

PERIODICO PER LA FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI

ORGANO DELL'ASSOCIAZIONE NAZIONALE
DEI FORMATORI INSEGNANTI SUPERVISORI

Idee in form@zione

Intelligenza artificiale e apprendimento: una nuova sfida per gli educatori

Anno 13

n. 12

MARZO 2024

A CURA DI:
CRISTINA RICHIERI
LUISANNA PAGGIARO
LUISA BROLI

Direttrice Responsabile

Cristina Richieri

Comitato Scientifico

Sibilla Cantarini: Professoressa associata di Lingua e linguistica tedesca, Università degli Studi di Verona

Luciano Carazzolo: Dirigente scolastico nell'Istruzione tecnica e nei Licei

Sergio Cecchin: Professore associato di Letteratura latina, Università degli Studi di Torino, già direttore delle SSIS Piemonte

Carmel Mary Coonan: Professoressa ordinaria di Didattica delle lingue moderne, Università Ca' Foscari, Venezia

Luciano Corradini: Professore emerito di Pedagogia generale, Università degli Studi Roma Tre

Luca Curti: Già professore ordinario di Letteratura italiana, dipartimento di Filologia, linguistica e letteratura, Università degli Studi di Pisa

Marco Dallari: Professore ordinario di Pedagogia generale e sociale, dip. di Psicologia e scienze cognitive, Università degli Studi di Trento

Paola Dongili: Già professoressa associata di Economia politica, facoltà di Economia, Università degli Studi di Verona

Franco Favilli: Già professore associato di Didattica della matematica, Università degli Studi di Pisa

Ludwig Fesenmeier: Professor of Italian and French linguistics, Friedrich Alexander Universität, Erlangen/Numberg (DEU)

Noriko Ishihara: Professor of Applied linguistics and TESOL/EFL, Hosei University (JPN)

Stefano Luconi: Professore associato di Storia e istituzioni delle Americhe, Università degli Studi di Padova

Maria Martello: Esperta in formazione e mediazione dei conflitti, giudice onorario, Corte d'appello di Milano, sez. Minori e famiglia

Paola Parravicini: Professoressa associata di Economia politica, Università degli Studi di Milano

Mario Piatti: Docente di Pedagogia della musica, Centro studi Maurizio Di Benedetto APS – Musicheria.net., Lecco

Juliana E. Raffaghelli: Researcher, Universitat Oberta de Catalunya (Spain), Faculty of Psychology and Educational Sciences

Alina Andreea Dragoescu Urlica: Senior lecturer for English as a foreign language and ESP, USAMVB, Timișoara (ROU)

Federica Ricci Garotti: Professoressa associata di Lingua e linguistica tedesca, Università degli Studi di Trento

Patrizio Rigobon: Professore aggregato di Lingua e letteratura catalana, dip. Studi linguistici e culturali comparati, Università Ca' Foscari, Venezia

Daryl Rodgers: Associate professor of Italian and applied linguistics, Susquehanna University, Selinsgrove, PA (USA)

Jeffrey Schnapp: Director of MetaLAB, co-director of Berkman center, professor of Romance literature, Harvard (USA)

Wilhelm Snyman: Senior lecturer for Italian and German, University of Cape Town (ZAF)

Andrea Varani: Formatore OPPI e d. a. c., Università degli Studi di Milano Bicocca

Redazione

Francesco Ferrari: PhD Candidate, Department of French and Italian, University of Illinois at Urbana-Champaign (USA)

Alberto Gelmi: Visiting professor of Italian, Vassar College, Poughkeepsie, NY (USA)

Evan Knight: PhD candidate, Comparative literature, the Graduate Center, the City University of New York (USA)

Luisanna Paggiaro: Già docente di Inglese (scuola secondaria), formatrice, membro CD ANFIS e referente LEND Pisa

Alun Phillips: Business English trainer and temporary professor of English, Università Ca' Foscari, Venezia

Chiara Redi: Docente di scuola primaria, tutor di laboratorio (Metodologie didattiche e Tecnologie per la didattica) e d. a. c. di

Competenze informatiche di base, Scienze della formazione primaria, Università degli Studi di Padova

Sarah Traversin: Docente di Lingua inglese (scuola secondaria), Vicenza

Maria Renata Zanchin: Esperta in Ricerca didattica e Counselling formativo, d. a. c. di Didattica generale, Università degli Studi di Verona

Hanno collaborato a questo numero:

Marcella Biserni: Docente di Lingua e cultura spagnola (scuola secondaria), ora coordinatrice delle EFT Toscana presso USR (2023-24 e 2024-25)

Luisa Broli: Docente di Scienze giuridiche ed economiche nella scuola secondaria e formatrice, Vigevano (PV)

Roberta Cadenazzi: Formatrice per le didattiche innovative, docente di Diritto ed economia, IIS Romani di Casalmaggiore (CR)

Valeria Destro: Docente di Lingua e cultura straniera (inglese, tedesco) nella scuola secondaria di secondo grado, Vicenza

G. Filippo Dettori: Professore associato di Didattica e pedagogia speciale, Università degli Studi di Sassari

Liborio Dibattista: Medico e filosofo, ha insegnato Storia e Filosofia della Scienza presso il Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Bari

Federico Fantacone: Esperto di digital learning e learning innovation, Torino

Francesco Ferrari: PhD Candidate, Department of French and Italian, University of Illinois at Urbana-Champaign (USA)

Alberto Gelmi: Visiting professor of Italian, Vassar College, Poughkeepsie, NY (USA)

Carmen Genchi: Vicepresidente ANFIS, formatrice, già docente di Filosofia nei licei, ha collaborato con IRRE Puglia e Università degli Studi di Bari

Evan Knight: PhD candidate, Comparative literature, the Graduate Center, the City University of New York (USA)

Riccardo Larini: Fisico e filosofo, docente e dirigente scolastico, esperto di sistemi di IA per l'istruzione per Area9, Tallinn (EE)

Barbara Letteri: Docente MIUR, formatrice, d. a. c. e cultore della materia in Didattica e pedagogia speciale, Università degli Studi di Sassari

Luisanna Paggiaro: Già docente di Inglese (scuola secondaria), formatrice, membro CD ANFIS e referente LEND Pisa

Cristina Richieri: Direttrice responsabile di Idee in form@zione, formatrice, d. a. c. Lingua inglese, dipartimento di Scienze biomediche, Università degli Studi di Padova

Gaetano Strano: Docente di Informatica e Matematica, formatore, ideatore e referente della nuova curvatura SDIA, ISIS "M. Buonarroti", Monfalcone (GO)

Revisori che hanno collaborato in una o più edizioni di *Idee in form@zione*:

- Mirella Albano: Docente di Lingua inglese, formatrice, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo
- Alessandra Anceschi: Docente di musica (scuola secondaria), formatrice, già direttrice responsabile di *Idee in form@zione*, Reggio Emilia
- Daniela Antonello: Esperta di Arte e immagine, già docente in varie università italiane, fondatrice e presidente di Xcarte, Padova
- Chiara Battisti: Professoressa associata di Letteratura inglese, dipartimento di Lingue e letterature straniere, Università degli Studi di Verona
- Barbara Bertin: Dirigente scolastica, Venezia
- Barbara Bevilacqua: Docente di scuola primaria, formatrice, tutor coordinatrice, Università degli Studi di Padova–Verona
- Gilberto Bini, Professore ordinario di Geometria, Università degli Studi di Palermo
- M. Luisa Boninelli: Formatrice del Centro studi Erickson, tutor coordinatrice (scuola secondaria), Università degli Studi di Catania e Kore di Enna
- Paola Bortolon: Presidente dell'Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali, responsabile del Centro IBSE del Veneto, Vicenza
- Luisa Broli: Docente di Scienze giuridiche ed economiche nella scuola secondaria, formatrice, Vigevano (PV)
- Federico Brusadelli: Docente di Storia e civiltà dell'Asia orientale, Università IULM, e managing editor della rivista accademica *Ming Qing Yanjiu*
- Daniele Butturini: Ricercatore presso dipartimento di Diritto costituzionale, Università degli Studi di Verona
- Fabio Calvino: Insegnante di matematica e scienze nella scuola secondaria, animatore digitale, formatore e autore di testi scolastici, Milano
- Michele Caputo: Professore aggregato di Pedagogia generale, Università degli Studi di Bologna
- Laura Caravenna: Professoressa associata esperta in Analisi matematica, dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Padova
- Luciano Carazzolo: Dirigente scolastico nell'Istruzione tecnica e nei Licei
- Rosalinda Cassibba: Professoressa ordinaria di Psicologia dello sviluppo e dell'educazione, Università degli Studi di Bari
- Graziano Ceccchinato: Ricercatore in Pedagogia sperimentale, esperto di Tecnologie dell'educazione, Università degli Studi di Padova
- Rosa Cera: Assegnista di ricerca, RTI in Pedagogia Generale e Sociale, Università di Foggia
- Cinzia Ceroni: Professoressa associata, esperta di Storia delle matematiche, già componente della CIIM – UMI, Università degli Studi di Palermo
- Letizia Cinganotto: Ricercatrice, esperta in didattica delle lingue, referente per il coordinamento del tirocinio, Università per Stranieri, Perugia
- Lerida Cisotto: Già docente di Didattica generale e Didattica della lingua italiana, dipartimento FISPPA, Università degli Studi di Padova
- Flora Colavito: Docente di Filosofia, formatrice Philosophia Ludens, Università degli Studi di Bari Aldo Moro
- Carmel Mary Coonan: Professoressa ordinaria di Didattica delle lingue moderne, Università Ca' Foscari, Venezia
- Luciano Corradini: Professore emerito di Pedagogia generale, Università degli Studi Roma Tre
- Paolo Cottone: Ricercatore in Psicologia sociale, dip. di Filosofia, sociologia, pedagogia e psicologia applicata, Università degli Studi di Padova
- Loredana Crestoni: Docente di Psicologia della comunicazione, formatrice e coordinatrice progetti di formazione, Verona
- Luca Curti: Già professore ordinario di Letteratura italiana, Università degli Studi di Pisa
- Marco Dallari: Professore ordinario di Pedagogia generale e sociale, dip. di Psicologia e scienze cognitive, Università degli Studi di Trento
- Franca Da Re: Esperta di Metodologie didattiche, in particolare per lo sviluppo delle competenze, già dirigente tecnico del MIUR, Veneto
- Anna Di Palma: Docente di Lingua inglese nella scuola primaria, formatrice PNSD e didattica per competenze, Napoli
- Bruna Di Sabato: Professoressa ordinaria di Didattica delle lingue, Università Suor Orsola Benincasa, Napoli
- Piergiuseppe Ellerani: Professore associato di Pedagogia generale e sociale, Università degli Studi del Salento
- Chiara Fante: Psicologa, psicoterapeuta, ricercatrice presso l'Istituto per le Tecnologie Didattiche del CNR di Genova (ITD/CNR).
- Alberto Ferrari: Formatore, esperto di Didattica per competenze, docente di Disegno e storia dell'arte nella scuola secondaria, Treviso
- Pier Luigi Ferrari: Professore ordinario di Matematiche complementari, Università degli Studi del Piemonte Orientale, Vercelli
- Loredana Ferrero: Già dirigente scolastica, Presidente del Forum per l'educazione e la scuola del Piemonte e referente per la formazione dell'A.N.Di.S. Piemonte, Torino
- Carlo Fiorentini: Docente di Chimica, esperto di Educazione scientifica (scuola I e II ciclo), presidente CIDI, Firenze
- Luisanna Fiorini: Dirigente scolastica presso il Servizio provinciale di valutazione, Bolzano
- Maria Rosa Fontana: Docente di Latino e Greco e tutor coordinatrice, Modena–Bologna
- Anna Maria Freschi: Pedagogista musicale, Firenze
- Attilio Galimberti: Docente di Lingua inglese, tutor coordinatore, formatore LEND e ANILS, Bergamo
- Ivana Gambaro: Docente di Storia e Filosofia e formatrice, Genova
- Roberto Gardenghi: Psicoterapeuta, direttore della Scuola di specializzazione APF (Torino), d. a. c. nei corsi di laurea magistrale in Psicologia, Università degli Studi di Torino e Istituto Universitario Salesiano Torino Rebaudengo
- Carmen Genchi: Vicepresidente ANFIS, formatrice, già docente di Filosofia nei Licei, ha collaborato con IRRE Puglia e Università degli Studi di Bari
- Antonio Giacobbi: Già dirigente scolastico, presidente Proteo Fare Sapere Veneto, Cadoneghe (Padova)
- Enrico Grazzi: Professore associato di Lingua e traduzione inglese, dip. di Lingue, letterature e culture straniere, Università degli Studi Roma Tre
- Leo Izzo: Docente di Musica e ricercatore indipendente, Bologna
- Gisella Langé: Ispettrice tecnica di Lingue straniere del MIUR, esperta di Politiche linguistiche e curricula linguistici
- Mariana Laxague: Insegnante di Inglese freelance e autrice, Torino

Vincenza Leone: Docente nei Laboratori di didattica dell'inglese (laurea magistrale in Scienze della formazione), Università Cattolica, Milano

Donatella Lombello: Studiosa senior dello Studium patavinum, presidente Sezione PD di Associazione Pedagogica Italiana, già professoressa associata di Letteratura per l'infanzia e di Pedagogia della biblioteca scolastica e per ragazzi, FISPPA, Università degli Studi di Padova

Stefano Luconi: Professore associato di Storia e istituzioni delle Americhe, Università degli Studi di Padova

Maria Aurora Mangiarotti: Già docente di matematica di scuola secondaria, formatrice TIC, didattica della matematica e STEAM, Pavia

Giovanni Marconato: Psicologo e formatore, Venezia

Luciano Mariani: Formatore e consulente pedagogico, Milano

Stefano Meloni: Membro del Tavolo tecnico dell'Università degli Studi di Cagliari (progetto UNICA-ORIENTA), già referente per la formazione docente c/o Ufficio scolastico regionale per la Sardegna

Michela Mengoli: Docente di Lingua e civiltà francese, co-referente sezione internazionale EsaBac, Bologna

Giuseppina Messetti: Già ricercatrice SSD M/PED-03 presso il dipartimento di Scienze umane, Università degli Studi di Verona

Cinzia Mion: Dirigente scolastica, psicologa, formatrice, Treviso

M. Antonia Moretti: Collabora a Agenda della scuola Tecnodid, ha partecipato ai progetti VALeS, Valutazione e Miglioramento e ai NEV, Treviso

Elefteria Morosini: Già docente di Italiano e Storia in francese nella scuola secondaria, formatrice e tutor esperta in didattica per competenze, Milano

David Newbold: Ricercatore in Lingua inglese, Università Ca' Foscari, Venezia

Dario E. Nicoli: Esperto di Sistemi educativi, docente inc. di Sociologia economica, del lavoro e dell'organizzazione, Università Cattolica, Brescia

Ivana M. Padoan: Senior researcher, dipartimento di Filosofia e beni culturali, Università Ca' Foscari, Venezia

Luisanna Paggiaro: Già docente di Inglese (scuola secondaria), formatrice, referente LEND Pisa

Daniela Pavan: Fondatrice di Scintille.it, insegnante, psicoterapeuta e referente del progetto Vivendo in collaborazione con IUSVE e ULSS 2, Treviso

Loredana Perego: Membro del Forum del libro, coordinatrice Progetto lettura, Rete bibliotecaria scolastica di Vicenza e Assessorato istruzione del comune di Vicenza

Loredana Perla: Professoressa ordinaria di Didattica e pedagogia speciale, dipartimento FORPSICOM, Università degli Studi di Bari

Katia Peruzzo: Ricercatrice c/o dipartimento di Scienze Giuridiche, Studi Linguistici, Interpretazione e Traduzione, Università degli Studi di Trieste

Mario Piatti: Pedagogista musicale, Forcoli (PI)

Manlio C. Piva: Docente di Educazione artistica e Educazione mediale presso Scienze della formazione primaria, e Didattica dell'audiovisivo e multimediale presso Scienze dello spettacolo e produzione multimediale, Università degli Studi di Padova

Juliana E. Raffaghelli: Researcher, Faculty of Psychology and educational sciences, Universitat Oberta de Catalunya (Spain)

Manuela Repetto: Professoressa associata, dipartimento di Filosofia e scienze dell'educazione, Università degli Studi di Torino

Enrica Ricciardi: Docente di Lettere nella scuola secondaria, formatrice e studiosa di letteratura per ragazzi, Padova

Patrizia Ripa: Docente di Lingua e letteratura inglese (scuola secondaria), referente per ricerca e innovazione didattica, Bari

Giuseppe Ritella: Ricercatore post doc, facoltà di Scienze educative, Università di Helsinki

Daryl Rodgers: Associate professor of Italian and Applied linguistics, Susquehanna University, Selinsgrove, PA (USA)

Arduino Salatin: Vice-presidente INVALSI, preside Istituto Universitario Salesiano, Venezia

Patrizia Sandri: Docente di Didattica e pedagogia speciale, dipartimento di Scienze dell'educazione "Bertin", Università degli Studi di Bologna

Roberta Scalone: Docente di scuola primaria, sociologa, Padova

Caterina Scapin: Docente di scuola primaria, formatrice e tutor coordinatrice a Scienze della formazione, Università degli Studi di Vicenza

Sara Scrimin: Professoressa associata, dipartimento di Psicologia dello sviluppo e della socializzazione, Università degli Studi di Padova

Matteo Segafreddo: Compositore, cultore SSD L-ART/07, Università Ca' Foscari, Venezia

Luciano Spada: ICT in Education specialist, d. a. c., Università Ca' Foscari e IUAV, Venezia

Giuseppe Tacconi: Ricercatore in Didattica generale, Università degli Studi di Verona

Antonio Tagliatala: Ricercatore in Lingua e traduzione inglese, dipartimento di Scienze umane, Università degli Studi della Basilicata

Davide Taibi: Primo ricercatore, esperto in Intelligenza Artificiale nella didattica, CNR Palermo

Rita Tegen: Docente di Greco, consulente INDIRE per il miglioramento dei sistemi, esperta di Media Education, Treviso

Y.L. Teresa Ting: Ricercatrice, dip. di Chimica e tecnologie chimiche, esperta didattica STEM, Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS)

Alessandra Tomaselli: Professoressa ordinaria di Lingua tedesca, dip. di Lingue e letterature straniere, Università degli Studi di Verona

Francesca Tovena: Professoressa associata di Geometria, Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Serena Triacca: Ricercatrice in Didattica e Pedagogia Speciale, esperta in Education Technology, Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano

Marzia Vacchelli: Docente di Lingua e cultura tedesca (scuola secondaria), formatrice, già d. a. c. c/o Università degli studi di Brescia e FAU Erlangen

Andrea Varani: Formatore OPPI e d. a. c. presso Università degli Studi di Milano Bicocca

Lucy Vivaldini: D. a. c. di Lingua inglese e cultrice della materia presso l'Università degli Studi di Brescia

Maria Assunta Zanetti: Professoressa associata di Psicologia dello sviluppo e dell'educazione, Università degli Studi di Pavia

Direzione e Redazione



ANFIS, via S. Alessio 38 – 37129 Verona

redazione@anfis.eu

Periodico per la formazione degli insegnanti – organo dell'Associazione Nazionale dei Formatori Insegnanti Supervisor

www.anfis.eu – Tel. +39 329 6422 306 Fax +39 045 2109 233

Quota associativa ANFIS: 30,00 € da versare tramite:

Conto Corrente n. 96067137 intestato a:

“Associazione Nazionale dei Formatori Insegnanti Supervisor”

Causale: “Iscrizione ANFIS – 2024”

oppure

Bonifico Bancario IBAN: IT39W076011170000096067137 intestato a “Associazione

Nazionale dei Formatori Insegnanti Supervisor” via S. Alessio, 38 Verona 37129 – Causale:

“Iscrizione ANFIS 2024 – NOME COGNOME”

Per altre informazioni www.anfis.eu al menù “Iscriviti all'ANFIS”.

