ovvero a maturare nuove categorie per conoscere la realtà.

Infine, preme porre in luce la crescente attenzione in ambito internazionale delle istituzioni educative e del mondo delle imprese per le competenze di *data science*: si pensi alla rapida diffusione dell'intelligenza artificiale e degli algoritmi di *machine learning* per ricavare conoscenze, modelli di comportamento e previsioni dalle grandi quantità di dati che le tecnologie digitali oggi rendono disponibili. In questo scenario, le intelligenze artificiali stanno sempre più dimostrando di poter prendere decisioni al posto dell'uomo, in virtù degli elevati livelli di accuratezza nello svolgimento dei loro compiti e della loro straordinaria produttività. Ciò, tuttavia, solleva il tema cruciale dell'impatto di natura etica dell'operato delle "macchine sapienti", potenziali artefici di ingiustizie su grande scala, e l'esigenza che il dibattito pubblico e il mondo della formazione

contribuiscano ad orientare tali processi innovativi verso quello che Paolo Benanti (2018) - esperto nel rapporto tra teologia morale, scienza e tecnologia - chiama un progresso “dal volto umano”.

Per le ragioni suesposte, si ritiene fondamentale che gli studenti, sin dagli anni della Scuola Primaria, comprendano come la tecnologia digitale sia uno strumento potente per l'espressione di sé e della propria creatività (fonte di nuovi “alfabeti”), ma anche per attingere e costruire conoscenze utili alla comprensione e al miglioramento della complessa realtà in cui viviamo. In particolare, si considera importante promuovere la riflessione dei ragazzi, anche nell'ambito di esperienze laboratoriali, sulla logica e sul ruolo sociale dei modelli di intelligenza artificiale.

## TRAGUARDI PER LO SVILUPPO DELLE COMPETENZE AL TERMINE DELLA SCUOLA PRIMARIA

- Essere consapevoli che le tecnologie digitali sono uno strumento potente per esprimere la propria creatività, le proprie idee... sé stessi e contribuire al progresso umano, lavorando con e per gli altri.
- Saper avvalersi in modo efficiente ed efficace delle tecnologie digitali di ricerca delle informazioni per le proprie attività di studio e autoformazione ed utilizzare la tecnologia in modo responsabile e rispettoso delle regole.
- Conoscere le caratteristiche essenziali di un algoritmo e saper affrontare problemi scomponendoli in compiti elementari e sviluppando procedure algoritmiche di risoluzione.
- Saper avvalersi in modo efficiente della programmazione visuale per esprimere la propria creatività e il pensiero computazionale nell'ambito di esperienze di *digital design*: realizzazione di storie, animazioni, giochi, artefatti robotici.
- Essere in grado di spiegare specifiche funzioni di un artefatto robotico alla luce di concetti e principi studiati nell'ambito scientifico-tecnologico.
- Scoprirsi capaci di realizzare progetti originali, mettendo in gioco fantasia e razionalità, nonché «riscoprire» le discipline come strumenti del pensiero utili a risolvere problemi.
- Saper sviluppare semplici ed efficaci modelli di *machine learning* con i quali arricchire originali media digitali (ad esempio, videogiochi) realizzati con la programmazione visuale.
- Capire che i sistemi di intelligenza artificiale, nel perseguire gli scopi prescelti dai loro creatori, possono influenzare in modo differente i vari gruppi d'interesse coinvolti (stakeholder) e possono avere delle implicazioni etiche rilevanti.
- Saper immaginare e progettare, avvalendosi delle conoscenze ed abilità acquisite, nuove caratteristiche di sistemi di intelligenza artificiale esistenti, che possano rispondere a precisi bisogni della collettività.

## OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO AL TERMINE DELLA SCUOLA PRIMARIA

- Comprendere come un algoritmo sia realizzato mediante una sequenza di comandi non ambigui, eseguiti da un automa, e possa essere concepito in modo diverso a seconda dell'interesse che s'intende privilegiare (livello di soddisfazione individuale, costo/fatica, etc.).
- Conoscere gli elementi hardware e software essenziali di un computer e le relative funzioni e relazioni fondamentali.
- Imparare a realizzare semplici algoritmi e, successivamente, semplici programmi che prevedano l'impiego dei seguenti elementi di un linguaggio di programmazione visuale: azioni e sequenze di azioni, ripetizioni finite e infinite di azioni, eventi, parallelismi, condizioni, ripetizioni condizionate, variabili, operatori logici/matematici/testuali, subroutine.
- Saper distinguere i concetti di caso, necessità e probabilità ed utilizzare generatori di numeri pseudo-casuali nell'ambito della programmazione.
- Imparare a prevedere l'effetto di singole istruzioni o semplici gruppi di comandi e correggere eventuali errori.
- Imparare ad usare i comandi fondamentali della videografica.
- Comprendere i principi alla base del funzionamento di Internet e dei principali strumenti che offre per la ricerca delle informazioni, la comunicazione e la collaborazione.
- Riconoscere le funzioni di sensori e componenti meccaniche e saperli integrare in artefatti robotici, realizzati con l'ausilio di semplici kit di tipo *education* e di modelli di riferimento, per conseguire risultati originali.
- Comprendere che un modello di intelligenza artificiale in grado di svolgere funzioni di *machine learning* è costituito da tre elementi fondamentali: l'insieme dei dati, l'algoritmo di apprendimento, la previsione finale.
- Capire la differenza essenziale tra classificazione e regressione e la logica dell'apprendimento supervisionato.
- Saper sviluppare semplici modelli di intelligenza artificiale (ad esempio, per la classificazione di un frutto) utilizzando delle *teachable machine* e scoprire, per esplorazione, il fenomeno dell'*algorithmic bias*, ossia gli effetti sull'accuratezza e la capacità di generalizzazione del modello di eventuali criticità circa la quantità e qualità dei dati di input (asimmetrie nella disponibilità dei dati per i diversi possibili valori dell'output da prevedere, scarso livello di variabilità delle osservazioni, etc.).
- Imparare ad individuare gli stakeholder e i relativi interessi coinvolti nella realizzazione di un semplice algoritmo tratto dalla vita quotidiana (ad esempio, la ricetta per la preparazione di un sandwich) e rappresentarli attraverso tabelle (matrici etiche).

## AMBITI DA ESPORARE

Ogni gruppo-classe seguirà un percorso annuale di apprendimento teso a sperimentare la programmazione nell'ambito delle seguenti aree:

- CLASSI TERZE

- *Storytelling*: elaborazione di canovacci o *storyboard* e programmazione visuale delle relative storie animate con l'uso di linguaggi che richiedano abilità consolidate di lettoscrittura (ad esempio, *Scratch 3.0* e *mBock5*, disponibili per PC, tablet e smartphone). Per il primo approccio alla programmazione, s'impiegherà la più semplice applicazione *Scratch Junior*.
- *Robotica*: gli studenti si servono del pensiero computazionale e di quanto imparano sui linguaggi di programmazione visuale a blocchi per programmare delle unità robotiche (i kit *Makeblock*, *mbot* e *Codey Rocky*).

- CLASSI QUARTE

- *Game design*: ideazione e realizzazione di videogiochi con l'uso di linguaggi di programmazione visuale (ad esempio, *Scratch 3.0* e *mBock5*, disponibili per PC, tablet e smartphone).
- *Robotica*: gli studenti si servono del pensiero computazionale e di quanto imparano sui linguaggi di programmazione visuale a blocchi per programmare delle unità robotiche, anche nell'ambito di divertenti *challenge* di robotica (ricorrendo ai kit *Makeblock*, *mbot* e *Codey Rocky*, al kit *Lego Spike Essential*, e alla robotica umanoide (*Maestro Eolo* e *NAO*), ideale per la robodanza).

- CLASSI QUINTE

- *Intelligenza artificiale*: utilizzo di *teachable machine* (*Google* e *Makeblock teachable machine*; la piattaforma *Learning Machine Learning*), per esplorare uno dei concetti fondamentali del *machine learning*, ossia quello di apprendimento supervisionato, e riflettere sul fenomeno del *bias* algoritmico, ovvero su come l'accuratezza e la capacità di generalizzazione di un modello di *machine learning* per svolgere compiti di classificazione/regressione dipenda dalla quantità e qualità dei dati di input.

Individuare gli *stakeholder* e i relativi interessi coinvolti nella realizzazione di un semplice algoritmo tratto dalla vita quotidiana (ad esempio, l'organizzazione di una festa) e rappresentarli. Alla luce dei risultati di tale esperienza, s'intende proporre agli studenti la riflessione critica su algoritmi di intelligenza artificiale già esistenti (ad esempio, il sistema di raccomandazione di un servizio di *streaming*), al fine di immaginare nuove caratteristiche che rispondano a precisi bisogni.