Disegno di copertina: Caterina Perezani

Disegni nell'impaginato: Aracne

Classificazione Decimale Dewey:

371.1205 (23.) SCUOLE E LORO ATTIVITÀ. QUALIFICHE PROFESSIONALI DEGL'INSEGNANTI. Pubblicazioni in serie

Criteri di referaggio

Gli scritti che compaiono nelle rubriche *Studi e riflessioni*, *Pratica formativa* e *Lo scaffale del formatore* (eccetto “La filosofia di Altered Carbon, ovvero le fallacie del transumanesimo” di Liborio Dibattista, “La rivoluzione dell’apprendimento secondo il podcast Storie di Apprendimento Straordinario” di Federico Fantacone, “Il fascino dell’intelligenza artificiale per un liceo al passo con i tempi” di Gaetano Strano e “La robotica a scuola. Intervista a Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, fondatori di OFpassiON” di Valeria Destro) sono stati assoggettati a referaggio con il sistema del «doppio cieco» (*double blind peer review process*) nel rispetto dell’anonimato sia dell’autore che dei revisori. L’individuazione dei revisori è operata dalla Redazione della rivista che sceglie i *referee* tra studiosi ed esperti del settore oggetto del saggio/articolo, qualora non sia stato individuato preventivamente tra i componenti del Comitato Scientifico. Gli studiosi revisori, insieme ai componenti del Comitato Scientifico, fanno parte del *Comitato dei Referee*, annualmente aggiornato. La Redazione, una volta verificata la pertinenza dei temi rispetto agli ambiti di trattazione della rivista e degli aspetti redazionali (una prima richiesta di adattamento può essere già operata in questa fase), invia ai *referee* i saggi/articoli oggetto di valutazione privi dei nomi degli autori. I *referee*, entro i termini indicati dalla Redazione, forniscono le proprie osservazioni attraverso la traccia di lettura elaborata dalla Redazione. La scheda di valutazione permane agli atti nell’archivio della Redazione e i suggerimenti contenuti sono comunicati all’autore del saggio/articolo. Le indicazioni fornite dai *referee*, benché debitamente considerate dalla Redazione, hanno valore consultivo. La Redazione può decidere comunque di pubblicare un saggio/articolo. L’elenco dei *referee* è pubblicato sul numero del periodico, senza alcuna specifica di quale saggio/articolo sia stato loro attribuito.

I revisori formulano il proprio giudizio, tenendo conto dei seguenti parametri: approfondimento del tema trattato; qualità delle argomentazioni; bibliografia adeguatamente aggiornata; chiarezza e scorrevolezza dell’esposizione. Sulla base di tali parametri, i revisori possono formulare i seguenti giudizi:

- a) pubblicabile senza modifiche;
- b) pubblicabile previo apporto di modifiche;
- c) da rivedere in maniera sostanziale;
- d) da rigettare.

Nel caso di giudizio discordante fra i due revisori, la decisione finale è assunta dal Direttore, salvo casi particolari in cui il Direttore medesimo provvede a nominare tempestivamente un terzo revisore a cui rimettere la valutazione dell’elaborato. Il Direttore, su sua responsabilità, può decidere di non assoggettare a revisione scritti pubblicati su invito o comunque di autori di particolare prestigio.

Referee criteria

The articles appearing in the sections *Studi e riflessioni*, *Pratica formativa* and *Lo scaffale del formatore* (except for “La filosofia di Altered Carbon, ovvero le fallacie del transumanesimo” di Liborio Dibattista, “La rivoluzione dell’apprendimento secondo il podcast Storie di Apprendimento Straordinario” di Federico Fantacone, “Il fascino dell’intelligenza artificiale per un liceo al passo con i tempi” di Gaetano Strano e “La robotica a scuola. Intervista a Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, fondatori di OFpassiON” di Valeria Destro) were subjected to a double-blind peer review process which respects the anonymity of author and reviewer.

The Editorial Board chooses referees among academics and experts from the sector pertaining to the essay/article if such a figure cannot be found among the members of the Scientific Committee. Academic reviewers, together with the Scientific Committee make up the Referee Committee, which is subject to an annual review and update. Once the Editorial Board has checked the relevance of the topic to the journal’s aims as well as any editorial issues (the person submitting may be asked to make some initial changes at this stage), it will send the essay/article in anonymous form to the chosen referees. Within the term indicated by the Board, the referee will provide his or her observations using the outline letter provided by the Board. The evaluation form will be kept on the Editorial Board’s files and any suggestions will be forwarded to the author of the essay/article. Although carefully considered by the Board, any comments made by the referee are purely for consultation purposes and the Board may decide to publish an essay/article in any case. The list of referees will be published in the periodical without any specific attribution of the essays/articles contained in it.

The referees will form their own judgement, taking into account the following parameters: quality of the argumentation; in-depth treatment of the topic; sufficiently up-to-date bibliography; clarity and fluidity of writing style.

On the basis of these parameters, the referees may make the following judgements:

- a) publishable as it stands;
- b) publishable after making certain modifications;
- c) whole-scale revision required;
- d) reject.

If two referees offer different opinions, a final decision will be made by the Director except when the latter decides to nominate a third referee to evaluate the essay/article. The Director reserves the right not to submit invited articles or those written by prestigious authors to the peer review process.

Registrazione del Tribunale di Verona n. 1.944 R.S. del 29.2.2012
Anno 13, numero 12 — marzo 2024
Idee in form@zione *is an international peer-reviewed journal*
Periodicità annuale



©

ISBN
979-12-218-1113-1

PRIMA EDIZIONE
ROMA 1° MARZO 2024

Sommario



- 11 Editoriale
di Cristina Richieri



STUDI E RIFLESSIONI

- 19 La filosofia di Altered Carbon, ovvero le fallacie del transumanesimo
di Liborio Dibattista
- 37 Intelligenza artificiale e diritto: lo stato dell'arte
di Luisa Broli
- 51 *Status quaestionis* sugli strumenti di IA per l'apprendimento e la didattica
di Riccardo Larini
- 67 La rivoluzione dell'apprendimento secondo il podcast Storie di Apprendimento Straordinario
di Federico Fantacone



PRATICA FORMATIVA

- 85 In cammino verso la nuova cittadinanza europea. Didattica *indoor* e *outdoor*, tra gioco e intelligenza artificiale
di Marcella Biserni
- 101 L'uso della realtà aumentata e virtuale in ambito educativo. Un'esperienza significativa nella didattica inclusiva
di G. Filippo Dettori e Barbara Letteri
- 117 Il fascino dell'intelligenza artificiale per un liceo al passo con i tempi
di Gaetano Strano

- 127 La robotica a scuola. Intervista a Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, fondatori di OFpassiON
di Valeria Destro



LO SCAFFALE DEL FORMATORE

- 139 Letteratura e intelligenza artificiale: come si intrecciano e si influenzano
di Luisanna Paggiaro
- 157 Machine translation tools as foreign language learning activators
di Cristina Richieri e Evan Knight



LA VOCE DEI DOCENTI IN FORMAZIONE

- 177 My most illuminating moment as a trainee: different histories
di Evan Knight



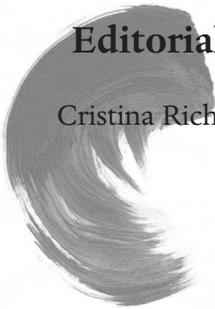
LETTI PER VOI

- 183 Pedagogia algoritmica. Per una riflessione educativa sull'Intelligenza Artificiale
(di Chiara Panciroli e Pier Cesare Rivoltella) Recensione di Roberta Cadenazzi
- 187 Artificial Intelligence in Schools. A Guide for Teachers, Administrators, and Technology Leaders
(di Varun Arora) Recensione di Francesco Ferrari
- 191 Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide
(di Luciano Floridi) Recensione di Carmen Genchi



LE TRADUZIONI

- 201 Rivoluzionare l'istruzione con l'intelligenza artificiale: esplorare il potenziale trasformativo di ChatGPT
di Tufan Adiguzel, Mehmet Haldun Kaya e Fatih Kürşat Cansu
Traduzione di Cristina Richieri e Luisanna Paggiaro



Editoriale

Cristina Richieri

Il 7 dicembre 2023 la presidenza del Consiglio dell'Unione europea e i negoziatori del Parlamento europeo hanno raggiunto una intesa sulle prime regole per l'intelligenza artificiale (IA) al mondo, il cosiddetto Regolamento sull'intelligenza artificiale ("AI Act 2023"), proposto dalla Commissione nell'aprile 2021. Lo storico accordo intende garantire che i sistemi di IA introdotti nel mercato europeo siano sicuri e vengano utilizzati nel pieno rispetto dei diritti fondamentali e dei valori dell'Unione europea. Il negoziato, che si prefigge anche di stimolare investimenti e innovazione in materia di IA in Europa, sosterrà l'innovazione diffusa ma responsabile nell'interesse dei cittadini e delle imprese disciplinando l'uso dell'IA sulla base dei rischi individuabili¹.

Il testo definitivo dovrà essere approvato formalmente dal Parlamento europeo e dal Consiglio ed entrerà in vigore venti giorni dopo la sua pubblicazione nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. La sua piena efficacia sarà esplicitata due anni dopo la sua entrata in vigore, ma per i divieti basteranno sei mesi, e per le norme sull'IA per finalità generali, ne saranno sufficienti dodici. Nel frattempo, nel periodo transitorio, la Commissione si impegna a proporre ai costruttori di sistemi di IA europei e internazionali di siglare il c.d. "Patto sull'IA", per l'attuazione degli obblighi fondamentali del Regolamento su base volontaria prima ancora della sua entrata in vigore².

Quest'ultimo aspetto è la cifra di quanto l'Europa stia prendendo sul serio i pericoli che da una diffusa assenza di norme nel campo della IA potrebbero insorgere mettendo a rischio diritti e valori fondamentali per le nostre società. Tuttavia, ciò che forse può preoccupare ancora di più è

1 Cf. Regolamento sull'intelligenza artificiale: *Il Consiglio e il Parlamento raggiungono un accordo sulle prime regole per l'IA al mondo*, Consiglio dell'UE, Comunicato stampa 09/12/2023, <http://tinyurl.com/49a43y5x> (consultazione 27/12/2023).

2 Cf. Ai Act 2023: accordo sul nuovo Regolamento UE sull'intelligenza artificiale, DB Alert, <http://tinyurl.com/4624s4p2> (consultazione 27/12/2023).

quella espressione usata dalla Presidente della Commissione europea Ursula von der Leyen nella sua dichiarazione con cui ha accolto l'intesa politica raggiunta: «Concentrando la regolamentazione sui *rischi individuabili*, l'accordo odierno promuoverà l'innovazione responsabile in Europa»³. Dunque, provvedere per cercare di rimuovere i rischi conosciuti, facilmente individuabili, costituisce solamente un primo passo verso il pieno controllo dell'IA. Potrebbero essercene altri, al momento non individuabili, ma già in grado di procurare danni. È lo stesso Sam Altman, tra i co-fondatori nonché primo amministratore delegato di OpenAI, insieme ad altre figure di spicco in campo tecnologico – tra cui gli scienziati e “padrini dell'IA” Geoffrey Hinton e Yoshua Bengio, e l'amministratore delegato di DeepMind di Google, Demis Hassabis – a mettere in guardia sui rischi generati da un uso sconsiderato dell'IA: «mitigating the risk of extinction from AI should be a global priority alongside other societal-scale risks such as pandemics and nuclear war»⁴. È ancora lui stesso a mettere a fuoco due preoccupazioni: «There's a very serious one coming about, I think, sophisticated disinformation; another one a little bit after that, maybe about cybersecurity»⁵. Intanto la European Guild For AI Regulation (EGAIR), che riunisce oltre 100.000 professionisti dell'ingegno, si mobilita per proteggere la creatività umana dall'IA generativa affinché le aziende tecnologiche non usino proditoriamente le loro opere per il *training* dell'IA⁶.

Fatto il punto della situazione per sommi capi, come può il mondo dell'istruzione e della formazione partecipare al progressivo sviluppo di consapevolezza e responsabilità nei confronti dell'IA? Gli autori dei contributi che ospitiamo in questo numero di *Idee in form@zione* hanno provato a dare una risposta offrendoci riflessioni, esperienze e prospettive che possono essere d'aiuto nel nostro personale impegno a sottoscrivere le parole di Carme Artigas – sottosegretaria di Stato spagnola per la digitalizzazione e l'intelligenza artificiale ed esperta in *big data* e innovazione tecnologica – che sottolineano la necessità di «mantenere un equilibrio estremamente delicato: stimolare l'innovazione e l'adozione dell'intelligenza artificiale in tutta Europa nel pieno rispetto dei diritti fondamentali dei [...] cittadini»⁷.

3 Cf. AI affidabile, questo è l'approccio europeo, *LeaseNews.it*, 12/12/2023, <https://leasenews.it/news/innovazione/ai-affidabile-questo-e-lapproccio-europeo> (consultazione 27/12/2023). Il corsivo è nostro.

4 Cf. Alex Hern, “What should the limits be?” The father of ChatGPT on whether AI will save humanity – or destroy it, *The Guardian*, 07/06/2023, <http://tinyurl.com/ypjsc24h> (consultazione 27/12/2023).

5 *Ibidem*.

6 Cf. *Ansa.it*, 21/12/2023, <http://tinyurl.com/yc5ts4yd> (consultazione 27/12/2023).

7 Cf. <http://tinyurl.com/49a43y5x> (consultazione 27/12/2023).

Nello specifico dei contributi accolti in questo numero della nostra rivista, segnalo in primo luogo l'articolo che apre la sezione "Studi e riflessioni" dal titolo *La filosofia di Altered Carbon, ovvero le fallacie del transumanesimo* di Liborio Dibattista. L'articolo, facendo riferimento alla serie televisiva *Altered Carbon* tratta dall'omonimo romanzo di Richard Morgan, colloca le questioni dell'intelligenza artificiale in una dimensione filosofica facendoci riflettere opportunamente sui limiti di una visione troppo ottimistica del progresso umano e riportando il dilemma sulla presunta o meno pericolosità della tecnologia a una dimensione pedagogica, perché non sono le innovazioni a possedere una loro intrinseca eticità, è l'uso che ne fa l'uomo a caratterizzarle moralmente.

Intelligenza artificiale e diritto: lo stato dell'arte è il titolo dell'articolo di Luisa Broli. L'autrice esplora alcune tra le più rilevanti questioni giuridiche relative ai sistemi di intelligenza artificiale e affronta il problema della regolamentazione dei fenomeni associati all'uso delle più moderne tecnologie che impongono anche una alfabetizzazione in materia di IA da realizzarsi in ambito scolastico in modo tale da consentire agli studenti una piena comprensione delle potenzialità della rivoluzione digitale e dei relativi rischi.

Il terzo contributo, di Riccardo Larini, si intitola *Status quaestionis sugli strumenti di IA per l'apprendimento e la didattica*. Qui Larini offre un breve resoconto storico relativamente all'applicazione dell'IA in educazione insieme a una panoramica dei problemi sorti ultimamente in campo educativo per la comparsa dei più nuovi e potenti sistemi di IA, segnalando alcune priorità affinché l'IA applicata all'educazione diventi uno strumento governabile e governato.

La rivoluzione dell'apprendimento secondo il podcast Storie di Apprendimento Straordinario di Federico Fantacone chiude la sezione "Studi e riflessioni". L'autore individua e descrive le caratteristiche della rivoluzione in corso nei sistemi educativi e formativi caratterizzata dal sempre più diffuso utilizzo della IA, offre una sintesi della storia dell'innovazione nell'apprendimento insieme ai suoi paradossi senza tralasciare utili risorse per autoformazione e aggiornamento continuo per docenti e formatori.

La sezione, "Pratica formativa", si apre con l'articolo *In cammino verso la nuova cittadinanza europea. Didattica indoor e outdoor, tra gioco e intelligenza artificiale* di Marcella Biserni. Il contributo illustra l'esperienza "*The Ways of Europe. Walking & Learning*" – nata come scambio virtuale per la piattaforma eTwinning a livello internazionale e successivamente diventata un progetto Erasmus+ – che ha visto l'utilizzo dell'IA nella preparazione del progetto e nella sua realizzazione avvenuta grazie al passaggio graduale dal digitale al reale.

G. Filippo Dettori e Barbara Letteri sono gli autori di *L'uso della realtà aumentata e virtuale in ambito educativo. Un'esperienza significativa nella didattica inclusiva*. L'articolo descrive una sperimentazione per l'insegnamento del sistema circolatorio finalizzata a verificare l'efficacia dell'utilizzo della realtà virtuale e aumentata nella didattica scolastica per promuovere l'inclusione di un'allieva con disabilità intellettiva nella scuola secondaria di primo grado.

Il fascino dell'intelligenza artificiale per un liceo al passo con i tempi di Gaetano Strano presenta il percorso di innovazione e adattamento dei curricula intrapreso dall'Istituto "Michelangelo Buonarroti" di Monfalcone (Gorizia) sulla scia delle straordinarie opportunità offerte dall'IA. L'autore argomenta come la nuova curvatura in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale abbia generato trasformazioni nei contenuti e nella didattica coinvolgendo gli insegnanti in percorsi di formazione e migliorando competenze di progettazione e valutazione.

Valeria Destro, nel suo contributo *La robotica a scuola. Intervista a Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, fondatori di OFpassiON*, discute con due giovani imprenditori del settore dei vantaggi della robotica educativa dopo aver partecipato a un laboratorio per bambini e ragazzi dai 5 agli 11 anni finalizzato alla realizzazione di un robot. L'intervista si conclude con un forte invito al mondo della scuola ad affrontare le sfide poste dall'innovazione per continuare a sostenere il proprio ruolo di custode di una tradizione educativa ma anche di organismo aperto al rinnovamento.

La sezione "Lo scaffale del formatore" si apre con il contributo di Luisanna Paggiaro dal titolo *Letteratura e intelligenza artificiale: come si intrecciano e si influenzano*. Paggiaro traccia un possibile percorso didattico alla scoperta delle macchine "pensanti" presenti nelle opere di romanzieri di area anglofona, spaziando da quelli "classici" a quelli contemporanei ed esplorando in quale misura le macchine siano capaci di fare propria la struttura profonda delle storie.

Chiude questa sezione *Machine translation tools as foreign language learning activators* di Cristina Richieri e Evan Knight. L'articolo illustra le sfide che gli utenti della *machine translation* affrontano e mette in rilievo l'importanza di un suo uso critico. Allo scopo vi si illustrano tre sessioni di formazione della durata di un'ora incluse in un corso di lingua inglese per studenti del corso di laurea in Sociologia presso l'Università degli Studi di Padova (Italia) allo scopo di incoraggiare un suo uso per migliorare consapevolmente le proprie competenze linguistiche.

La sezione "La voce dei docenti in formazione" accoglie il contributo di Evan Knight *My most illuminating moment as a trainee: different histories in*

cui l'autore riflette su un evento occorso nella sua esperienza di giovane docente presso il City College di New York e su come i termini che permeano la nostra comunicazione in classe possano talora risultare fuorvianti, o quanto meno opachi, quando riteniamo che tutti i nostri allievi posseggano le medesime esperienze culturali ed educative per poterci comprendere in maniera univoca.

Nella sezione "Letti per voi" figurano le recensioni dei seguenti volumi: *Pedagogia algoritmica. Per una riflessione educativa sull'Intelligenza Artificiale* di Chiara Panciroli e Pier Cesare Rivoltella (recensione di Roberta Cadenazzi), *Artificial Intelligence in Schools. A Guide for Teachers, Administrators, and Technology Leaders* di Varun Arora (recensione di Francesco Ferrari) e *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide* di Luciano Floridi (recensione di Carmen Genchi).

Infine, nella sezione "Le traduzioni" proponiamo l'articolo di Tufan Adiguzel, Mehmet Haldun Kaya e Fatih Kürşat Cansu *Rivoluzionare l'istruzione con l'intelligenza artificiale: esplorare il potenziale trasformativo di ChatGPT* (traduzione di Cristina Richieri e Luisanna Paggiaro) che offre una panoramica sulle tecnologie di intelligenza artificiale, sulle loro potenziali applicazioni in ambito educativo e sulle difficoltà sottese fornendo informazioni utili su come l'intelligenza artificiale possa essere integrata con successo a beneficio di insegnanti e studenti.

Buona lettura!



Studi
e riflessioni

La filosofia di *Altered Carbon*, ovvero le fallacie del transumanesimo

Liborio Dibattista

Fantascienza distopica, futurologia e antropologia sono alcuni dei temi che vengono tracciati nel presente articolo facendo riferimento alla serie televisiva Altered Carbon tratta dall'omonimo romanzo di Richard Morgan. L'intersecazione di intelligenza artificiale e transumanesimo consente di osservare la visione ottimistica dell'umano progresso, filosofia propria del movimento, sotto il profilo tecnico-industriale ed economico. Il corpo, visto come una custodia intercambiabile, contiene anche gli atti mentali racchiusi in una pila corticale, la natura umana viene ridotta a pura materia e la mente è considerata come un epifenomeno. Un'umanità così tecnologicamente modificata prevede il prolungamento e il miglioramento della vita umana senza invecchiamento, una sorta di metamorfosi antropologica o di patto faustiano. La chiave di lettura epistemologica qui offerta investe gli aspetti cognitivi ed etici analizzati dalla filosofia e dalle neuroscienze.

PAROLE CHIAVE: scienza, tecnica, umanesimo, mente, cervello, corporeità, responsabilità

Dystopic science fiction, futurology and anthropology are several of the themes dealt with in this article, which makes reference to the Altered Carbon TV series, based on the book of the same name by Richard Morgan. The interface between artificial intelligence and transhumanism allows for an optimistic vision of the advanced human, the very philosophy of the movement, from a techno-industrial and economic perspective. The body, seen as an interchangeable custodian, also contains mental acts closed inside a cortical battery, human nature is reduced to pure material and the mind is viewed as an epiphenomenon. Such technologically modified humanity involves the prolonging and improvement of human life without aging, a sort of anthropological metamorphosis or Faustian pact. The epistemological insight offered covers cognitive and ethical aspects analysed by philosophy and neuroscience.

KEYWORDS: science, technology, humanism, mind, brain, physical being, responsibility

1. Introduzione

Altered Carbon è il primo romanzo di una trilogia *cyberpunk* di fantascienza distopica scritta da Richard K. Morgan nel 2002¹. Da esso sono stati tratti

¹ Gli altri due romanzi sono *Angeli spezzati* (*Broken Angels*) e *Il ritorno delle furie* (*Woken Furies*) rispettivamente del 2003 e del 2005. *Altered Carbon* ha vinto il "Philip K. Dick Award" nel 2003.

diversi adattamenti cinematografici² e una *graphic novel*. Qui si farà esplicito riferimento alla prima serie apparsa su Netflix a partire dal 2018.

In particolare, tralasciando la trama dettagliata dell'opera, mi soffermerò sul sostrato filosofico principale: la possibilità di racchiudere i contenuti mentali dell'individuo umano in un supporto tecnologico (la "pila corticale", impiantata alla base della colonna cervicale), vero nucleo dell'identità individuale, mentre il corpo fisico altro non è che una "custodia", perciò esso stesso intercambiabile a piacimento (in realtà in base alla disponibilità economica del soggetto). Ne consegue che la morte della "custodia" a seguito di malattie o traumi, non comporta la perdita dell'identità individuale, trasferibile *ad libitum* in corpi successivi sempre nuovi e diversi, fino alla "Vera Morte", consistente nella distruzione, accidentale o volontaria, della "pila corticale".

Discuterò le caratteristiche di questo assunto, il suo legame con quel *network* di teorie, tecno-filosofiche, sociologiche ed escatologiche che vanno sotto il nome di *transumanesimo* (TH, transhumanism), illustrando brevemente di questo gli aspetti fondamentali e le sue debolezze concettuali.



2. L'immagazzinamento digitale umano IDU

Nelle prime sequenze della serie televisiva, il protagonista Takeshi Lev Kovacs³ si risveglia da una sospensione durata centinaia d'anni, causata da condanna penale per i suoi misfatti, in una nuova "custodia", affittata per lui dal suo datore di lavoro, Laurence Bancroft. Questi è un ricchissimo *Mat* (Matusalemme, infatti ha 360 anni) che gli affiderà un'indagine volta a scoprire chi ha ucciso lo stesso Bancroft – distruggendo anche la "pila corticale". Il piano non ha avuto definitivo successo, e Bancroft non si è avviato verso la "Vera Morte", solo perché ogni 48 ore un ulteriore *upload* della sua identità mentale digitale viene caricato su un satellite orbitante, per maggior sicurezza. Una sorta di Dropbox della mente individuale. Non entro per ora in ulteriori dettagli sulla trama dell'opera, quello che qui interessa è uno dei concetti alla base del romanzo: l'idea che l'identità personale sia digitalizzabile, registrabile in un supporto tecnologico (l'IDU, Identità Digitale Unica), a sua volta *uploadabile* in una ulteriore memoria di massa come copia di *backup*; e il suo correlato somatico: che il corpo sia riducibile

² Netflix ha prodotto due serie a partire dal 2018 appunto col titolo *Altered Carbon* e un anime: *Altered Carbon: Resleeved* (2020).

³ Ultimo sopravvissuto degli Spedi, corpo di spedizione di mercenari altamente specializzati in tecniche di combattimento e sopravvivenza.

a mera materia organica, una “custodia”, un husserliano *Koerper* (materia estesa) che nulla – o quasi, come vedremo – ha di *Leib* (corpo vissuto).

Questo è uno dei cardini filosofici del transumanesimo (d’ora in poi TH): che poi altro non è che la versione *hard* dei progetti di IA, intelligenza artificiale: la mente umana in quanto tale è riproducibile in un modello informatico, un *software*, più o meno sostanziato in un *hardware* tecnologico. Di conseguenza, il supporto materiale può essere biologico o di qualsiasi altra natura, ed è quindi riproducibile a piacimento.

3. Il TH e il programma della IA forte

Che il pensiero potesse essere calcolabile – senza tornare indietro a Platone – è un’idea non nuova. Dopo i tentativi di Raimondo Lullo e i proclami di Thomas Hobbes, erano stati Cartesio e Leibniz a lanciare il vero programma dell’intelligenza come calcolo. Grazie a questi padri nobili, le prime riflessioni sull’IA (Intelligenza Artificiale) puntarono diritte all’esecuzione seriale di “calcoli”, anche booleani, nella convinzione che il pensiero – quello importante – fosse quello logico-cognitivo.

Dalla storia delle neuroscienze E.A. Wilson è stato suggerito che un tornante nella storia dell’IA possa essere stato l’importante articolo del 1943 di Warren McCulloch e Walter Pitts. McCulloch (1898-1969) fu un neurofisiologo che si applicò al campo della nascente cibernetica. Partendo dal presupposto che l’attività neuronale sia digitale (potenziale d’azione on/off), gli Autori suggerivano l’analogia con il funzionamento binario dell’*hardware* del computer. In questo modo gli *hardware* (cerebrale e meccanico) si uniformavano nella sequenza digitale: calcolo-logica. Quindi, la neurofisiologia diventava matematizzabile e il funzionamento del cervello interpretabile secondo la logica proposizionale: insomma, una misinterpretazione del lavoro di George Boole e della teoria dell’informazione di Claude Shannon (1948).

Tutta la mistica dell’intelligenza artificiale forte si fonda su quelli che H. Dreyfus (1972; trad. it. 1988) ha raccolto come “quattro postulati”:

- il postulato biologico: che le sinapsi neuronali siano appunto digitali, 0/1, tutto o niente. Il che è manifestamente falso; oggi il cervello umano presenta più caratteristiche analogiche di quanto il digitale degli anni ’50 e ’60 potesse immaginare;
- il postulato psicologico: che la mente sia un sistema per il trattamento delle informazioni. Qui, la cattiva interpretazione della teo-



ria di Shannon è basata sulla confusione tra informazione (nel senso shannoniano di segnale) e significato. Si pensi ad esempio all'argomento della stanza cinese di Searle (1980)⁴, o al mondo in bianco e nero della psicologa Mary di cui parla Jackson (1986)⁵;

- il postulato epistemologico: che, in generale, il comportamento intelligente sia formalizzabile. Errore di cui si rese conto Wittgenstein, quando passò dalla logica formale del *Tractatus* alla questione dell'uso delle parole nelle *Ricerche filosofiche*;
- il postulato ontologico: la credenza che il mondo umano sia costituito da un *set* finito di dati, in quanto tali descrivibili con un numero finito e inequivocabile di righe di programma, postulato che ha trovato la sua critica nell'analisi fenomenologica della percezione.

In altre parole, gli entusiasti transumanisti dell'IA non hanno letto Husserl e Merleau-Ponty, non concepiscono che il senso delle cose umane è legato all'essere-continuamente-in-situazione degli esseri umani e dei loro corpi vivi, il che conduce, quindi, all'impossibilità di una formalizzazione della pragmatica. Confondono la competenza con la *performance*, e la ragion pura con la pratica; per dirla con Heidegger, cercando di formalizzare gli esseri perdono di vista l'Essere. Come il mondo non è, per l'essere umano, un mucchio di *fatti*, così la mente umana non è un listato di *istruzioni*. Se ogni identità individuale è definita perennemente dal contesto situazionale che unifica Sé e Mondo, allora è una Storia in incessante divenire che non si può mai cogliere in una registrazione digitale definita.

Quanto alla possibilità tecnologica di realizzare un'istantanea dei neuroni cerebrali e delle loro connessioni sinaptiche (il connettoma), essa è affidata dal TH a una serie di strumenti neuroscientifici: procedure microtomiche di aree cerebrali da cui ricostruire l'architettura neuronale del cervello, olografia a raggi gamma, MRI (risonanza magnetica) ad alta risoluzione, interferometria biofotonica, neurosonde mappanti e chi più

4 L'esperimento mentale della stanza cinese, in sintesi, è questo: si immagina una stanza in cui è chiuso un uomo; egli ha a disposizione un manuale con coppie di simboli cinesi *input/output*. La stanza ha due fessure: una di *input*, dalla quale entrano domande in cinese sotto forma di simboli che l'uomo confronta con quelli nel suo manuale, e una di *output* dalla quale l'uomo emette il corrispondente simbolo di *output* che ha prodotto. Chi sta fuori della stanza ottiene risposte significative alle sue domande; ma l'uomo nella stanza si limita solo a manipolare simboli *di cui non comprende il significato*. Tale è, per Searle, la condizione dei programmi di IA.

5 La neurobiologa Mary sa tutto della teoria fisica dei colori: sa a quale lunghezza d'onda corrisponde il rosso, come funzionano i coni e i bastoncelli della retina, nonché le aree cerebrali deputate alla decodifica dei colori. Tuttavia, ella è sempre vissuta in una stanza in bianco e nero senza mai uscirne, per cui, pur sapendo tutto sul colore rosso, non sa *che cosa si prova a vedere il rosso*.

ne sa più ne metta, una sorta di “supercazzola” che finora ha consumato milioni di dollari in ricerca di base con risultati modestissimi.

Abbiamo vissuto di recente lo *Human Brain Project*⁶, partito nel 2013 e finanziato dall’Unione europea, coordinato dall’Università di Losanna, con lo scopo di realizzare una modellizzazione del cervello umano grazie all’uso delle tecnologie digitali. Il progetto è terminato a settembre 2023 e, finora, i risultati sono stati raccolti in una pubblicazione edita a marzo 2023⁷.

Questo conato di ricerca fa seguito alla *Decade of the Mind* (2007-2017), uno sforzo internazionale volto a incrementare le ricerche sulla mente, costato otto miliardi di dollari... che segue un altrettanto oneroso progetto internazionale, *Decade of the Brain*, lanciato da George Bush negli anni 1990-2000 e che fu condotto dalla *Library of Congress* e dal *National Institute of Mental Health*.

Che si tratti di cervello o di mente, finora questi tre decenni di studi hanno fondamentalmente prodotto una montagna di parole. D’altra parte, questo modesto risultato era stato predetto da Torsten Wiesel, neurologo svedese premiato insieme a David Hubel con il Nobel per i suoi studi sulla corteccia cerebrale, che aveva affermato essere insensato sperare di ottenere risultati significativi in un lasso di tempo così breve. Lo scienziato faceva notare (2001, p. 23) come sappiamo pochissimo sul funzionamento di un organismo semplice come un vermino lungo meno di un millimetro – il *Caenorhabditis Elegans* – figurarsi di un oggetto complesso come il cervello umano.

Quanto alla possibilità di realizzare un *upload* della mente umana in un computer, il sito *minduploading.org* – che peraltro rimanda più ad articoli filosofici che informatico-tecnologici – sembra non venga più aggiornato da sette anni e sorte migliore non arride al parente sito *carboncopies.org*. L’aporia filosofica alla base di tutti questi progetti è ben presente ad alcuni osservatori critici e si può far risalire all’osservazione generale di Georges Canguilhem (2002) quando rilevava quanto fosse fallace cercare la spiegazione dell’organismo biologico mediante l’analogia con le macchine, in quanto queste a loro volta sono state costruite in analogia con gli organi umani. *Mutatis mutandis*, cercare la spiegazione della struttura e del funzionamento del cervello e della mente umana mediante il ricorso ai sistemi *hardware* e *software* dell’intelligenza artificiale – che a loro volta sono stati

6 Cf. <http://www.humanbrainproject.eu/>. Ad oggi il progetto è costato più di un miliardo di euro (consultazione 02/05/2023).

7 Cf. <https://www.humanbrainproject.eu/en/follow-hbp/news/2023/03/30/new-booklet-features-scientific-achievements-human-brain-project/> (consultazione 02/05/2023).

progettati guardando al funzionamento della mente umana – è impresa disperata e fallace proprio nei presupposti concettuali di base.

Queste e altre difficoltà hanno condotto alcuni filosofi della mente (i cosiddetti “misteriani”⁸) a dichiarare l’insolubilità del problema: non sapremo mai come è fatta la mente, né dove abita con precisione, perché la nostra mente non è attrezzata per risolvere questo problema, non può capire sé stessa, ed è destinata a restare un mistero. C’è chi ha chiamato in causa l’indecidibilità di Gödel o il paradosso del mentitore per spiegare questa posizione disperata: l’insieme che contiene tutti gli insiemi contiene anche sé stesso?

Altri, più ottimisti, rimandano la soluzione del problema a un futuro più o meno prossimo, quando i progressi delle neuroscienze, o una nuova rivoluzione scientifica che scardini gli attuali paradigmi della scienza, ci metteranno in condizione di avere gli strumenti concettuali per risolvere il problema della mente.

Sta di fatto che – mentre i neuroscienziati studiano – la nostra mente non sta ferma: i nostri nonni affidavano un pezzo della loro memoria (non è mente anche la memoria?) a un fazzoletto annodato, i nostri padri lo facevano grazie ad agende e rubriche, noi andiamo in paranoia se usciamo senza il nostro *smartphone* e collochiamo gran parte dei dati che non trovano più spazio nelle nostre circonvoluzioni cerebrali in memorie magnetiche o in *dropbox* sul *cloud*. I nostri sentimenti (*How do you feel today?*) stanno su Facebook e le nostre più o meno folgoranti intuizioni si spostano cinguettando sul web.

Alcuni filosofi del secolo scorso lo avevano intuito: Maurice Merleau-Ponty e Jean Paul Sartre avevano avvertito che noi – le nostre menti, le nostre personalità – in quanto con-crescono con l’ambiente geografico, sociale, culturale – non stanno solo nel cervello. Anzi, stanno, soprattutto FUORI.



4. IA, corpi-custodie e il problema dell’anima

Nel romanzo, Takeshi Kovacs decide di alloggiare in un hotel di Bay City (San Francisco) gestito da una IA che si chiama Hendrix, con riferimento alla star della chitarra Rock degli anni ’60. Nel serial televisivo, per ragioni di diritti legali, la figura del chitarrista è stata – fortunatamente a mio modo di vedere – sostituita da un Edgar Allan Poe digitale (l’hotel si chiama “Il corvo”). Curiosamente, questo *software* ispirato al grande ro-

8 Cf. McGinn (2000).

manziere romantico americano dimostra molta più empatia di tanti soggetti umani: è vero che il suo compito informatizzato è prendersi cura al meglio dei propri clienti (paganti), ma Poe lo svolge con un tocco di frizzante ironia che gli accredita un'intelligenza emozionale come finora non è dato nemmeno immaginare negli attuali *software*. Il corpo-custodia del protagonista non è – naturalmente – il suo originale, che andò distrutto nel conflitto a fuoco che lo portò due secoli e mezzo prima ad essere “immagazzinato”. La nuova custodia, scelta dal committente Bancroft, è un corpo robusto, addestrato militarmente, che crea qualche problema alla sua IDU, ad esempio in quanto è nicotina dipendente, cosa che l'IDU di Kovacs non era. E qui gli Autori toccano il problema accennato più sopra: le “custodie” non sono semplicemente corpi materiali estesi, esse creano comunque un problema di risonanza identitaria con le IDU che le abitano. Ad esempio, Bancroft ha fornito Kovacs della custodia che originariamente apparteneva al compagno della *detective* Ortega, una poliziotta che segue Kovacs fin dalla sua comparsa a Bay City. Ortega, quindi, pedina il protagonista per zelo professionale o perché non può esimersi dall'interessarsi a ciò che fa quel “corpo vivo” appartenuto al suo amante, perché ella è legata alla custodia che ha le sembianze dell'amato?

Le custodie vengono fornite, a spese dello Stato, anche ai cittadini che rientrano dall'immagazzinamento e non possono permettersene una di tasca propria. Ma questo crea gravi conflitti identitari quando l'IDU non “si riconosce” nella custodia che gli viene assegnata: nelle sequenze iniziali, insieme al “risveglio” di Kovacs, si assiste al ritorno di un'IDU di bambina inserita nella custodia-corpo di una vecchia. Lo sgomento del soggetto, che fissa attonita i capelli stopposi della sua nuova custodia, o lo smarrimento dei genitori, che devono accogliere la loro bambina nel corpo di una persona anziana, dimostrano in maniera palmare come agli Autori non sia sfuggito il punto di come non sia possibile prescindere dalla corporeità nel riconoscimento dell'identità individuale. A maggior conferma di ciò, va evidenziato il fatto che i ricchi *matusalemme* che abitano i giardini paradisiaci nella stratosfera di Bay City, nell'evenienza di una loro ri-custodia resasi necessaria in caso di danni al corpo che abitano, hanno provveduto a far realizzare una serie di cloni che mantengono in animazione sospesa, così da poter conservare anche l'aspetto fisico – oltre che la mente – nel momento in cui la loro IDU viene ricollocata.

A complicare le cose, una setta religiosa terrestre – i Neo Cattolici – si oppone alla ri-custodia, in quanto questa procedura, rimandando indefinitamente la Vera Morte, impedirebbe all'anima immortale delle persone di raggiungere la vita eterna del paradiso.

Non è assolutamente qui il luogo né il caso di esplorare il problema corpo-mente-anima (*mind/soul*). Secoli di dualismi sostanzialistici sono oggi decisamente in ritirata dinanzi al prevalere di monismi, funzionalismi, emergentismi e via di seguito. Sostenere un'alterità dello spirito rispetto alla mente e una indipendenza dell'uno e dell'altra dalla corporeità (intesa non solo come sistema nervoso) mi pare oggi impresa veramente improponibile e non ho alcuna intenzione di cimentarmi in una rassegna storico-filosofica di dimensioni elefantisiache. Mi limito solo alla constatazione che già la materia biologica di cui siamo costituiti non consente alcuna definizione accettabile di *sub-stantia*. Le cellule di cui sono composti i nostri organi e tessuti mutano rapidamente nell'arco di giorni e mesi: delle molecole di cui ero fatto trenta o venti anni fa non rimane praticamente nulla; persino la pretesa perennità⁹ dei neuroni sta venendo meno a mano a mano che aumentano le nostre conoscenze sull'(abusata) plasticità del sistema nervoso. A garanzia della mia identità rimane solo la fioca memoria di ciò che io stesso ricordo di me momento per momento, ricordo impreciso e spesso ingannevole¹⁰. Quando questo racconto di me stesso dovesse diventare a me inaccessibile per deterioramento delle aree deputate al racconto, la mia identità personale svanirebbe, al massimo rimarrebbe residuale nel ricordo che altri possono avere di me, e sarebbe per me inservibile. Figurarsi quindi la possibilità di immaginarsi una seconda (e una terza!) sostanza, quando la prima non *sostiene* nemmeno sé stessa.



5. Definizione del TH

L'intelligenza artificiale e le sue promesse costituiscono uno dei cardini fondamentali su cui si poggia il programma del transumanesimo. Gli altri principi su cui si basa tale ideologia sono: la genetica e il progresso della scienza medica, la robotica, le nanotecnologie, la crionica, l'espansione della civiltà umana nello spazio cosmico.

Lo scopo: «l'uomo che rimane umano, ma che trascende sé stesso, realizzando le nuove potenzialità della sua natura umana, per la sua natura

⁹ Nel 1894 Giulio Bizzozzero classificava le cellule del vivente in tre categorie: cellule labili (che si replicano continuamente), cellule stabili (che si replicano secondo necessità) e cellule perenni (che non si riproducono mai). Oggi sappiamo che, ogni giorno, nuovi neuroni nascono nel sistema nervoso umano e altri si atrofizzano...

¹⁰ Nella prima puntata della seconda serie di *Altered Carbon* assistiamo al monologo di un capo della *yakuza* che dice esattamente queste cose.

umana». Si tratta di una delle prime definizioni del transumanesimo esposta da Julian Huxley in un articolo del 1957.

La definizione data da uno dei padri del TH attuale, Max More (2013, p. 3), è la seguente:

Philosophies of life (such as extropian perspectives) that seek the continuation and acceleration of the evolution of intelligent life beyond its currently human form and human limitations by means of science and technology, guided by life-promoting principles and values.