Sviluppo di modelli di *machine learning* per il riconoscimento di testi e immagini (tramite *teachable machine*) ed integrazione di questa abilità in codici di programmazione originali per la realizzazione di storie digitali sulla robotica applicata alla medicina riabilitativa (in

collaborazione con la Technical University di Monaco di Baviera) e sulla realizzazione di basi umane sulla luna (challenge educativa dell'Agenzia Spazia Europea, ESA).

- *Intelligenza artificiale generativa e formazione della creatività*: gli alunni esplorano l'intelligenza artificiale generativa dei chat bot nel ruolo di supporto alla narrazione creativa. Le storie inventate servendosi dell'Intelligenza artificiale prendono vita attraverso la programmazione in Scratch.

In virtù della regia didattica del docente, i ragazzi imparano a servirsi dell'Intelligenza artificiale per superare i blocchi iniziali ed acquisire modelli di pensiero creativo. L'elaborato finale, pertanto, è il frutto di un percorso in cui gli studenti, operando in gruppo, imparano ad essere creativi e rivisitano in modo originale gli output del chat bot. Il docente s'impegna a veicolare suggerimenti e contenuti ispirati alla letteratura scientifica sulla formazione della creatività e agli scritti di Gianni Rodari.

L'interazione degli studenti con i chat bot avviene attraverso un account del docente e la sua intermediazione, nel pieno rispetto della tutela della privacy degli allievi e delle norme vigenti.

- *Robotica ed intelligenza artificiale*: ideazione e realizzazione di programmi in grado di conferire specifiche abilità ad un robot (i due kit *Makeblock*, *mBot* e *Codey Rocky*) che incorporino modelli di intelligenza artificiale per il riconoscimento delle immagini.

## SCANSIONE DEL PERCORSO DIDATTICO

Come è stato illustrato in precedenza, il percorso didattico riguarderà esperienze di *game design*, robotica educativa ed intelligenza artificiale.

Più in particolare, ogni gruppo-classe sarà coinvolto secondo la seguente scansione delle attività:

- gli allievi realizzano uno o più progetti di *digital design* con la guida del docente, che alterna forme di didattica direttiva a fasi che prevedano un loro coinvolgimento attivo (tramite domande-stimolo, conflitti cognitivi, etc.).
- Gli studenti elaborano e realizzano progetti originali di *digital design*, dapprima, nella forma di evoluzione creativa (*remixing*) dei progetti sviluppati inizialmente con la guida del docente, in una fase più avanzata, dando vita a nuovi contenuti.

## RISORSE DA IMPIEGARE

Le esperienze di apprendimento illustrate si svolgeranno all'interno di laboratori d'informatica e atelier creativi. Saranno impiegate le seguenti risorse (cfr. sitografia):

- i software di programmazione visuale *Scratch 3.0* (sviluppato, presso il *Massachusetts Institute of Technology*, dal gruppo di ricerca *Lifelong Kindergarten group*), *Scratch Junior* (nato dalla

collaborazione delle seguenti istituzioni: *Developmental Technologies Research Group - Eliot-Pearson Department of Child Study and Human Development - Tufts University, Lifelong Kindergarten group - Media Lab - Massachusetts Institute of Technology, Playful Invention Company*) e *mBlock5* (sviluppato da *Makeblock*, azienda leader in ambito internazionale nel campo dell'innovazione didattica).

- L'applicazione *Teachable machine* di Google e quella integrata nell'ambiente di programmazione *mBlock 5*; la piattaforma web *Learning Machine Learning*.
- i kit di robotica educativa *Mbot* e *Codey Rocky* (*Makeblock*), *Lego Spike Essential*, nonché i robot umanoidi *Maestro Eolo* e *NAO*.

Le unità robotiche proposte sono dotate di sistemi di trazione e sensori con varie funzioni, quali, ad esempio, il rilevamento degli ostacoli, la misura del grado di luminosità di un ambiente, l'identificazione dei colori. La programmazione delle abilità legate a queste componenti postula la comprensione di principi di Fisica e Matematica; per tale motivo, s'intende pianificare le attività di robotica educativa in modo da farne contesti di apprendimento in cui veicolare concetti e principi di Fisica e Geometria relativi, in particolare, al movimento dei corpi e alla propagazione delle onde.