Si tratta, sempre nella visione di More, di una “eupraxosofia” erede del positivismo, dell’umanesimo e del confucianesimo, una valorizzazione della vita umana anti-trascedente, basata sul progresso della scienza. Il TH è una fase della transizione dall’umanesimo rinascimentale a un postumanesimo nel quale gli esseri (postumani) saranno più intelligenti, vivranno più a lungo – magari indefinitamente come il *mat* Bancroft di *Altered Carbon* – affrancati dalla paura delle malattie e della morte, padroni di uno spazio cosmico colonizzato, abitanti di ricchi mondi virtuali.

Da un altro punto di vista il transumanesimo si può definire come una evoluzione post-darwiniana in quanto non più eterodiretta dal rapporto genetica-ambiente ma autodiretta dall’uomo stesso e dalle sue capacità tecno-scientifiche e non verso una ideale prefissata perfezione ma orientata a un perpetuo progresso.

L’epistemologia del TH rimane il razionalismo critico *à la* Popper, con il rifiuto di ogni dualismo¹¹, e una concezione materialistica, fisicalistica e funzionalistica del *self* coscienziale, quindi instanziabile in qualsiasi struttura.

Dalle definizioni qui sopra riportate appare evidente che risulta fondamentale definire che cosa si intenda per “vita” e “natura umana”, *alias* “forma umana”. A me sembra che i teorici del transumanesimo abbiano dato abbastanza per scontato questi concetti, mentre è chiaro che appare essenziale accordarsi in prima battuta sulla natura di ciò che si intende superare transumanando.

Per l’umanesimo classico e rinascimentale, da Socrate e i sofisti fino a Pico della Mirandola, l’Uomo appare misura di tutte le cose, senso e limite di una natura e di una forma che si fonda per opposizione agli *oi βαρβαροι*, animali e umani, incapaci di linguaggio e cultura; forma che si propone come punto omega dell’Universo e che ne interpreta la struttura grazie all’epistemologia che è in grado di produrre. Se è vero che questa idea vie-

11 Che sciatteria filosofica: contro il dualismo, riducono l’identità individuale alla mente, che però abbisogna comunque di un sostrato materiale, organico o elettronico che sia, per “esistere”.

ne messa in discussione dalle “rivoluzioni copernicane” di Darwin e Freud, anche la selezione naturale si trova a dover fare i conti con l’equivoco del concetto di “specie umana” (e più in generale con il concetto di specie). Questa è ciò che evolve, quindi si tratta di un fondamento liquido, natura transitoria e fuggevole, sia pure su spazi temporali amplissimi. Per cui la *Neue Anthropologie* proverà a fondare la “natura umana” ora nello “spirito” scheleriano¹², ora come “uomo nascosto” di Helmuth Plessner (1928, 2006). Per quest’ultimo, ad esempio, la “eccentricità della natura umana” si rivela anche nel rapporto con il proprio corpo:

Io sono nel punto zero, a partire dal quale tutto, anche il mio corpo, è “là”, più o meno lontano. In virtù di tale riempimento del “qui” io sperimento vitalmente il mio corpo come rivestimento, o *me stesso in quello come in un fodero*. In tal modo acquisisco una distanza rispetto a esso, che è risparmiata all’animale. L’animale è una cosa sola col suo corpo. Esso è il suo corpo. Altrimenti stanno le cose per l’uomo: *grazie alla sua condizione di chiuso nel fodero, del trovarsi entro il proprio corpo, esso è per lui il mezzo direttamente a disposizione, lo strumento sul quale suona.* (Plessner, 1967, p. 366)¹³

Cioè l’uomo, a differenza dell’animale, può cogliersi dall’esterno. In Plessner (che parte da una posizione biologistica), la tecnica è considerata come protesi integrativa della natura costituzionalmente difettiva dell’essere umano: intelligenza, linguaggio e cultura sono compensativi di questo difetto originario. Chi approfondirà questa posizione è senz’altro Arnold Gehlen (1940), con la sua antropologia che è una ermeneutica dell’umano. L’uomo è un essere difettivo, sprovveduto, cronicamente indigente, sottoposto a una pressione continua da parte di agenti esterni e interni, a maturazione tardiva¹⁴, inadatto a compiti specifici, che sopperisce con l’azione (*homo agens*) e con la sfera della cultura/tecnica/civiltà al suo difetto epimeteico. Di fronte a un ostacolo che risulti insuperabile nell’immediatezza da parte dei modesti organi biologici umani egli, grazie al meccanismo dell’“esonero”, rimanda alle sue funzioni mentali la risoluzione del problema mediante previsione e progettazione. Per questo la vera dimensione temporale della natura umana è il futuro e non il presente. La tecnica, in

12 Cf. Scheler (1927, 1928).

13 Il corsivo è mio, a riecheggiare le “custodie” di *Altered Carbon*. L’essere umano, a differenza di molte specie animali, nasce imbelles e inerme: egli ha bisogno di una “lunga primavera extrauterina” prima di raggiungere una maturità capace di affrontare le sfide del mondo esterno.

14 Anche Gehlen, mutuando questo pensiero da Plessner e dal Portmann de *Le forme viventi. Nuove prospettive della biologia* (Adelphi, Milano, 1989), sottolinea la necessità di un lungo apprendistato del neonato (*l’anno embrionale extrauterino* di Portmann) prima di raggiungere una relativa autonomia.

conclusione, è l'espressione privilegiata della capacità trasformativa dell'agire umano. In questo Gehlen è transumanista (o i TH sono gehleniani...).

A questo punto, è abbastanza evidente che – nonostante il secolo che li separa – il pensiero dei transumanisti e quello dei campioni dell'antropologia filosofica di inizio Novecento contengono numerose assonanze: il primato della biologia e della tecnologia, una rivisitazione della selezione naturale darwiniana, la necessità costitutiva della natura umana di ricorrere alla cultura data la sua manchevolezza di base e anche l'idea che la natura umana è un momento di transizione verso qualcosa d'altro.

In quest'ultimo aspetto è possibile anche riconoscere la deleuziana narrazione dell'Uomo «come figura di sabbia che sta fra la bassa e l'alta marea, una composizione che appare solo nel FRA, tra un passato classico che la ignorava e un futuro che non la conoscerà più»¹⁵.

A provocare questo smarrimento e rimodellamento della natura umana è stato l'esplosivo sviluppo della scienza e della tecnologia che ha scardinato i confini auto-referenziali dell'essere umano, consentendo la sua espansione/ibridazione con gli oggetti tecnologici e genetici: nella preistoria di questa "umanità aumentata" possiamo inserire gli "occhiali" di Guglielmo da Baskerville¹⁶; ma è nell'ultimo secolo che la genetica, la robotica, la cibernetica, la chirurgia protesica, ecc. demoliscono l'Ida platonica di Umanità in favore di una sua ibridazione macchinomorfa e/o teriomorfa¹⁷.

6. Genetica, robotica, nanotecnologie: gli altri cardini del TH



I confini biologici dell'umano sono stati definitivamente infranti dalla genetica e dalla sua più spettacolare evoluzione: la biologia molecolare. Questa consente di conoscere il dettaglio della programmazione cellulare, gli acidi nucleici e ne consente la manipolazione, aprendo in teoria alla possibilità di costruire nuovi esseri: cloni, superuomini, chimere. Ma al di là di

15 Cf. G. Deleuze, *Annesso. Sulla morte dell'uomo e il superuomo*, in Foucault (1986), p. 119.

16 Il riferimento è al protagonista de *Il nome della rosa* di Umberto Eco che indossa un paio di primitive lenti. La questione di chi abbia inventato gli occhiali è controversa: si pensa ad Alhazen, filosofo arabo dell'XI secolo d.C. oppure al monaco oxoniense Roberto Grossatesta (1175-1273). Eco si riferisce a quest'ultimo, visto che il suo protagonista viene da Oxford. Qui cito gli occhiali come una delle prime versioni di "transumanesimo" grazie alla tecnologia.

17 Si veda a questo proposito il già citato Farisco (2011) e anche: R. Marchesini (2009). Quest'ultimo insiste un po' troppo con l'ibridazione uomo-cane, magari a causa della sua formazione culturale, o perché sarà molto affezionato al Fido di casa... anche qui vale il *caveat* di Canguilhem: il cane è un lupo che è stato dall'uomo selezionato e mutato affinché divenisse animale da guardia/da compagnia ottimale. Farne un traguardo della trasformazione ibridativa postumanista è, di nuovo, confondere modello con ideale.

queste fantascientifiche promesse, la biologia molecolare ha già ottenuto straordinari risultati nel campo della diagnostica, della farmaceutica, dei vaccini. I vaccini a mRNA usati nella pandemia da COVID-19 sono solo uno dei più spettacolari esempi di queste tecnologie applicate su vasta scala. E basterebbe riallineare gli obiettivi degli studi sulle cellule staminali e la clonazione dalla produzione di gemelli *frankenstein* alla realizzazione di tessuti cellulari di riserva per comprendere quali benefici possono venire alla medicina terapeutica da tali tecnologie. Inoltre, diventa realmente possibile invertire i processi di malattie come i disturbi cardiocircolatori, i tumori, alcune malattie metaboliche dovute a difetti genetici e non¹⁸. Tra i transumanisti che più hanno approfondito questo argomento vi è certamente Aubrey de Grey¹⁹, biogerontologo inglese, attualmente a capo del progetto SENS (*Strategies for Engineered Negligible Senescence*).

Le magnifiche e progressive sorti della robotica sono legate al successo dei programmi di IA di cui abbiamo discusso qualche riga più sopra. Ma la tecnologia che fa promesse più mirabolanti è quella della manipolazione di strutture a livello molecolare e atomico. In breve, si tratta di riuscire a costruire nanomacchine (della dimensione di una molecola proteica e anche meno) in grado di svolgere compiti mirati all'interno degli organismi viventi. Ad esempio, trasportare ossigeno come fa la proteina emoglobina dei globuli rossi, o demolire trombi nei vasi come fa l'attivatore tissutale del plasminogeno, o riparare tessuti lacerati, come fanno le cellule dei tessuti danneggiati, ma in tempi spettacolarmente più brevi. Sono cose che siamo abituati a vedere nei film di fantascienza, dove le ferite dell'eroe di turno si riparano in un *fiat*. La bibbia della nanotecnologia è stata la tesi di dottorato di Eric Drexler, pubblicata nel 1986. Da allora molto si è dibattuto sulla fattibilità di tale tecnologia e poco si è realizzato. Per dirla con le parole di Cornelia Palivan dell'Istituto svizzero di nanotecnologia di Basilea: «I cosiddetti “nanobot” sono fantascienza per il momento, qualcosa di affascinante, ma rimangono surreali». La stessa scienziata, nel validare alcuni risultati delle nanotecnologie nel campo dell'ingegneria farmaceutica, ci introduce al tema che tratterò brevemente qui di seguito: i problemi etici del TH. Infatti, intervistata nel 2021 sul tema dei costi di queste tecnologie, si è così espressa:

Chi può permettersi questi “farmaci del futuro”?

Effettivamente, i costi sono alti e non di certo alla portata di tutti, ma non vedo una soluzione a questo problema per il momento. Le aziende che sviluppano le

18 Cf. Kurzweil & Grossman (2004).

19 Cf. De Grey (2008).

tecnologie hanno interesse a mantenere i prezzi alti e a preservare i brevetti il più a lungo possibile per ragioni di profitto. Da questo punto di vista la questione non è ancora risolvibile.

Ciò significa che in futuro solo una parte della popolazione, quella più abbiente, potrà permettersi di curare il cancro, per esempio?

Sfortunatamente sì, se i costi delle terapie non diminuiscono.²⁰

7. Il transumanesimo, un'utopia per tutti? Spunti di riflessione etica



Uno dei primi, e più famosi, critici delle ricadute sociali e morali del transumanesimo è stato Francis Fukuyama (2002). Nel prologo della sua opera dedicata alle biotecnologie, richiama il romanzo di A. Huxley *Brave New World*, pubblicato nel 1932, nel quale effettivamente la manipolazione biogenetica creava diverse “classi” di umani:

The people in Brave New World may be healthy and happy, but they have ceased to be human beings. They no longer struggle, aspire, love, feel pain, make difficult moral choices, have families, or do any of the things that we traditionally associate with being human. (Fukuyama, 2002, p. 15)

Come si vede, è in questione il venir meno della “natura umana”, qualunque sia questa cosa. Ma quello che qui interessa è che nel pensiero di Fukuyama, come nel *caveat* di Cornelia Palivan, l’accesso alle tecnologie del GRIN (genetica, robotica, intelligenza artificiale e nanotecnologie) non è verosimile sia accessibile a *tutta l’umanità*. Questo crea una serie di conseguenze sul piano civile, sociale, politico e – ancor prima – economico, che porterebbe (lo stiamo già vedendo) al formarsi di una umanità di serie A, in via di transumanare, e a una popolazione, molto molto più vasta (oggi si stima più del 90% della popolazione mondiale) destinata a non avere accesso a queste utopiche risorse e condannata a restare “umana”, *paria dei cieli*²¹.

²⁰ Cf. https://www.swissinfo.ch/ita/economia/tecnologie-e-medicina_-le-nanotecnologie-sono-le-medicine-del-futuro-/46951124 (consultazione 02/05/2023).

²¹ Il riferimento è al titolo di uno dei romanzi di Isaac Asimov, facenti parte del “ciclo dei robot”. In *Abissi d’Acciaio* del 1953, Asimov immagina un futuro nel quale una élite di esseri umani ha colonizzato le stelle e, grazie appunto ai progressi della scienza, è pressoché immortale e non si ammala mai, mentre coloro che sono rimasti sulla Terra, afflitta da sovrappopolazione e carestia, sono, appunto, *paria dei cieli*, costretti a vivere in condizioni precarie, in una società simil-sovietica dove proprietà privata e libertà individuale sono conculcate. Tuttavia, i “terrestri” hanno conservato una loro “umanità” ed empatia che, invece, i semi-immortali delle stelle hanno quasi del tutto perso. Gli altri romanzi del ciclo, con gli stessi personaggi e la stessa ambientazione, sono: *Il sole nudo* (1957), *I robot dell’alba* (1983) e *I Robot e l’Impero* (1985).

Un documento del Comitato di Bioetica statunitense (President's Council on Bioethics, 2003) ha affrontato questo tema nel 2003: le conclusioni avvertono il rischio che si possa assistere alla nascita di una "aristocrazia biotecnologicamente migliorata". Il *biotech divide* che si creerebbe nella società sarebbe conseguenza della già presente e crescente disparità di disponibilità economiche (e conseguentemente culturali, sociali e politiche). Quindi, lo scenario dei ricchissimi *mat* di *Altered Carbon* che vivono in un sopramondo dorato, una esistenza pressoché immortale, sovrastando i proletari terreni destinati a riciclare eventualmente le loro pile corticali in "custodie" di fortuna, appare una distopia il cui rischio di verificarsi è reale.

I filosofi del TH considerano, invece, bio-conservatori o "bio-luddisti" coloro che si oppongono – con svariati argomenti – alle opportunità offerte dal GRIN, ad esempio

Nick Bostrom non si fa scrupoli nel prevedere una società futura nella quale "i membri dello strato privilegiato della società [...] miglioreranno probabilmente se stessi e la loro discendenza a un punto tale che la specie umana si dividerà [...] in due o più specie, che avranno poco in comune, eccetto una storia evolutiva condivisa. I geneticamente privilegiati saranno senza età, in buona salute, dei supergeni con una bellezza fisica senza difetti [...]. I non privilegiati resteranno al livello di oggi. La mobilità tra la classe inferiore e quella superiore potrebbe essere ridotta praticamente a zero". (Maestrutti, 2012, pp. 54-55)²²

Un'ultima notazione sull'etica del TH: è stato fatto osservare come questa filosofia possa essere considerata una forma di "gnosi", o più precisamente di "tecnognosi"²³. I fattori che consentono questa caratterizzazione sono fondamentalmente due: in primo luogo lo svilimento del "corpo", ridotto a "custodia", intercambiabile, da sostituire al più presto con un supporto meno deteriorabile e la correlativa supervalutazione della mente/anima, divina scintilla in quello imprigionata. In secondo luogo, l'accessibilità a questa forma di vita superiore riservata a degli eletti che la conseguono grazie al censo, all'applicazione di tecnologie speciali, a una conoscenza esoterica e via di seguito.

In conclusione, se Popper (1957) ha proclamato la "Misericordia dello storicismo", ci sentiamo di dichiarare una "Misericordia del transumanesimo" dovuta a:

²² Cf. anche Bostrom (2003).

²³ Cf. <https://www.enzopennetta.it/2016/04/gnosi/>; <https://medium.com/equacoin/gnosticismo-nellera-digitale-e-nell-industria-cinematografica-transumanesimo-e-post-umanesimo-802813036216>, <https://www.theguardian.com/technology/2017/apr/18/god-in-the-machine-my-strange-journey-into-transhumanism> (consultazione 10/03/2022). Cf. anche Pugh (2017).

- visione stolidamente ottimistica del progresso umano;
- disconoscimento del valore della corporeità e, correlativamente, degli aspetti emozionali dell'esperienza umana;
- candido riduzionismo della mente a “software”;
- ingenuo rovesciamento della selezione darwiniana in un ritorno all'uomo al centro dell'universo.

Per far fronte a questo trionfo scientismo è necessaria una cautela che non si trasformi nel pessimismo di Fukuyama e colga, invece, le opportunità della tecnologia in generale e dell'IA in particolare:

Robotics and AI can and will help us manage the increasing complexity of our societies, from megacities to industrial production. Yet, the risk remains that we may misuse or underuse robotics and AI. We should be worried about real human ignorance, not fanciful artificial superintelligence. Churchill once said that “we shape our buildings and afterwards our buildings shape us”. This applies to robotics and AI as well. We must design and use robotics and AI ethically and securely and do so now. Humans, not technology, are both problem and solution and shall remain so for any foreseeable future. (Yang *et al.*, 2018)

Per quanto ovvio e scontato possa sembrare, il tema è sempre lo stesso: non sono le innovazioni tecnologiche ad avere una loro intrinseca eticità, è l'uso che ne fa l'uomo a connotarle moralmente: è vero che Einstein perorò la causa di non proseguire la ricerca sull'atomica, ma il suo lavoro e quello di Enrico Fermi non erano *intrinsecamente* pericolosi. ChatGPT e gli altri artefatti di IA costituiscono un vantaggio e un pericolo per l'umanità, ma sono l'uomo e la sua costituzione etica a determinarne l'esito. Per questo motivo, piuttosto che cercare di trovare nella tecnologia le soluzioni ai dilemmi morali che questa pone, è imperativo tornare a considerare la formazione seria culturale, morale, sociale e politica delle *persone* umane, compito che una certa pedagogia rinunciataria ed economicista ha da tempo abbandonato in favore di un pernicioso *todos caballeros* funzionale ad una visione imprenditoriale del capitale umano.

Per parafrasare T.S. Eliot (1934), è necessario recuperare la saggezza che stiamo perdendo con le competenze...

Riferimenti bibliografici

BOSTROM, N. (2003). Human Genetic Enhancements: A Transhumanist Perspective. *The Journal of Value Inquiry*, 37(4), 493-506, <https://nickbostrom.com/ethics/genetic> (consultazione 31/07/2023).



- CANGUILHEM, G. (2002). *Modèles et analogies dans la découverte de la biologie*. In J. Vrin (édité par), *Etudes d'histoire et de philosophie de sciences concernant le vivant et la vie* (pp. 305-318). Paris: Librairie Philosophique J. Vrin.
- DE GREY, A. (2008). *Ending Aging: The Rejuvenation Breakthroughs That Could Reverse Human Aging in Our Lifetime*. New York: St. Martin Press.
- DELEUZE, G. (1986). *Foucault*. Napoli: Cronopio.
- DREXLER, E. (1986). *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*. New York: Bantam Doubleday Dell Publishing Group Inc.
- DREYFUS, H. (1972, trad. it. 1988). *What computers can't do. The limits of artificial intelligence*. New York: Harper & Row.
- ELIOT, T.S. (1934). *The Rock*. London: Faber & Faber.
- FARISCO, M. (2011). *Ancora uomo. Natura umana e postumanesimo*. Milano: Vita e Pensiero.
- FUKUYAMA, F. (2002). *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution*. London: Profile Books.
- GEHLEN, A. (2010; in tedesco: 1940). *L'Uomo. La sua natura e il suo posto nel mondo*. Sesto San Giovanni: Mimesis.
- HORGAN, J. (2001). *La mente inviolata*. Milano: Raffaello Cortina.
- HUXLEY, J. (1957). *New Bottles for New Wine*. London: Chatto & Windus, <http://www.estropico.com/id218.htm> (consultazione 02/05/2023).
- JACKSON, F. (1986). What Mary Didn't Know. *Journal of Philosophy*, 83, 291-295.
- KURZWEIL, R., & GROSSMAN, T. (2004). *Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever*. New York: Rodale.
- MAESTRUTTI, M. (2012). *Transumanisti e bioluddisti*. In: B. BONATO, & C. TONDO (a cura di), *Fabbricare l'uomo. Tecniche e politiche della vita* (pp. 29-59). Milano: Mimesis.
- MARCHESINI, R. (2009). *Il tramonto dell'uomo. La prospettiva post-umanista*. Bari: Dedalo.
- MC CULLOCH, W., & PITTS, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bullettin of Mathematical Biophysics*, 5, 115-133, <https://doi.org/10.1007/BF02478259> (consultazione 31/07/2023).
- MCGINN, C. (2000). *The Mysterious Flame: Conscious Minds in a Material World*. New York: Basic Books.
- MORE, M. (2013). The Philosophy of Transhumanism. In M. More, & N. Vita-More (eds.), *The Transhumanist Reader* (pp. 3-17). Malden MA: John Wiley.
- PLESSNER, H. (1976). L'uomo come essere biologico. In A. Babolin (a cura di), *Filosofi tedeschi d'oggi* (pp. 355-376). Bologna: Il Mulino.
- PLESSNER, H. (2006; in tedesco: 1928). *I gradi dell'organico e l'uomo: un'introduzione all'antropologia filosofica*, a cura di Vallori Rasini. Milano: Bollati Boringhieri.
- POPPER, K. (1957). *The Poverty of Historicism*. New York: Routledge.
- PRESIDENT'S COUNCIL ON BIOETHICS (2003). *Beyond Therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness*. New York: Dana Press, <https://biotech.law.lsu.edu/research/psc/reports/beyondtherapy/> (consultazione 02/05/2023).