## ASPETTI METODOLOGICI

S'impiegheranno strategie ispirate alla didattica per problemi, che facciano leva sulla dimensione interdisciplinare degli stessi e sulla ricerca di conflitti cognitivi. Inoltre, il processo di apprendimento degli allievi sarà favorito attraverso un approccio costruttivista, con particolare riferimento al modello pedagogico-didattico dell'apprendistato cognitivo, così come delineato nell'ambito della teoria del costruttivismo sociale: il docente farà seguire ad una fase iniziale, in cui è il protagonista come modello di azione per l'alunno, una fase dell'apprendimento nella quale quest'ultimo imparerà gradualmente a risolvere specifici problemi, per raggiungere, alla fine, la capacità di esprimere la sua intelligenza con un elevato grado di autonomia.

Infine, durante il percorso di ogni gruppo-classe, di volta in volta, l'apprendimento dei vari concetti ed abilità del pensiero computazionale prenderà le mosse da una fase propedeutica in cui gli elementi di una sequenza animata digitale o del comportamento di un robot, proposti dal docente, saranno oggetto di un'attenta riflessione collettiva sul piano logico-linguistico, volta ad individuare l'insieme di istruzioni verbali da dare ai personaggi/oggetti/unità robotiche coinvolti, per ottenere il risultato desiderato.

## VALUTAZIONE

La valutazione del pensiero computazionale è attualmente oggetto di ricerche di frontiera in campo scientifico. È un tema complesso, in quanto riguarda, non soltanto la padronanza dei concetti tipici del pensiero computazionale (*computational thinking concepts: sequences, loops, parallelism, events, conditionals, operators and data*), ma anche le strategie di programmazione

(ossia come gli allievi si avvalgono delle conoscenze ed abilità elementari del pensiero computazionale nella realizzazione di progetti di *digital design*), nonché la maturazione della consapevolezza del potenziale impatto sul progresso e sulla vita sociale dell'intelligenza artificiale e delle tecnologie digitali e robotiche.

L'autore del progetto è impegnato in attività di esplorazione della letteratura scientifica di settore e di riflessione sui risultati dei principali gruppi di ricerca internazionali. Nondimeno, di recente, è stata condotta dallo scrivente un'esperienza di valutazione ispirata ad uno studio del MIT Media Lab (Brennan and Resnick, 2012), in cui sono state proposte agli allievi attività di *remixing* e *debugging* nell'ambito di prove di programmazione con il linguaggio Scratch.

## BIBLIOGRAFIA

- Benanti, P. (2018). *Le Macchine sapienti - Intelligenze artificiali e decisioni umane*, Casa Editrice Marietti.
- Blakeley H. Payne (2019). *An Ethics of Artificial Intelligence Curriculum for Middle School Students* (with support from the MIT Media Lab Personal Robots Group, directed by Cynthia Breazeal). Disponibile all'indirizzo: <https://www.media.mit.edu/projects/ai-ethics-for-middle-school/overview/>
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada.
- Dasgupta, S. and Hill, B. M. (2017). Scratch Community Blocks: Supporting Children as Data Scientists. CHI 2017 conference, May 6-11, 2017, Denver, CO, USA.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B. and Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment. *Transactions on Computing Education* 10 (4), article n. 16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1868358.1868363>
- Papert, S. (1971). *Teaching Children to be Mathematicians vs. Teaching About Mathematics*. Technical Report 249. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, Inc., New York, NY, USA. Disponibile all'indirizzo: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/5837>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35.

## SITOGRAFIA

- <https://web.media.mit.edu/~mres/> (Mitchel Resnick, LEGO Papert Professor of Learning Research at the MIT Media Lab)
- <https://scratch.mit.edu/> (Scratch)
- <https://www.scratchjr.org/> (Scratch junior)
- <https://scratchx.org/> (Estensioni di Scratch)
- <https://www.makeblock.com/> (MBlock 5, MBot e Codey Rocky)
- <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai> (applicazioni sperimentali relative al machine learning)
- <https://teachablemachine.withgoogle.com/> (teachable machine tool sviluppato da Google)
- <https://www.media.mit.edu/projects/ai-ethics-for-middle-school/overview/> (curriculum sull'intelligenza artificiale e i suoi aspetti etico-sociali sperimentato presso i laboratori Media Lab del MIT nell'agosto del 2019)
- <https://machinelearningforkids.co.uk/> (progetto di formazione nel campo dell'intelligenza artificiale e del machine learning per i più giovani, realizzato da Dale Lane usando le API fornite da IBM Watson Developer Cloud.)
- <https://web.learningml.org/en/home-spanish-en-translation/> (piattaforma per lo studio del machine learning e lo sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale dedicata ai più giovani e ai non esperti).