- PUGH, J.C. (2017). The Disappearing Human: Gnostic Dreams in a Transhumanist World. *Religions*, 8(81), DOI:10.3390/rel8050081.
- SCHELER, M. (2000; in tedesco: 1927 su rivista, 1928 come libro). *La posizione dell'uomo nel cosmo* a cura di G. Cusinato. Milano: FrancoAngeli.
- SEARLE, J.R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417-57.
- SHANNON, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, July, October, pp. 379–423, 623-656.
- YANG, G-Z, BELLINGHAM, J., DUPONT, P.E., FISCHER, P., FLORIDI, L., FULL, R., JACOBSTEIN, N., KUMAR, V., MCNUTT, M., MERRIFIELD, R., NELSON, B.J., SCASSELLATI, B., TADDEO, M., TAYLOR, R., VELOSO, M., WANG, Z.L., & WOOD, R. (2018). The grand challenges of Science Robotics. *Science Robotics*, 3, <https://polypedal.berkeley.edu/wp-content/uploads/ear7650.full.pdf> (consultazione 15/04/2022).

Intelligenza artificiale e diritto: lo stato dell'arte



Luisa Broli

Il contributo esplora alcune delle più rilevanti questioni giuridiche relative ai sistemi di intelligenza artificiale (IA) e propone, nell'ambito dell'insegnamento dell'educazione civica, l'introduzione di percorsi didattici incentrati sull'alfabetizzazione in materia di IA. A fronte della rapidità caratterizzante la trasformazione digitale, l'ordinamento giuridico procede lentamente nel regolare i nuovi fenomeni tecnologici. La Costituzione italiana fornisce un orientamento al legislatore contemporaneo chiamato ad affrontare le sfide derivanti dal capitalismo digitale. Gli organi dell'Unione europea stanno elaborando norme di portata storica per la tutela dei propri valori fondanti e dei diritti fondamentali. Emblematico per fare luce sulla complessità legata all'IA il dibattito concernente la tutela della proprietà intellettuale nell'utilizzo di sistemi di intelligenza generativa (ad es. ChatGPT). L'alfabetizzazione, anche giuridica, in materia di IA, delineata nei suoi aspetti fondamentali, è considerata necessaria per consentire agli studenti di comprendere a fondo le potenzialità della rivoluzione digitale ed essere consapevoli dei relativi rischi.

PAROLE CHIAVE: Intelligenza Artificiale, diritto, Costituzione italiana, Unione europea, educazione civica

This paper explores some of the most relevant legal issues related to artificial intelligence (AI) systems and proposes, within the framework of civic education, the introduction of educational paths focused on AI literacy. Given the rapid pace characterizing digital transformation, the legal system is progressing slowly in regulating new technological phenomena. The Italian Constitution provides guidance to contemporary lawmakers tasked with addressing challenges arising from digital capitalism. The European Union institutions are developing historically significant norms to safeguard their core values and fundamental rights. The debate concerning the protection of intellectual property in the use of generative intelligence systems (e.g. ChatGPT) sheds light on the complexity linked to AI. AI Literacy, including legal literacy, is outlined in its fundamental aspects and it is considered necessary to enable students to deeply understand the potential of the digital revolution and to be aware of its associated risks.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, law, Italian Constitution, European Union, civic education

1. Evoluzione tecnologica e lentezza delle norme

La storia recente è contrassegnata dagli effetti dirompenti dell'innovazione tecnologica di ultima generazione: la trasformazione digitale indotta dai sistemi di Intelligenza Artificiale (IA) è oggetto di ampio dibattito (per es. Floridi, 2022; Russell & Norvig, 2022) soprattutto a causa delle implica-



zioni connesse alla raccolta e rielaborazione di dati che consentono a tali sistemi di interagire con l'ambiente (Aliprandi, 2023; Caso, 2020; Casonato, 2022; Floridi, 2022; Sartor, 2022).

Molteplici sono le opportunità derivanti dalle diverse applicazioni dell'IA: l'utilizzo dell'IA per produrre risultati socialmente benefici (AI4SG – IA per il bene sociale)¹ e per conseguire gli obiettivi dell'Agenda 2030 è oggetto di recenti studi che ne mettono in luce le potenzialità in specifiche aree tra le quali il contrasto al cambiamento climatico (Floridi, 2022; Sartor, 2022).

I rischi connessi all'IA non possono, tuttavia, essere sottovalutati: sia in ambito etico sia in ambito giuridico si evidenzia la necessità di porre limiti ai sistemi di intelligenza artificiale al fine di tutelare i diritti individuali e di salvaguardare i valori fondanti dell'Unione europea nonché i principi costituzionali alla base dell'ordinamento italiano (Casonato, 2022; Floridi, 2022, Frosini, 2022b; Sartor, 2022). Alcuni effetti negativi riconducibili alla grande trasformazione digitale sono stati evidenziati nel modello elaborato dalla filosofa Shoshana Zuboff (2019) ispirato da una visione distopica della società nella quale la libertà dei cittadini è fortemente limitata da nuove forme di capitalismo basate sul valore dei dati, sulla sorveglianza e sul controllo individuale. Possibili risvolti giuridici riconducibili alla teoria elaborata da Zuboff sono stati presi in esame sia da Caso (2020) – che evidenzia le minacce ai diritti della persona, nella sua dimensione individuale e collettiva, derivanti dalla mercificazione dei dati in una società contrassegnata dalla sorveglianza – sia da Bachelet (2023) che fa luce sullo scambio tra dati degli utenti e servizi digitali apparentemente gratuiti.

Tornando alle applicazioni dell'IA, i loro effetti sono molteplici e rilevanti sotto diversi profili giuridici: si pensi, ad esempio, alle questioni connesse alla responsabilità civile per danni causati dai sistemi di IA (Aliprandi, 2023; Chiappini, 2022) – come nel caso dell'auto a guida autonoma – o alla possibilità di ricorrere all'utilizzo di algoritmi basati sui precedenti giurisprudenziali al fine di prevedere l'esito di un giudizio in ambito civile, penale e amministrativo (Donati, 2020; Fasan 2022b; Giabardo, 2023; Sartor, 2022; Traversi, 2023).

Per queste ragioni la necessità di regolare, in tempi brevi, i sistemi di IA già largamente diffusi, rappresenta una vera e propria sfida per il decisore politico. Le norme giuridiche si riferiscono, infatti, a realtà consolidate e il legislatore si trova in difficoltà a disciplinare fenomeni sociali in rapida evoluzione come quelli derivanti dall'applicazione dei sistemi di IA. In alcuni

¹ Con l'espressione "IA per il bene sociale" (*Artificial Intelligence for Social Good – AI4SG*) si intende lo sviluppo di applicazioni basate sull'IA finalizzate alla soluzione di problemi sociali. Vedasi Floridi (2022).

casi si potrebbe persino verificare una sorta di anacronismo legislativo: la realtà corre veloce e le norme relative al progresso tecnologico rischiano di essere approvate tardivamente oppure di essere superate in tempi brevi (Aliprandi, 2023; Iaselli, 2021; Luciani, 2020; Zari, 2018).

Il problema della lentezza delle norme di fronte a specifiche trasformazioni tecnologiche è evidenziato da Iaselli (2021) che, osservando come la mancanza di un ambiente giuridico affidabile e sicuro possa, paradossalmente, anche ostacolare l'innovazione tecnologica, invoca un nuovo approccio finalizzato a consentire l'effettivo sviluppo di un mercato competitivo nel settore dell'IA.

Sulla base di queste premesse circa la lenta trasformazione del quadro normativo nel tempo, è necessario delimitare i confini del presente contributo. Saranno innanzitutto esaminati alcuni profili dei sistemi di IA rilevanti per la Costituzione italiana che, sin dalla sua entrata in vigore, è il punto di riferimento imprescindibile per il legislatore; successivamente saranno delineati i caratteri fondamentali del *Regolamento* europeo relativo all'IA, nella speranza che l'iter normativo possa concludersi in tempi ragionevoli. In terzo luogo saranno proposte alcune osservazioni concernenti il diritto d'autore che, disciplinato in Italia sin dal 1942, è oggetto di recenti interpretazioni alla luce del processo di innovazione tecnologica attualmente in atto. Infine saranno espresse alcune considerazioni sull'opportunità di proporre nella scuola, con una certa urgenza, percorsi di educazione civica focalizzati sull'alfabetizzazione in materia di IA.

2. IA e Costituzione italiana

I recenti sviluppi della trasformazione digitale, strettamente connessi alle molteplici applicazioni dei sistemi di IA, non erano certo prevedibili ai tempi dell'elaborazione della Costituzione italiana da parte dell'Assemblea Costituente. Alcuni studiosi rilevano, tuttavia, la necessità di interpretare queste dirompenti innovazioni tecnologiche alla luce dei valori costituzionali, al fine di garantire la piena tutela dei diritti dei cittadini (Casonato, 2019a, 2021b, 2022; Rinaldi, 2022; Simoncini, 2023). Una lettura costituzionalmente orientata della rivoluzione digitale non è solo ritenuta possibile, ma anche auspicabile: come è stato opportunamente sottolineato, «la capacità adattiva dei principi contenuti nella Carta ne permette una efficace applicazione anche nei confronti di tale innovativo settore» (Casonato 2019a, p. 711).

Sulla base delle osservazioni espresse dalla dottrina (Casonato, 2019a, 2019b, 2022; Fasan, 2022a; Rinaldi 2022; Simoncini, 2023) e senza la pre-



tesa di essere esaustivi, è necessario indagare il possibile impatto dell'IA sui principi fondamentali e sul catalogo dei diritti riconosciuti dalla Parte prima della Costituzione.

Prendendo le mosse dal principio democratico sancito dall'art.1, si rileva che i sistemi di IA possono influenzare il dibattito politico in occasione delle campagne elettorali. In particolare si sottolinea come la personalizzazione dei contenuti proposti agli utenti dei *social network*, basati sugli algoritmi di profilazione, rappresentino una minaccia per l'esercizio consapevole del diritto di voto, a causa di una possibile manipolazione degli elettori sovraesposti a contenuti ideologicamente orientati e della polarizzazione di posizioni antagoniste (Rinaldi, 2022; Sartor, 2022). Per queste ragioni, al fine anche di evitare situazioni analoghe a quelle occorse in occasioni delle elezioni presidenziali statunitensi del 2016², l'art.1 della Costituzione è invocato come argine all'abuso dei sistemi di IA in termini di propaganda e disinformazione politica (Casonato, 2019a).

Secondariamente è utile sottolineare i possibili rischi di discriminazione, in violazione dell'art. 3 della Costituzione, riconducibili ai sistemi avanzati di IA. Le tecniche di apprendimento automatico, infatti, si basano sull'acquisizione di grandi quantità di dati che consentono alle macchine di estrarre le informazioni necessarie per compiere azioni, effettuare raccomandazioni e prendere decisioni. All'interno della comunità scientifica si sta sviluppando un filone di pensiero che focalizza l'attenzione sui *bias*, pregiudizi umani che possono insinuarsi anche nei sistemi ad alta tecnologia: l'allenamento degli algoritmi, se non è attentamente monitorato, rischia di riprodurre i pregiudizi e crearne di nuovi, esacerbando le disuguaglianze di genere e quelle riconducibili all'etnia di appartenenza (Casonato, 2019a; Floridi, 2022; Meo, 2021; Sartor, 2022).

In terzo luogo occorre prendere in considerazione il principio lavorista sancito dagli articoli 1 e 4 della Costituzione. Per i prossimi anni si prevede, infatti, un notevole impatto economico dell'IA caratterizzato da una presunta riduzione del livello occupazionale e dalla necessaria trasformazione delle competenze richieste dal mercato del lavoro (Zhao, 2023). Alcuni costituzionalisti si interrogano, quindi, sul possibile ruolo dello Stato, chiamato a promuovere, in sinergia con gli enti territoriali e mediante nuove strategie, le condizioni per rendere effettivo il diritto al lavoro in un mondo fortemente contrassegnato dal ricorso a sistemi di IA (Casonato, 2019a; Covelli, 2023; Rinaldi, 2022). Come è stato giustamente osservato, è la stessa Costituzione (art. 35) a suggerire indicazioni finalizzate ad

² Ci si riferisce al caso del coinvolgimento di *Cambridge Analytica*, sul quale si veda Sartor (2022) e Frosini (2022a).

orientare il decisore politico perché, tenendo conto dell'impatto dell'IA sul mondo del lavoro, elabori nuove proposte a livello scolastico e universitario orientate a favorire la mobilità sociale e l'arricchimento personale nel corso dell'intera vita (Casonato, 2019a; Rinaldi, 2022).

Per quanto riguarda i diritti relativi alla libertà individuale, tutelati dalla Parte prima della Costituzione, si sottolineano i rischi derivanti dall'utilizzo di tecnologie basate sull'IA e incentrate su sistemi di profilazione, tracciamento e riconoscimento facciale. Tali sistemi presentano senza dubbio notevoli vantaggi per la prevenzione e la repressione dei reati, ma possono avere ripercussioni negative sulla libertà personale, la libertà di circolazione e la segretezza della corrispondenza (Rinaldi, 2022).

Il rischio per antonomasia derivante dall'IA, come segnalato da Casonato (2019a), riguarda la c.d. *privacy*: l'enorme quantità di informazioni raccolte dai sistemi tecnologici più avanzati costituisce un'intrusione senza precedenti nella vita privata di ogni persona (Frosini, 2022a, 2022b)³. I dati finalizzati alla profilazione, infatti, potrebbero essere utilizzati in altre occasioni per valutare l'affidabilità finanziaria, la possibilità di ottenere un posto di lavoro e persino la pericolosità sociale (Casonato, 2019a).

Di fronte alle sfide poste dall'IA si fa strada, dunque, la necessità di tutelare situazioni giuridiche non esplicitamente previste dalla Carta costituzionale. In proposito ci si interroga sulla possibilità di elaborare nuovi diritti fondamentali oppure cercare forme di protezione mediante processi interpretativi di diritti già riconosciuti dalla Costituzione⁴.

Qualunque sia l'approccio da adottare, si conviene sul fatto che merita un riconoscimento il diritto all'"esplicabilità": la possibilità di ottenere una spiegazione comprensibile circa i risultati prodotti dai sistemi di IA e le decisioni assunte dalle macchine (Casonato, 2019a; Rinaldi, 2022; Simoncini, 2023). Un altro diritto meritevole di tutela si riferisce alla distinguibilità dell'IA dall'essere umano: è la possibilità di conoscere la natura, umana o artificiale, del proprio interlocutore al fine di evitare fraintendimenti e tradire aspettative in occasione di dialoghi che avvengono mediante sistemi tecnologici avanzati (Rinaldi, 2022; Simoncini, 2023). Il principio di comprensibilità, al quale dovrebbero attenersi i sistemi di IA, si colloca

³ Il Garante per la protezione dei dati personali (2023) aveva imposto a Open AI la sospensione temporanea dell'utilizzo di ChatGPT in Italia, a causa della raccolta illecita di dati personali e dell'assenza di sistemi per la verifica dell'età dei minori. Il servizio è tornato disponibile dopo un mese circa: Open AI ha, infatti, fornito al Garante tutte le risposte attese, ottemperando agli obblighi imposti.

⁴ Per una sintesi del dibattito connesso alla possibilità di considerare tra i diritti inviolabili anche situazioni non espressamente previste nella Costituzione vedasi Rinaldi (2022).

nell'alveo del diritto a una "tecnologia ragionevole" che dovrebbe caratterizzare un "nuovo personalismo" (Simoncini, 2023, p. 39) nel quale alla persona e alle sue relazioni è riconosciuto un ruolo centrale – come sancito nell'ordinamento giuridico italiano ed europeo – anche durante la trasformazione digitale ad alta innovazione.



3. Il quadro normativo dell'Unione europea relativo all'IA

L'approvazione da parte del Parlamento europeo e del Consiglio (2023a), del *Regolamento che stabilisce regole armonizzate sull'intelligenza artificiale*, avvenuta il 14 giugno 2023, costituisce una tappa fondamentale in vista dell'adozione di una normativa comune per i Paesi dell'Unione europea (Parlamento europeo, 2023b). Al momento dell'elaborazione del presente contributo non è possibile prevedere i tempi della conclusione dell'*iter* normativo né, tanto meno, quelli della sua entrata in vigore, ma occorre sottolineare sin da ora la portata storica dell'approvazione di un testo organico e sistematico relativo all'IA che potrebbe diventare un punto di riferimento importante anche per altri ordinamenti giuridici, oltre i confini europei (Borgobello, 2023; Foti, 2023).

La scelta di adottare un regolamento europeo è decisamente rilevante per i suoi effetti giuridici. Tale fonte normativa, come noto, dopo la sua entrata in vigore è immediatamente vincolante sia per gli Stati membri sia per i cittadini dell'Unione e non necessita di ulteriore recepimento, come accade nel caso delle direttive.

Prendendo ora in esame, in estrema sintesi, i principali contenuti del *Regolamento* in materia di IA, si segnala innanzitutto la definizione di sistema di IA: «un sistema automatizzato progettato per operare con livelli di autonomia variabili e che, per obiettivi espliciti o impliciti, può generare output quali previsioni, raccomandazioni o decisioni che influenzano gli ambienti fisici o virtuali» (art. 3.1, emendamento n. 165). Il problema definitorio dell'IA evidenziato, tra gli altri, da Zari (2018), è solo apparentemente risolto. Permangono, infatti, alcune questioni da dirimere: nel testo del *Regolamento* sono contenute quarantaquattro definizioni riferite all'IA in senso lato e permangono alcune ambiguità da sciogliere (Da Empoli & Iaia, 2023).

Il *Regolamento* prevede tre livelli di rischio⁵ – associati all'impatto dei diversi sistemi di intelligenza artificiale sulla vita delle persone e sui loro

⁵ Per quanto riguarda l'approccio basato sul rischio nelle normative UE sul digitale, vedasi De Gregorio, Dunn, & Pollicino (2022).

diritti fondamentali – ai quali corrispondono diversi tipi di obblighi rivolti ai fornitori e agli utenti destinatari delle norme.

La prima categoria di sistemi di IA comprende quelli a *rischio inaccettabile*, che sono vietati poiché costituiscono una minaccia per le persone. Questi comprendono:

- manipolazione comportamentale cognitiva di persone o gruppi vulnerabili specifici;
- classificazione sociale delle persone, in base al comportamento, al livello socio-economico o alle loro caratteristiche personali;
- sistemi di identificazione biometrica in tempo reale e a distanza, come il riconoscimento facciale (sistemi di identificazione *ex post* saranno consentiti per perseguire reati gravi e solo previa autorizzazione del tribunale).

I sistemi di IA ad *alto rischio* costituiscono la seconda categoria: essi influiscono negativamente sulla sicurezza o sui diritti fondamentali, saranno valutati prima di essere messi sul mercato e durante tutto il loro ciclo di vita. Essi sono suddivisi in due categorie:

- 1) I sistemi di IA utilizzati in prodotti soggetti alla direttiva dell'UE sulla sicurezza generale dei prodotti. Questi includono giocattoli, aviazione, automobili, dispositivi medici e ascensori.
- 2) I sistemi di intelligenza artificiale che rientrano nelle seguenti otto aree specifiche e che dovranno essere registrati in un *database* dell'UE:
 - identificazione e categorizzazione biometrica di persone naturali;
 - gestione e funzionamento di infrastrutture critiche;
 - istruzione e formazione professionale;
 - occupazione, gestione dei lavoratori e accesso all'autoimpiego;
 - accesso e fruizione di servizi privati essenziali e servizi pubblici e vantaggi;
 - forze dell'ordine;
 - gestione delle migrazioni, asilo e controllo delle frontiere;
 - assistenza nell'interpretazione e applicazione legale della legge.

Per i sistemi di IA generativa, come ChatGPT, sono previsti specifici requisiti di trasparenza: essi dovranno rivelare che il contenuto è stato generato da un'IA, progettare il modello in modo da impedire la generazio-

ne di contenuti illegali e pubblicare riepiloghi dei dati con diritti d'autore utilizzati per l'addestramento.

La terza e ultima categoria si riferisce ai sistemi di IA a *rischio limitato* i quali dovranno rispettare requisiti minimi di trasparenza che consentiranno agli utenti di prendere decisioni informate. Dopo aver iniziato a interagire con le applicazioni, l'utente potrà decidere se continuare a utilizzarle⁶.



4. Sistemi di IA generativi e tutela della proprietà intellettuale

Interessanti questioni giuridiche riguardano i sistemi di IA generativi, cioè quei sistemi, come ChatGPT, Dall-E e Bard, capaci di creare – con un certo grado di autonomia e sulla base di *input* forniti dagli esseri umani – opere dell'ingegno di varia natura quali testi, immagini e *software* (Aliprandi, 2023; Furiosi & Pezza, 2023; Sag, 2020).

Il primo interrogativo riguarda, dunque, l'attribuzione dell'opera creativa generata: ci si chiede, infatti, se questa sia frutto della creatività espressa dalla persona umana che ha inserito l'*input* o se l'opera sia da attribuire al sistema di IA (Aliprandi, 2023). Il diritto d'autore, concepito in un'epoca che non conosceva l'IA, è tradizionalmente considerato antropocentrico: l'essere umano è il titolare del diritto stesso (Caso, 2021). A fronte della rapida evoluzione riguardante i servizi di IA generativa emerge, tuttavia, l'esigenza di nuove regole finalizzate a disciplinare la "creatività artificiale" nonché del superamento del paradigma strettamente antropocentrico riferito al diritto d'autore (Aliprandi, 2023). Attualmente, circa la questione ora prospettata, si registra il silenzio da parte del *Regolamento* UE (Parlamento europeo, 2023a).

Il secondo interrogativo riguarda la legittimità del fenomeno del c.d. *scraping*, cioè la tecnica informatica di estrazione dei dati da un sito *web*, per mezzo di programmi di *software*, utilizzata dai sistemi di IA per generare testi e immagini (Aliprandi, 2023). Come rileva Sag (2020), diversi sono gli approcci normativi: negli Stati Uniti l'utilizzo, da parte di tali sistemi, di opere protette dal diritto d'autore è consentita per alcune finalità (ad es. insegnamento e informazione) ma è già oggetto di controversie legali negli stessi Stati Uniti e nel Regno Unito. Nell'Unione europea la normativa è più restrittiva; alcune eccezioni al diritto d'autore sono tuttavia previste dalla Direttiva europea 2019/790 per l'estrazione di testi e dati a favore degli enti di ricerca (Parlamento europeo e Consiglio, 2019).

⁶ In attesa che gli studiosi forniscano un'approfondita analisi della nuova normativa, per i primi commenti si vedano: Borgobello (2023); Da Empoli & Iaia (2023); Foti (2023).

Come osservato in precedenza, i sistemi di IA generativa sono considerati ad alto rischio dal *Regolamento* UE approvato nel giugno del 2023; i fornitori di tali modelli sono pertanto soggetti all'obbligo di trasparenza e devono garantire il rispetto dei diritti di proprietà intellettuale mediante una dichiarazione preventiva relativa all'utilizzo di dati di addestramento protetti dalla legge sul diritto d'autore (Furiosi & Pezza, 2023).

In attesa di un consolidamento interpretativo da parte della giurisprudenza circa la tutela della proprietà intellettuale riferita ai sistemi di IA, si segnala che, secondo la Corte di Cassazione⁷, ai fini dell'attribuzione della tutela autoriale è importante prendere in considerazione la "misurazione" dell'apporto creativo umano nel processo generativo di un'opera digitale (Antuoni, 2023; Nunziata, 2023).

5. L'alfabetizzazione in materia di IA: una proposta per l'educazione civica



Dopo aver delineato alcune tra le più rilevanti questioni giuridiche relative ai sistemi di IA, è opportuno prendere in considerazione il possibile ruolo della scuola nel favorire l'acquisizione, da parte degli studenti, di significative competenze in questo nuovo campo del sapere. È importante riflettere, infatti, sulle modalità con le quali gli studenti possono imparare a interfacciarsi correttamente con i dati e gli algoritmi presenti nel sistema sociale. Alcuni studiosi (Panciroli & Rivoltella, 2023) propongono un'educazione all'IA: di fronte all'invisibilità degli algoritmi si rende necessaria la discussione critica degli stessi per mettere alla prova l'affidabilità e l'esplicabilità dei dati.

In proposito è proficuo fare riferimento al concetto di alfabetizzazione in materia di IA (*AI literacy*), oggetto di alcuni studi elaborati in ambito pedagogico (Cuomo, Biagini, & Ranieri, 2022) nel solco delle ricerche incentrate sulla *multiliteracy* (Cope & Kalantzis, 2013). Tale costrutto ha trovato una sua precisa collocazione normativa nella proposta di *Regolamento* approvata dal Parlamento dell'Unione europea (2023a). L'art. 4, (come modificato dall'emendamento 28) fornisce, infatti, la seguente definizione:

L'alfabetizzazione in materia di IA si riferisce alle competenze, alle conoscenze e alla comprensione che consentono ai fornitori, agli utenti e alle persone interessate, tenendo conto dei loro rispettivi diritti e obblighi nel contesto del presente regolamento, di procedere a una diffusione informata dei sistemi di IA, nonché di

⁷ Cass. civ., Sez. I, Ord., (data ud. 09/01/2023) 16/01/2023, n. 1107.

acquisire consapevolezza in merito alle opportunità e ai rischi dell'IA e ai possibili danni che essa può causare, promuovendone in tal modo il controllo democratico.⁸

Sulla base delle indicazioni fornite dall'Unione europea in merito alla necessità di promuovere l'alfabetizzazione in materia di IA nei percorsi formativi degli Stati membri, è utile interrogarsi sulla possibile rilevanza, per la preparazione degli studenti al mondo del lavoro e agli studi universitari, dei profili giuridici dei sistemi di IA. Essi potrebbero trovare uno spazio adeguato nell'insegnamento delle Scienze giuridiche ed economiche, discipline previste nei *curricula* di alcuni Istituti tecnici e del Liceo delle scienze umane. Al fine di conseguire questo risultato sarebbe auspicabile che il Ministero dell'Istruzione e del Merito procedesse in tempi rapidi a una revisione delle Indicazioni nazionali attualmente in vigore, tenendo conto delle straordinarie innovazioni tecnologiche determinate dai sistemi di IA e includendo le stesse nei nuclei fondamentali delle Scienze giuridiche ed economiche.

La soluzione ora prospettata, tuttavia, escluderebbe dall'alfabetizzazione in materia di IA tutti gli studenti del primo ciclo di istruzione e larga parte di quelli che frequentano il secondo ciclo. A ciò si aggiunga che, nei confronti dell'IA, è consigliabile adottare un approccio didattico multidisciplinare (Panciroli & Rivoltella, 2023) che non dovrebbe limitarsi né alle discipline informatiche, strettamente legate all'analisi dei dati e alla progettazione di sistemi di apprendimento automatico, né a quelle giuridiche.

Per queste ragioni e per far fronte all'urgenza di prevedere percorsi qualificati di alfabetizzazione in materia di IA, gli istituti scolastici del primo e del secondo ciclo potrebbero introdurre, nell'ambito dell'insegnamento dell'Educazione civica previsto dalla Legge 92/2019, percorsi di promozione della cittadinanza digitale incentrati sulla sperimentazione dei sistemi di AI e, soprattutto, sulla consapevolezza circa le opportunità e i rischi derivanti dagli stessi.

Il processo di innovazione didattica riconducibile alla necessità di prevedere una alfabetizzazione, anche giuridica, in materia di IA implica, tuttavia, una seria e qualificata formazione dei docenti finalizzata ad agevolare l'acquisizione, da parte degli studenti, di competenze di cittadinanza attiva indispensabili per affrontare con efficacia la profonda trasformazione digitale che ha già pervaso le nostre vite. Più in generale, è auspicabile che la formazione relativa all'IA possa iniziare a scuola e proseguire per

⁸ Utili suggerimenti didattici per l'elaborazione di percorsi incentrati sull'alfabetizzazione in materia di IA sono contenuti nel DigComp 2.2. *Il Quadro delle Competenze Digitali per i Cittadini*. Vedasi Vuorikari, Kluzer, & Punie, (2022).

l'intera vita consentendo ai cittadini europei di affrontare con consapevolezza le nuove sfide connesse alla rivoluzione tecnologica in atto.

6. Conclusioni

La velocità della trasformazione digitale comporta la necessità di una continua evoluzione dell'ordinamento giuridico a livello italiano e sovranazionale. Se il diritto pare essere "in affanno", è pur vero che la dottrina e la giurisprudenza da tempo si sono dimostrate sensibili alle sfide derivanti dall'utilizzo dei sistemi di IA.

Il legislatore europeo sta procedendo con convinzione verso l'adozione di una normativa comune agli Stati membri: tale quadro normativo diventerà un punto di riferimento importante ben oltre i confini dell'Unione.

In questo contesto la scuola non può restare indietro: l'educazione civica fornisce la cornice adatta per l'alfabetizzazione, anche giuridica, in materia di IA. La realizzazione di ambienti di apprendimento innovativi, possibile anche grazie alle risorse derivanti dal PNRR, richiede la sperimentazione di strategie didattiche finalizzate all'acquisizione, da parte degli studenti, di competenze necessarie a modellare il futuro.

Riferimenti bibliografici

- ALIPRANDI, S. (2023). *L'autore artificiale: Proprietà intellettuale nell'era dell'AI*. Milano: Ledizioni.
- ANTUONI, R. (2023). Diritto d'autore e intelligenza artificiale. Nota a Cass., Sez. I civ., Ordinanza n. 1107 del 16 gennaio, *Filodiritto*, <https://www.filodiritto.com/diritto-dautore-e-intelligenza-artificiale> (consultazione 20/08/2023).
- BACHELET, V. (2023). *Il consenso oltre il consenso: Dati personali, contratto, mercato*. Pisa: Pacini giuridica.
- BORGOBELLO, M. (2023). L'AI Act approvato dal Parlamento UE: luci e ombre di un Regolamento di portata storica, *Agenda digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/lai-act-approvato-dal-parlamento-ue-luci-e-ombre-di-un-regolamento-di-portata-storica> (consultazione 20/08/2023).
- CASO, R. (2020). *La società della mercificazione e della sorveglianza: dalla persona ai dati. Casi e problemi di diritto civile*. Milano: Ledizioni.
- CASONATO, C. (2019a). Costituzione e intelligenza artificiale: un'agenda per il prossimo futuro. *BioLaw Journal-Rivista di BioDiritto*, (2S), 711-725, <https://teseo.unitn.it/biolaw/article/view/1403/1407> (consultazione 20/08/2023).

- CASONATO, C. (2019b). Intelligenza artificiale e diritto costituzionale: prime considerazioni. *Diritto pubblico comparato ed europeo*, 21(Speciale), 101-130, <https://www.rivisteweb.it/doi/10.17394/93043>.
- CASONATO, C. (2022). L'intelligenza artificiale e il diritto pubblico comparato ed europeo. *DPCE Online*, 51(1), <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/article/view/1566/1548> (consultazione 20/08/2023).
- CHIAPPINI, D. (2022). Intelligenza Artificiale e responsabilità civile: nuovi orizzonti di regolamentazione alla luce dell'Artificial Intelligence Act dell'Unione europea. *Rivista italiana di informatica e diritto*, 4(2), 95-108, <https://www.rivistaitalianadiinformatica.ediritto.it/index.php/RIID/article/view/121/101> (consultazione 20/08/2023).
- COPE, B., & KALANTZIS, M. (2013). "Multiliteracies": New literacies, new learning. In M.R. Hawkins (ed.), *Framing languages and literacies: Socially Situated Views and Perspectives* (pp. 105-135). New York, NY: Routledge, <https://newlearningonline.com/files/2009/03/M-litsPaper13Apr08.pdf> (consultazione 20/08/2023).
- COVELLI, R. (2023). Lavoro e intelligenza artificiale: dai principi di trasparenza algoritmica al diritto alla conoscibilità. *Labour & Law Issues*, 9(1), 1-76, <https://labourlaw.unibo.it/article/view/17330/16206> (consultazione 20/08/2023).
- CUOMO, S., BIAGINI, G., & RANIERI, M. (2022). Artificial Intelligence Literacy, che cos'è e come promuoverla. Dall'analisi della letteratura ad una proposta di Framework. *Media Education*, 13(2), 161-172, <https://oaj.fupress.net/index.php/med/article/view/13374/11398> (consultazione 20/08/2023).
- DA EMPOLI, S., & IAIA, V. (2023). Artificial Intelligence (AI) Act: a che punto siamo e i principali nodi da sciogliere. *Agenda digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/artificial-intelligence-act-a-che-punto-siamo-e-i-principali-nodi-da-sciogliere/> (consultazione 20/08/2023).
- DE GREGORIO, G., DUNN, P., & POLLICINO, O. (2022). Approccio basato sul rischio: come è applicato nelle normative UE sul digitale. *Agenda digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/approccio-basato-sul-rischio-come-e-applicato-nelle-normative-ue-sul-digitale/> (consultazione 20/08/2023).
- DONATI, F. (2020). Intelligenza artificiale e giustizia. *Rivista AIC*, 1, https://www.rivistaaic.it/images/rivista/pdf/1_2020_Donati.pdf (consultazione 20/08/2023).
- FASAN, M. (2022a). I principi costituzionali nella disciplina dell'Intelligenza Artificiale. Nuove prospettive interpretative. *DPCE Online*, 51(1), <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/article/view/1567/1549> (consultazione 20/08/2023).
- FASAN, M. (2022b). L'intelligenza artificiale nel settore della giustizia: prime riflessioni alla luce della proposta di Regolamento (UE) in materia di AI. *Queste istituzioni*, 2022(4), 190-211, https://questeistituzioni.it/wp-content/uploads/2023/01/qi42022_189fasan.pdf (consultazione 20/08/2023).
- FLORIDI, L. (2022). *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*. Traduzione di M. Durante. Milano: Raffaello Cortina.

- FOTI, M. (2023). AI Act: con il voto del Parlamento l'UE traccia il futuro dell'Intelligenza Artificiale. *Altalex*, <https://www.altalex.com/documents/news/2023/06/23/ai-act-ue-traccia-futuro-intelligenza-artificiale> (consultazione 20/08/2023).
- FROSINI, T.E. (2022a). La privacy nell'era dell'intelligenza artificiale. *DPCE Online*, 51(1), <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/article/view/1572/1554> (consultazione 20/08/2023).
- FROSINI, T.E. (2022b). L'orizzonte giuridico dell'intelligenza artificiale. *BioLaw Journal-Rivista di BioDiritto*, 1, 155-164, <https://teseo.unitn.it/biolaw/article/view/2244/2223> (consultazione 20/08/2023).
- FURIOSI, P., & PEZZA, F. (2023). AI Act, al via il primo regolamento al mondo sull'intelligenza artificiale – Implicazioni in materia di copyright. *ilSole24ore* (22 maggio 2023), <https://ntplusdiritto.ilssole24ore.com/art/ai-act-obbligo-indicare-contenuti-protetti-copyright-utilizzati-addestrare-modello-intelligenza-generativa-AEqzlcWD> (consultazione 20/08/2023).
- GARANTE NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI (2023). Provvedimento del 30 marzo 2023 [9870832], <https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/9870832> (consultazione 20/08/2023).
- GIABARDO, C.V. (2023). Ancora su “il giudice e l'algoritmo”. Riflessioni critiche su intelligenza artificiale e giustizia predittiva (occasionate da un contributo di Michele Taruffo). *Revista Ítalo-española de Derecho procesal*, 1-19.
- IASELLI, M. (2021). AI, il paradosso della legge come ostacolo o supporto: perché serve un nuovo approccio. *Agenda Digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/ai-il-paradosso-della-legge-come-ostacolo-o-supporto-ecco-perche-serve-un-nuovo-approccio/> (consultazione 20/08/2023).
- LUCIANI, M. (2020). L'impatto della IA sul diritto e sui diritti. *BioLaw Journal-Rivista di Biodiritto*, 1, 489, <https://teseo.unitn.it/biolaw/issue/view/127/123> (consultazione 20/08/2023).
- MEO, M. (2021). Algoritmi e discriminazioni. L'intelligenza artificiale discrimina, eccome. Ecco perché e come rimediare. *Agenda Digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/lintelligenza-artificiale-discrimina-eccome-ecco-perche-e-come-rimediare/> (consultazione 20/08/2023).
- NUNZIATA, P. (2023). Intelligenza artificiale e diritto d'autore: prime indicazioni giurisprudenziali. *ilSole24ore* (3 marzo 2023), <https://ntplusdiritto.ilssole24ore.com/art/intelligenza-artificiale-e-diritto-d-autore-prime-indicazioni-giurisprudenziali-AEXSs7wC> (consultazione 20/08/2023).
- PANCIROLI, C., & RIVOLTELLA, P.C. (2023). *Pedagogia algoritmica. Per una riflessione educativa sull'Intelligenza Artificiale*. Brescia: Scholé.
- PARLAMENTO EUROPEO (2023a). *Emendamenti approvati il 14 giugno 2023, alla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che stabilisce regole armonizzate sull'intelligenza artificiale (legge sull'intelligenza artificiale) e modifica alcuni atti legislativi dell'U-*

- nione (COM(2021)0206 – C9-0146/2021 – 2021/0106(COD), https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0236_IT.html (consultazione 20/08/2023).
- PARLAMENTO EUROPEO (2023b). *Normativa sull'IA: la prima regolamentazione sull'intelligenza artificiale*, <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20230601STO93804/normativa-sull-ia-la-prima-regolamentazione-sull-intelligenza-artificiale> (consultazione 20/08/2023).
- PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO (2019). *Direttiva UE 2019/790 del 17 aprile 2019 sul diritto d'autore e sui diritti connessi nel mercato unico digitale e che modifica le direttive 96/9/CE e 2001/29/CE*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0790&from=RO> (consultazione 20/08/2023).
- RINALDI, L. (2022). Intelligenza artificiale, diritti e doveri nella Costituzione italiana. *DPCE Online*, 51(1), <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/article/view/1568/1550> (consultazione 20/08/2023).
- RUSSEL, S., & NORVIG, P. (2022). *Intelligenza artificiale: Un approccio moderno* (4th ed.) (Vols 1-2) A cura di F. Amigoni, traduzione di S. Gaburri. Milano-Torino: Pearson.
- SAG, M. (2020). Copyright Law's Impact on Machine Intelligence in the United States and the European Union, *14 FIU Law Review*, <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/fiulawr14&div=21&id=&page=> (consultazione 20/08/2023).
- SARTOR, G. (2022). *L'intelligenza artificiale e il diritto*. Torino: Giappichelli.
- SIMONCINI, A. (2023). Il linguaggio dell'intelligenza artificiale e la tutela costituzionale dei diritti. *Rivista AIC*, 1-38, <https://teseo.unitn.it/biolaw/article/view/1353/1355> (consultazione 20/08/2023).
- TRAVERSI, A. (2023). Giustizia predittiva: quale futuro?. *Altalex*, <https://www.altalex.com/documents/news/2023/03/15/giustizia-predittiva-quale-futuro> (consultazione 20/08/2023).
- VUORIKARI, R., KLUZER, S., & PUNIE, Y. (2022). *DigComp 2.2: Il Quadro delle Competenze Digitali per i Cittadini*. Traduzione coordinata dal Dipartimento per la trasformazione digitale della Presidenza del Consiglio dei ministri e il co-coordinamento di Troia, S., & Kluz, S, https://www.ditals.com/wp-content/uploads/2023/04/DigComp-2_2-Italiano-marzo-2023.pdf (consultazione 20/08/2023).
- ZARI, P.F. (2018). Intelligenza artificiale ed entropia legislativa. *Cyberlaws*, <https://www.cyberlaws.it/2018/intelligenza-artificiale-ed-entropia-legislativa/> (consultazione 20/08/2023).
- ZHAO, B. (2023). Analysis on the Negative Impact of AI Development on Employment and Its Countermeasures. In *SHS Web of Conferences*, 154, 03022, EDP Sciences, https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/03/shsconf_pesd2023_03022.pdf (consultazione 20/08/2023).
- ZUBOFF, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. New York: Public Affairs (traduzione italiana di P. Bassotti, *Il capitalismo della sorveglianza: Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*. Roma: Luiss University Press, 2019).

Status quaestionis sugli strumenti di IA per l'apprendimento e la didattica

Riccardo Larini

Il presente contributo si apre con una breve panoramica dei problemi sorti in campo educativo per la comparsa di nuovi e potenti sistemi di IA, a cui segue l'enunciazione di alcune premesse necessarie a evitare fraintendimenti sull'applicazione dell'intelligenza artificiale al mondo dell'educazione (AIED). Dopo aver ripercorso il cammino storico che ha condotto all'applicazione dell'IA all'educazione, dalla "macchina insegnante" di Pressey all'istruzione assistita da computer (CAI), vengono illustrate le applicazioni AIED che hanno ricevuto riscontri positivi dagli studi compiuti fino ad ora, assieme a quelle in fase di sviluppo che risultano più promettenti per l'avvenire. In conclusione si evidenziano alcune priorità per far sì che l'AIED diventi uno strumento governabile e governato, utile alla democratizzazione e alla crescita dell'apprendimento e della didattica.

PAROLE CHIAVE: intelligenza artificiale, educazione, apprendimento, applicazioni AIED

This contribution begins with a brief overview of the problems that have arisen in the educational field due to the emergence of new and powerful AI systems. This is followed by the statement of some necessary premises to avoid misunderstandings about the application of artificial intelligence to the world of education (AIED). After retracing the historical path that led to the application of AI to education, from Pressey's "teaching machine" to computer-assisted instruction (CAI), the AIED applications that have received positive feedback from studies conducted so far are illustrated, along with those in development that appear most promising for the future. In the concluding part, some priorities are highlighted to ensure that AIED becomes a manageable and governed tool, useful for the democratisation and growth of learning and teaching.

KEYWORDS: artificial intelligence, education, learning, AIED applications

1. Introduzione

Il 3 novembre del 2022, con il lancio ufficiale su scala globale di ChatGPT, ha avuto inizio una serie notevole di sperimentazioni e dibattiti sul tema delle applicazioni dell'IA all'apprendimento umano e non solo. Il mondo della scuola è stato uno di quelli che si sono sentiti maggiormente messi in discussione dagli sviluppi dei modelli di linguaggio di grandi dimensioni (tra cui la serie degli sviluppi di GPT, fino all'odierno GPT-4).

Tra i primi interrogativi ampiamente condivisi ovunque tra docenti e pedagogisti, vi è stata la preoccupazione riguardo alle nuove possibilità offerte

agli studenti di ricorrere all'IA per eseguire lavori di elaborazione e sintesi senza più bisogno di compiere in prima persona sforzi critici e creativi, ma semplicemente imparando a rivolgere domande ai nuovi, potentissimi motori di IA. Oltre a questo, ha iniziato a diffondersi un vero e proprio panico di fronte alla possibile messa in crisi del tradizionale strumento pedagogico dei compiti a casa.

In realtà, come ha ben spiegato Luciano Floridi, la vera questione è la *ri-ontologizzazione del mondo* (2012, 2022) indotta da ogni grande rivoluzione tecnologica, cioè la capacità di alcune grandi invenzioni (che non sono mai neutrali, al contrario di quanto si vorrebbe credere o far credere) di indurre profonde trasformazioni della società o di alcuni suoi ambiti, facendo sì che da semplici strumenti al servizio di principi e prassi tradizionali, le nuove tecnologie costringano il mondo a riorganizzarsi attorno ad esse e alle loro esigenze. In questo senso, gli sviluppi delle tecnologie di IA stanno causando e causeranno una profonda riorganizzazione e ridefinizione di molti mondi, *in primis* quello dell'educazione.

La forza d'urto dell'IA sul mondo dell'apprendimento e della didattica è tale da aver generato da oltre due decenni un vero e proprio nuovo campo disciplinare definito dall'acronimo AIED, dall'inglese "Artificial Intelligence in EDucation". Nel 1997 è stata creata la International Artificial Intelligence in Education Society (IAIED), che ha assunto la responsabilità scientifica e redazionale dell'*International Journal of Artificial Intelligence in Education*¹, il cui primo numero aveva già visto la luce nel 1989.

Oltre all'interessantissima serie di articoli che da allora continuano a comparire su tale rivista scientifica e in altre analoghe (ad es. *Computers and Education: Artificial Intelligence*²), negli ultimi vent'anni sono stati dedicati all'AIED dapprima una serie di articoli pionieristici ricognitivi (tra cui McArthur *et al.*, 2005; Roll & Wylie, 2016; Moreno-Guerrero *et al.*, 2020; Holmes & Tuomi, 2022), e negli ultimi anni delle vere e proprie monografie, tra cui spiccano quelle dei ricercatori del Center for Curriculum Redesign di Harvard (Holmes *et al.*, 2019) e quella di David Kent (2022). Di recente, infine, équipe di ricercatori della università coreana di Gachon (Paek & Kim, 2021) e loro omologhe delle università di Hong Kong e Shenzhen (Chiu *et al.*, 2023) hanno cercato di offrire una panoramica globale della letteratura in materia, utilizzando la stessa IA per analizzare gli studi editi ovunque nel mondo.

In italiano, purtroppo, non è disponibile nessuna delle opere appena citate. Fino a tempi molto recenti, dal punto di vista delle monografie vi era

1 Cf. <https://iaied.org/journal> (consultazione 26/09/2023).

2 Cf. <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education-artificial-intelligence> (consultazione 26/09/2023).

un opuscolo sostanzialmente informativo di due ricercatori africani (Hashakimana & Habyarimana, 2021), il breve testo di un dottorando messicano (Beltrán Sánchez, 2022) e un prontuario di possibili applicazioni concrete dell'IA all'istruzione (De Medio, 2022), che però non affrontavano in radice le problematiche pedagogiche e scientifiche soggiacenti all'AIED. Tale lacuna è stata solo parzialmente colmata dalla rassegna di Lorenzo Cesaretti (2021) e in particolare dalla monografia di Chiara Panciroli e Pier Cesare Rivoltella (2023), che ha il merito di portare all'attenzione dei lettori italiani le tematiche di fondo dell'AIED.

In ambito europeo, spiccano le attività pionieristiche dell'Istituto per l'Educazione dello University College London, che oltre a promuovere da oltre due decenni ricerca e formazione nell'ambito dell'innovazione didattica resa possibile dalle nuove tecnologie, da alcuni anni spinge per far sì che si colleghino i tre vertici del *triangolo d'oro* (Cukurova *et al.*, 2019) costituito da sviluppatori di soluzioni di IA, operatori in campo educativo e ricercatori accademici (psicologi, pedagogisti e neuroscienziati, ma non solo). Sono infatti molto pochi gli sviluppatori di tecnologie AIED dotati di competenze psico-pedagogiche o neuroscientifiche, è inoltre ancora fortemente inadeguata la competenza digitale e tecnologica di docenti e dirigenti scolastici e, infine, i ricercatori accademici faticano a stare dietro alla rapida evoluzione degli sviluppi di IA che hanno conseguenze sul mondo dell'educazione.

Il presente contributo non intende analizzare in profondità tutte le idee e i concetti chiave dell'AIED (impresa pionieristica in Italia, a cui verrà dedicato un manuale introduttivo attualmente in preparazione a cura dell'autore di questo articolo). Né è dedicato alle tematiche etiche (che meriterebbero un ampio contributo a parte) o giuridiche dell'AIED (su cui si concentra invece il contributo di Luisa Broli presente in questo numero della rivista *Idee in form@zione*), o alle possibili applicazioni in campo scolastico-amministrativo dell'IA. È piuttosto sua intenzione portare a conoscenza di tutte e tutti coloro che operano nel mondo della scuola in Italia i principali sviluppi e applicazioni dell'IA al mondo dell'apprendimento e della didattica, in particolare quelli che hanno ricevuto riscontri positivi dalle (comunque relativamente poche a tutt'oggi) ricerche compiute dalla comunità scientifica internazionale.

2. Premesse necessarie per non fraintendere l'AIED

Prima di addentrarsi nel mondo delle applicazioni AIED, è tuttavia importante chiarire tre questioni fondamentali, ciascuna delle quali meriterebbe



sicuramente uno studio e una formazione approfonditi qualora si desiderino far uso delle nuove tecnologie descritte nella parte principale di questo contributo.

La prima è comprendere almeno in nuce il problema molto complesso che si cela dietro alla locuzione “intelligenza artificiale”, proposta nel 1955 da John McCarthy in vista del celebre seminario di studi tenutosi a Dartmouth nel 1956, che diede vita agli studi ufficiali di IA e che da allora in poi ha lasciato perplesso ogni altro artefice e studioso di tale disciplina. Scrivevano infatti gli stessi promotori del “progetto di ricerca estivo sull’intelligenza artificiale”: «Lo studio procederà a partire dalla congettura che ogni aspetto dell’apprendimento o qualsiasi altra caratteristica dell’intelligenza possano essere descritti in linea di principio in modo così preciso da rendere possibile la costruzione di una macchina per simularli» (McCarthy *et al.*, 1955, p. 2, tr. dell’autore).

Il costrutto di intelligenza umana soggiacente a ogni sviluppo avvenuto fino a oggi nel campo dell’IA è perciò di natura *computazionale*: laddove l’intelligenza umana è rappresentabile in qualche modo come un processo matematico, le macchine possono ambire a riprodurne i meccanismi. Siccome, però, i costrutti dell’intelligenza umana proposti dalla psicologia e da varie altre scienze che la studiano sono più complessi – basti pensare alla teoria delle intelligenze multiple (Gardner, 2005, 2006 e 2021) o agli studi sull’intelligenza emotiva (Salovey & Mayer, 1990) – è molto meglio pensare ai sistemi di IA non come a una riproduzione di ciò che facciamo noi umani, bensì quali strumenti e applicazioni *diversamente intelligenti*, cioè capaci di risolvere problemi secondo modalità diverse da quelle degli animali e degli umani. Di conseguenza, quando vi facciamo ricorso in ambito educativo non abbiamo tanto a sostituire docenti o tutor, quanto piuttosto a mettere in atto meccanismi in grado di potenziare l’apprendimento umano e il ruolo stesso della didattica incentrata su insegnanti in carne e ossa.

La seconda questione da chiarire è che non è possibile comprendere in profondità le applicazioni AIED e il loro impatto sull’apprendimento se prima non si sono acquisite alcune competenze di base riguardo al *mondo multimediale* e a quello *digitale*.

Il primo, infatti, ha da tempo arricchito e trasformato le risorse a disposizione per l’apprendimento, condizionando in vari modi l’apprendimento stesso, come hanno mostrato tra gli altri gli studi di Allan Paivio sulla doppia codifica (Paivio, 1991), quelli di Wolfgang Schnotz sulle rappresentazioni mentali (Schnotz, 2001), quelli di Paul Chandler e John Sweller sui carichi cognitivi (Chandler & Sweller, 1991), quelli di Richard E. Mayer sui

principi dell'apprendimento multimediale (Mayer, 2020) e, in Italia, quelli di psicologia dell'apprendimento multimediale di Nicola Mammarella, Cesare Cornoldi e Francesca Pazzaglia (Mammarella *et al.*, 2005). L'IA opera oggi molto spesso nel contesto dell'apprendimento multimediale.

Il secondo, oltre a rendere fruibile su larga scala la multimedialità, ha portato allo sviluppo di tecnologie su cui possono innestarsi applicazioni di IA, ma che proprio per questo vanno comprese a prescindere da quest'ultima e come sua possibile condizione di applicazione in contesti didattici e di apprendimento. Basti pensare all'utilizzo di app di ogni genere, sia per computer sia per dispositivi mobili, alla realtà aumentata (AR), a quella virtuale (VR), ai metaversi, agli ambienti integrati di apprendimento, alle piattaforme per la gestione dell'apprendimento (LMS), all'invenzione di percorsi digitali complementari o addirittura alternativi ai tradizionali libri di testo. E l'elenco potrebbe ovviamente andare avanti a lungo.

Nel fornire tutte queste opportunità, la digitalizzazione del mondo e della scuola ha fatto sorgere tutta una serie di nuove potenzialità e di problemi che sono diventati oggetto di studio di nuove discipline a partire dagli anni '90 del secolo scorso, come la *ciberpsicologia* (Gordo-Lopez & Parker, 1999; Aiken, 2016; Flores Robaina, 2022) e le teorie delle *multialfabetizzazioni* (Cope & Kalantzis, 2000 e 2012).

Terza e ultima questione da chiarire è il *vocabolario fondamentale di ciò che appartiene all'ambito dell'intelligenza artificiale* e che va oltre il puro mondo digitale.

Il primo e fondamentale mattone dell'IA sono gli *algoritmi tradizionali*, che vengono tradotti in linee di codice con cui i sistemi informatici vengono programmati. Sono tradizionali quegli algoritmi che specificano una sequenza finita e completa di istruzioni che consente di risolvere tutti i quesiti appartenenti a una stessa classe. Quando le istruzioni algoritmiche sono applicate mediante computer di grandi dimensioni, possono essere molto complesse e consentire di giungere molto rapidamente a risolvere problemi che agli umani richiederebbero tempi impossibili. Qui sta la loro forza, ma per contro hanno un forte limite: hanno bisogno di ricevere a monte tutte le istruzioni necessarie, e di seguire ciecamente tali istruzioni. Se succede qualcosa di non annoverato nelle condizioni di partenza, un algoritmo non funzionerà, a meno che un essere umano non intervenga per modificarlo e migliorarlo.

Accanto agli algoritmi di base, tuttavia, esistono *algoritmi di apprendimento automatico (machine learning)*, tramite i quali alle macchine elaboratrici non vengono date tutte le istruzioni necessarie, ma solamente quelle che consentono loro di identificare/ipotizzare modelli statistici non defi-

niti a priori nei dati che vengono loro sottoposti, e di proporre azioni conseguenti. In questa categoria rientrano l'IA ad apprendimento supervisionato, non supervisionato e per rinforzo, nonché le reti neurali artificiali e i modelli di linguaggio di grandi dimensioni. A differenza di quanto accade con l'utilizzo di algoritmi semplici, nel caso dell'apprendimento automatico si dice che i modelli imparano in quanto i risultati che forniscono non sono predeterminati con certezza in fase di programmazione, ma dipendono dall'interazione stessa (più o meno indipendente) delle macchine con la realtà esterna.



3. I precursori dell'AIED

Si è normalmente concordi nel ritenere che i progenitori delle odierne applicazioni AIED siano stati di natura meccanica. La prima macchina di tale natura che viene solitamente citata è la “macchina insegnante” dello psicologo dell'Università dell'Ohio Sidney Pressey, il quale creò negli anni '20 del XX secolo uno strumento meccanico in grado di valutare la risposta data da uno studente a una domanda a scelta multipla, indirizzandolo al tempo stesso verso la risposta corretta e consentendo la computazione automatica, alla fine dell'esercitazione, del numero di risposte esatte fornite dagli studenti (Pressey, 1926).

Il marchingegno di Pressey fu ripensato negli anni '50 dal padre del condizionamento operante, lo psicologo di Harvard Burrhus Skinner, il quale realizzò una sorta di macchina da scrivere con cui, a differenza dello strumento del suo predecessore, era necessario scrivere una risposta personale senza sceglierla tra possibilità date, salvo poi ricevere immediatamente, una volta fatto avanzare il meccanismo, la risposta corretta con cui confrontarsi. Così facendo, a detta dello stesso Skinner, «la macchina di per sé ovviamente non insegna ... ma l'effetto che essa ha sul singolo studente è sorprendentemente simile a quello di un tutore privato» (Skinner, 1958, p. 971, tr. dell'autore).

Un passo avanti verso i sistemi odierni fu rappresentato negli anni '50 e '60 dall'idea dello psicologo Norman A. Crowder di creare un sistema di “istruzione programmata intrinseca o ramificata” (Crowder, 1960), ovvero un manuale che, a seconda delle risposte date a domande a scelta multipla, indirizzava gli studenti a pagine diverse: nel caso di risposte esatte a una pagina con nuovi materiali da apprendere, nel caso di risposte sbagliate a una pagina di *feedback* specifico per quell'errore con cui porvi rimedio e alimentare dunque il proprio apprendimento.

Sarà quest'ultima la via imboccata dai primi *sistemi di istruzione assistita da computer* (CAI, da *Computer-Aided Instruction*), che dagli anni '60 fino agli inizi del nuovo millennio (l'ultimo e più noto di essi, il sistema PLATO dell'Università dell'Illinois, è stato dismesso nel 2006) hanno cercato di creare percorsi di apprendimento adattivo, cioè capaci di personalizzare la somministrazione di risorse didattiche a seconda del comportamento di ogni singolo discente.

Il passo decisivo verso l'AIED, tramite *l'introduzione di algoritmi di IA nei sistemi CAI*, è solitamente attribuito a Jaime Carbonell, il quale costruì per la propria tesi dottorale un sistema chiamato SCHOLAR (Carbonell, 1970). Grazie all'introduzione dell'IA, il suo sistema è stato il primo a generare itinerari di apprendimento per gli studenti non solo personalizzati in base al loro comportamento, ma anche caratterizzati da veri e propri dialoghi originali costruiti con ciascuno di loro a partire da modelli semantici di rappresentazione della conoscenza.

A partire da allora, e grazie alla costruzione di sistemi *hardware* sempre più complessi e veloci, è diventato possibile creare le applicazioni descritte nella parte finale di questo contributo.

4. Attuali tipologie di applicazioni AIED all'apprendimento e alla didattica



4.1. I sistemi di tutoring intelligente (ITS)

I *sistemi di tutoring intelligente* sono le applicazioni AIED probabilmente più diffuse e tra le prime a essere state create (Alkhatlan & Kalita, 2018), sviluppando le ipotesi di lavoro dei sistemi CAI degli anni '50, '60 e '70.

Alla radice della loro concezione vi è la consapevolezza, ampiamente corroborata a partire dagli studi di Benjamin Bloom negli anni '80 (Bloom, 1984), che un tutoring di tipo individuale porta non solo ogni singolo studente ad apprendere di più e meglio, ma consente altresì di ridurre notevolmente l'intervallo tra studenti coi risultati più bassi e più alti.

Grazie agli sviluppi dei sistemi *hardware*, che consentono ormai una velocità impressionante di esecuzione di algoritmi anche molto complessi e alimentati da grandi quantità di dati raccolti man mano che gli utenti interagiscono con il sistema stesso, i computer sono divenuti gradualmente capaci di garantire i medesimi meccanismi di sostegno all'apprendimento tipici di un tutor individuale, con il vantaggio di po-

terlo fare su scala immensamente più grande (e costi estremamente più ridotti) rispetto a quanto possibile utilizzando tutor umani.

Le metanalisi compiute sugli ITS hanno dimostrato come tali sistemi abbiano ormai superato, quanto ad efficacia, i vecchi sistemi CAI e abbiano ampiamente eguagliato già da alcuni anni gli umani dal punto di vista della capacità di offrire *tutoring* individuale (Kulik & Fletcher, 2016). Secondo alcune ricerche, i migliori ITS sarebbero ormai da tempo in grado di competere con gli umani non solo dal punto di vista del *tutoring*, ma addirittura dell'insegnamento (VanLehn, 2011), almeno nelle materie più strutturabili e riguardo ai concetti chiave di tali materie (più che alle loro applicazioni).

In senso generale, un ITS fornisce una guida personalizzata a ogni studente, accompagnandolo passo dopo passo attraverso materie ben definite e strutturate dagli esperti sia dell'argomento sia della didattica disciplinare, e determina un percorso ottimale per ciascuno attraverso i materiali e le attività di apprendimento, in risposta alle idee sbagliate e ai successi dei singoli studenti.

Tra gli ITS analizzati e ritenuti di valore dagli studiosi del *Center for Curriculum Redesign* di Harvard vi sono Alta, Assintments, Dreambox, Mathia, Rhapsode di Area9, Toppr e Yixue, anche se gli stessi autori sottolineano come ne esistano molti altri di apprezzabili, in un panorama in continua evoluzione e sviluppo (Holmes *et al.* 2019; Holmes & Tuomi, 2022).

Il principale punto debole, fino ad oggi, degli ITS è costituito dal fatto che le risorse per l'apprendimento che essi somministrano sono sviluppate in maniera statica e anticipatamente dai loro curatori. Così facendo, la possibilità di un vero e proprio apprendimento differenziato ne risulta indebolita e alcuni studenti non si sentono adeguatamente supportati dai materiali che ricevono (Munawar *et al.*, 2018; Yang & Shulruf, 2019; Hiranker & Kittisunthonphisarn, 2020).

4.2. I sistemi di tutoring basati sul dialogo (DBTS)

A differenza degli ITS, i sistemi di tutoring basati sul dialogo (DBTS) non propongono una sequenza personalizzata di attività costruita su materiali predefiniti per l'apprendimento, ma coinvolgono gli studenti in conversazioni sugli argomenti da imparare (per tale ragione sono detti anche "socratici" e comprendono buona parte dei *chatbot* alimentati da motori di IA). Tra quelli sviluppati e studiati da diversi anni vi sono, oltre a SCHOLAR, CIRCSIM, AutoTutor e Watson Tutor.

Più di recente, aziende di dimensioni notevoli come Duolingo (*software* per l'apprendimento delle lingue) e la Khan Academy (principale piattaforma di apprendimento gratuito, soprattutto della matematica, per le scuole) hanno deciso di potenziare il loro servizio tramite l'integrazione nei loro sistemi di GPT-4, il più noto modello di linguaggio di grandi dimensioni. In tal modo, l'IA generativa dei sistemi GPT consente di creare dialoghi di apprendimento completamente personalizzati che seguono ogni singolo studente nelle sue difficoltà per condurlo a ragionare e a risolvere problemi a prescindere dall'erogazione di risorse personalizzate per l'apprendimento.

Al di là del fascino suscitato da questi sistemi, gli studi compiuti fino ad oggi sull'impatto delle conversazioni con sistemi di IA sull'esperienza di apprendimento degli studenti sono abbastanza limitati e inconcludenti (Palasundram *et al.*, 2019; Chew & Chua, 2020). Inoltre, gli sviluppatori di tali sistemi, a differenza di quelli degli ITS più tradizionali, non hanno dedicato fino ad oggi abbastanza attenzione alla definizione rigorosa degli obiettivi di apprendimento e alla conseguente possibilità di misurare l'apprendimento e raccogliere dati significativi al riguardo. Ma ovviamente le cose potranno presto cambiare.

4.3. Ambienti di apprendimento esplorativo (ELE)

Diversamente dagli ITS e dai DBTS, che forniscono istruzioni o dialoghi passo dopo passo, gli *ambienti di apprendimento esplorativo* (ELE) adottano un approccio *costruttivista*: invece di seguire sequenze di istruzioni generate dinamicamente, gli studenti sono incoraggiati a costruire attivamente la propria conoscenza esplorando e manipolando gli elementi presenti nell'ambiente di apprendimento.

ELE di varia natura sono stati sviluppati sin dall'inizio degli anni '60 (Bruner, 1961), ma sono stati criticati nella prima decade del nuovo millennio a motivo del sovraccarico cognitivo e dei bassi risultati di apprendimento rilevati tra coloro che ne facevano uso (Kirschner *et al.*, 2006).

Nelle loro formulazioni più recenti e popolari – come ad esempio Betty's Brain (Biswas *et al.*, 2016), Crystal Island, ECHOES e soprattutto CCK – gli ELE sono integrati da algoritmi di apprendimento automatico che consentono di fornire un parziale sostegno adattivo. Man mano che il numero di studenti cresce, infatti, cresce la raccolta di dati e l'identificazione di modelli con cui aiutare gli studenti stessi, se non individualmente almeno per gruppi, col risultato di un miglioramento nei risultati di apprendimento rispetto agli ELE di prima generazione.

4.4. Valutazione automatica della scrittura (AWE)

I sistemi di IA che consentono di *valutare automaticamente la scrittura* (AWE) utilizzano l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP) e della semantica per fornire agli studenti un *feedback* automatico sugli scritti che questi inviano al sistema. Possono così fornire una valutazione (un punteggio sommativo) o un semplice *feedback* (valutazione formativa, anche piuttosto dettagliata) degli scritti che analizzano.

La fortuna di simili sistemi è stata dovuta agli inizi all'efficienza che sapevano garantire (nel 2012, uno dei sistemi AWE più veloci era in grado di attribuire un voto a 16.000 temi in meno di 20 secondi), che in alcuni contesti poteva e può tuttora risultare un elemento importante, ancorché molto problematico.

La loro vera forza, però, è sul versante formativo, nel sostegno che possono fornire agli studenti (e dunque anche ai docenti) per aiutarli a comprendere criticamente il loro modo di scrivere e individuare possibili itinerari di miglioramento (Holmes *et al.*, 2019).

Tra gli AWE oggi più significativi si segnalano Intelligent Essay Assessor, WriteToLearn, e-Rater, Revision Assistant e OpenEssayist.

4.5. Assistenti di IA per la docenza

Come è diventato evidente grazie alla pubblicazione di ChatGPT, l'IA è ormai diventata un partner importante per i docenti di ogni materia e paese del mondo.

La cosiddetta *IA generativa* consente infatti di produrre qualsiasi contenuto (testi, immagini, suoni e dati sintetici) e perciò funge da utile *assistente per la docenza*. Idee per le lezioni, esercitazioni, verifiche, risorse multimediali per l'apprendimento: tutto è ormai creabile in pochi istanti, in modi che potrebbero rivelarsi cruciali per migliorare l'esperienza di apprendimento degli studenti. A condizione, però, come sostengono Luckin e Holmes, che i docenti vengano formati alle competenze necessarie a fare un uso positivo e non sostitutivo dell'AIED (Luckin & Holmes, 2017).

Oltre a ChatGPT, sono oggi disponibili strumenti di IA che possono assistere i docenti come ad esempio Dall-E 2 per generare immagini e Curipod per creare slide interattive.

4.6. Altre applicazioni AIED per l'apprendimento e la didattica

Il mondo AIED è oggi soggetto a una crescita vertiginosa e qualsiasi rassegna rischia sempre di risultare ingenerosa. Detto ciò, oltre agli strumenti

citati, dagli effetti maggiormente studiati e verificati, segnaliamo almeno tre possibili ulteriori sviluppi in atto del mondo dell'IA applicata all'educazione.

Il primo sono i *compagni di apprendimento* di vari tipi, che in base agli interessi dei singoli intendono aiutare di volta in volta a costruire itinerari di apprendimento seri e strutturati, collegando costantemente gli interessi dei singoli alle opportunità presenti ovunque nel mondo dell'apprendimento e dell'educazione.

Il secondo è lo sviluppo di *piattaforme per l'apprendimento collaborativo*, che consentono di lavorare insieme ad altri alla risoluzione di problemi, col risultato di aiutare lo sviluppo di importanti competenze trasversali nonché di migliorare gli stessi itinerari di apprendimento individuali.

Infine, grazie al potere di raccolta ed elaborazione dei dati oggi a disposizione dei sistemi di IA (con i problemi relativi alla *privacy* che ne derivano), l'AIED potrebbe consentire (Holmes *et al.*, 2019) finalmente uno *sviluppo importante della valutazione* in campo educativo, contribuendo in maniera decisiva a spostare l'attenzione dalla valutazione finale in esami *ad hoc* (sempre molto riduttiva) a una valutazione costante orientata a generare opportunità di apprendimento a ogni passo della vita dei discenti.

5. Conclusioni

Come ricorda un tagliente studio di un ricercatore dell'università australiana Charles Darwin, «intelligenza artificiale è un termine nato come concetto utile al marketing e non è il risultato di un processo scientifico» (Popenici, 2023, p. 26, tr. dell'autore). A lui fanno eco gli studiosi AIED di Harvard, secondo i quali l'impatto dell'IA sull'educazione rimane a oggi quanto meno non chiaro e da approfondire (Holmes *et al.*, 2021).

Ciò nonostante, esistono ormai diversi strumenti decisivi di IA che trasformeranno comunque il mondo dell'educazione sia scolastica sia universitaria, contribuendo – come accennato illustrando le categorie AIED più promettenti, attualmente esistenti o in via di sviluppo – a una crescita significativa sia della didattica sia dell'apprendimento.

La priorità attuale è *fornire ai docenti (e ai dirigenti scolastici) la necessaria formazione iniziale* e in servizio perché imparino a fare uso dell'AIED nell'ambito di precisi itinerari di progettazione didattico-pedagogica e nel quadro di un serio apprendimento differenziato, che non ricorra a singole metodologie o sistemi ergendoli al tutto della formazione. Questo potrebbe contribuire, tra l'altro, a fugare i timori che naturalmente si accompagnano all'introduzione di nuove tecnologie nella didattica.



Accanto a ciò è necessario *monitorare i risultati dell'applicazione di ogni specifico strumento AIED* – sia dal punto di vista dell'apprendimento, sia degli effetti psicologici – per assicurare che la forbice tra gruppi di studenti non cresca ma al contrario che l'IA possa contribuire davvero alla democratizzazione dell'educazione e dell'apprendimento.

Infine, come già detto in apertura, bisogna favorire in ogni modo la *collaborazione tra sviluppatori di sistemi AIED, personale docente e ricercatori accademici* delle varie discipline che si occupano di tecnologia ed educazione.

Solo così la ri-ontologizzazione del mondo indotta dall'IA sull'educazione sarà governabile a beneficio di tutti e di ciascuno.



Riferimenti bibliografici

- AIKEN, M. (2016). *The Cyber Effect. A pioneering cyberpsychologist explains how human behavior changes online*. London: John Murray.
- ALKHATLAN, A., & KALITA, J. (2018). Intelligent Tutoring Systems. A comprehensive historical survey with recent developments. *International Journal of Computer Applications*, 181(43), 1-20.
- BELTRÁN SÁNCHEZ, J.L. (2022). *Dalle neuroscienze all'intelligenza artificiale. Una passeggiata attraverso l'innovazione per il miglioramento dell'istruzione*. Roma: Edizioni Sapienza.
- BISWAS, G., SEGEDY, J.R., & BUNCHONGCHIT, K. (2016). From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 350-364.
- BLOOM, B.S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16, <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>.
- BRUNER, J.S. (1961). The Act of Discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
- CARBONELL, J.R. (1970). AI and CAI. An artificial intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(4), 190-202.
- CESARETTI, L. (2021). Intelligenza artificiale e educazione: un incontro tra due mondi. Rischi e opportunità. *Rivista di scienza dell'educazione*, 59(1), 81-98.
- CHANDLER, P., & SWELLER, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332.
- CHEW, E., & CHUA, X.N. (2020). Robotic Chinese Language Tutor. Personalising progress assessment and feedback or taking over your job? *On the Horizon*, 28(3), 113-124.
- CHIU, TH.K.F., XIA, Q., XINYAN, Z., CHING SING, C., & MIAOTING, C. (2023). Systematic Literature Review on Opportunities, Challenges, and Future Research Recommendations of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.

- CLARK, D. (2020). *Artificial Intelligence for Learning. How to use AI to support employee development*. London/New York: Kogan Page.
- COPE, B., & KALANTZIS, M. (eds.) (2000). *Multiliteracies. Literacy learning and the design of social futures*. London: Routledge.
- COPE, B., & KALANTZIS, M. (eds.) (2012). *Literacies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CROWDER, N.A. (1960). Automatic Tutoring by Means of Intrinsic Programming. In A.A. Lumsdaine, & R. Glaser (eds.), *Teaching Machines and Programmed Learning* (pp. 286-298). Washington, DC: National Education Association of the United States.
- CUKUROVA, M., LUCKIN, R., & CLARK-WILSON, A. (2019). Creating the Golden Triangle of Evidence-Informed Education Technology with EDUCATE. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 490-504.
- DE MEDIO, C. (2022). *Intelligenza artificiale ed educazione. Soluzioni innovative per l'istruzione a distanza*. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
- FLORES ROBAINA, N. (2022). *Cyberpsicologia. Come pensiamo, sentiamo e agiamo nell'era digitale*. Milano: EMSE.
- FLORIDI, L. (2012). *La rivoluzione dell'informazione*. Torino: Codice.
- FLORIDI, L. (2022). *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*. Milano: Raffaello Cortina.
- GARDNER, H. (2005). *Educazione e sviluppo della mente. Intelligenze multiple e apprendimento*. Trento: Erickson.
- GARDNER, H. (2006). *Multiple Intelligences. New Horizons*. New York: Basic Books.
- GARDNER, H. (2021). *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza* (9a ed. it.). Trento: Erickson.
- GORDO-LOPEZ, A.J., & PARKER, I. (eds.) (1999). *Cyberpsychology*. Houndmills: Macmillan.
- HASHAKIMANA, TH., & HABYARIMANA, J. (2021). *L'intelligenza artificiale nell'educazione. Le prospettive, le sfide e gli aspetti etici dell'intelligenza artificiale nell'educazione*. Roma: Edizioni Sapienza.
- HIRANKERD, K., & KITTISUNTHONPHISARN, N. (2020). E-Learning Management System Based on Reality Technology with AI. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(4), 259-264.
- HOLMES, W., BIALIK, M., & FADEL, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promises and implications for teaching & learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- HOLMES, W., HUI, Z., MIAO, F., & RONGHUAI, H. (2021). *AI and Education. A guidance for policymakers*. Paris: UNESCO Publishing.
- HOLMES, W., & TUOMI, I. (2022). State of the Art and Practice in AI in Education. *European Journal of Education*, 57(4), 542-570.
- KENT, D. (2022). *Artificial Intelligence in Education. Fundamentals for educators*. Daejeon: KoTESOL DCC.
- KIRSCHNER, P., SWELLER, J., & CLARK, R.E. (2006). Why Minimal Guidance during Instruction Does not Work. An analysis of the failure of constructivist, discovery, prob-

- lem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- KULIK, J.A., & FLETCHER, J.D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems. A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78.
- LUCKIN, R., & HOLMES, W. (2017). A.I. is the New T.A. in the Classroom. *How we get to next*, <https://www.howwegettonext.com/a-i-is-the-new-t-a-in-the-classroom/> (consultazione 26/09/2023).
- MAMMARELLA, N., CORNOLDI, C., & PAZZAGLIA, F. (2005). *Psicologia dell'apprendimento multimediale. E-learning e nuove tecnologie*. Bologna: il Mulino.
- MAYER, R.E. (2020). *Multimedia Learning* (3^a ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- MCARTHUR, D., LEWIS, M., & BISHARY, M. (2005). The Roles of Artificial Intelligence in Education. Current progress and future prospects. *Journal of Education Technology*, 1, 42-80.
- MCCARTHY, J., MINSKY, M.L., ROCHESTER, N., & SHANNON, C.E. (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf> (consultazione 26/09/2023).
- MORENO-GUERRERO, A.J., LÓPEZ-BELMONTE, J., MARÍN-MARÍN, J.A., & SOLER-COSTA, R. (2020). Scientific Development of Educational Artificial Intelligence in Web of Science. *Future Internet*, 12, 124.
- MUNAWAR, S., TOOR, S.K., ASLAM, M., & HAMID, M. (2018). Move to Smart Learning Environment: Exploratory Research of Challenges in Computer Laboratory and Design Intelligent Virtual Laboratory for eLearning Technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14(5), 1645-1662.
- PAEK, S., & KIM, N. (2021). Analysis of Worldwide Research Trends on the Impact of Artificial Intelligence in Education. *Sustainability*, 13(14), 7941.
- PAIVIO, A. (1991). Dual Coding Theory. Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- PALASUNDRAM, K., MOHD SHAREF, N., NASHARUDDIN, N.A., KASMIRAN, K.A., & AZMAN, A. (2019). Sequence to Sequence Model Performance for Education Chatbot. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(24), 56-68.
- PANCIROLI, C., & RIVOLTELLA, P.C. (2023). *Pedagogia algoritmica. Per una riflessione educativa sull'Intelligenza Artificiale*. Brescia: Scholé.
- POPENICI, S. (2023). *Artificial Intelligence and Learning Futures. Critical narratives of technology and imagination in higher education*. New York/London: Routledge.
- PRESSEY, S.L. (1926). A Simple Device for Teaching, Testing, and Research in Learning. *School and Society*, 23, 373-376.
- ROLL, I., & WYLIE, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 582-599.
- SALOVEY, P., & MAYER, J.D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality* 9(3), 185-211.

- SCHNOTZ, W. (2001). Sign Systems, Technologies, and the Acquisition of Knowledge. In J.F. Rouet, J. Levenson, & A. Biarreau (eds.), *Multimedia Learning. Cognitive and instructional issues* (pp. 9-29), Amsterdam: Pergamon.
- SKINNER, B.F. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128(3330), 969-977.
- TUOMI, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- VANLEHN, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist* 46(4), 197-221.
- YANG, Y.Y., & SHULRUF, B. (2019). Expert-led and Artificial Intelligence (AI) System-Assisted Tutoring Course Increase Confidence of Chinese Medical interns on Suturing and Ligature Skills. Prospective pilot study. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions* 16(7), DOI:10.3352/jeehp.2019.16.7.

La rivoluzione dell'apprendimento secondo il podcast

Storie di Apprendimento Straordinario

Federico Fantacone



L'articolo, a partire dall'esperienza dell'autore, ripercorre i motivi storici e congiunturali (pandemia-post-pandemia) delle difficoltà di piena adozione delle soluzioni di apprendimento digitale e del conseguente parziale sfruttamento delle sue potenzialità in termini di efficacia dell'apprendimento. Fornisce una visione di sintesi della storia dell'innovazione nell'apprendimento e i suoi paradossi. Individua e descrive le caratteristiche della rivoluzione in corso nei sistemi educativi e formativi, con particolare riferimento ai trend trasversali che riguardano Scuola, Università e Impresa. Consigliamo risorse di autoformazione e aggiornamento continuo per i formatori, a partire dal podcast Storie di Apprendimento Straordinario.

PAROLE CHIAVE: podcast, apprendimento digitale, innovazione, autoformazione docenti

Based on the author's experiences (both during and after the COVID-19 pandemic), this article examines the historical and contextual difficulties in fully adopting digital learning solutions and the consequent partial exploitation of its potential in terms of learning effectiveness. It provides a synthesis of the history of innovation in learning and its paradoxes. It also identifies and describes the characteristics of the current revolution in educational and training systems, with particular reference to transversal trends regarding what schools, universities and organisations actually represent. The article proposes tools for self-directed learning and continuous updating aimed at trainers, starting from the Storie di Apprendimento Straordinario podcast.

KEYWORDS: podcast, digital learning, innovation, self-directed learning, teachers

1. Premessa e consigli per la lettura

I podcast rappresentano oggi una modalità di comunicazione agile, orientata all'aggiornamento e all'ispirazione: un canale puramente audio (almeno originariamente) che riprende la gloriosa tradizione della radio e suggerisce piste di autoapprendimento. Il punto di partenza di questo contributo è il podcast *Storie di Apprendimento Straordinario*¹, uno dei pochi – se non l'unico – in Italia ad occuparsi esclusivamente di innovazione nell'apprendimento, con particolare riferimento all'innovazione indotta dalle tecno-



1 <https://podcasters.spotify.com/pod/show/federico-fantacone> (consultazione 29/04/2023).

logie digitali. La sintesi tipica del podcast, applicata a un tema così ampio e in continua evoluzione, enfatizza ancora di più la sua funzione di “rompighiaccio” e suggeritore di approfondimenti e problematizzazioni. In un certo senso gli atteggiamenti da assumere sia nei confronti della lettura delle prossime pagine sia nei confronti dell’ascolto attivo del podcast *Storie di Apprendimento Straordinario* sono gli stessi: curiosità, ricerca autonoma delle informazioni necessarie per integrare le conoscenze sugli inevitabili aspetti che appariranno ignoti o poco chiari, apertura mentale e insieme spirito critico sempre vigile verso il nuovo. Alla fine di questo articolo troverete qualche ulteriore “consiglio per l’uso”. Per ora è tutto, buona lettura!



2. Perché il podcast *Storie di Apprendimento Straordinario*: i paradossi della *learning innovation*

Il 2014 è stato un anno importante nella mia vita professionale. Iniziai quell’anno a lavorare in un’azienda di formazione che mi offrì la possibilità di scaricare operativamente tutte le idee, gli entusiasmi e anche le frustrazioni che avevo accumulato, professionalmente, nei 4-5 anni precedenti: aspirazioni ed emozioni che derivavano da un’ormai ultradecennale esperienza aziendale di formazione e sviluppo caratterizzata dal promuovere l’innovazione nell’apprendimento, da cliente di formazione prima, da fornitore dopo. Il mio orizzonte si era progressivamente allargato dalla formazione aziendale alla formazione *tout-court*, dopo una serie di seminali esperienze di *project management* e di collaborazione nella Scuola e nell’Università. Ma solo nel 2014 ebbi l’opportunità di fare – insieme a un *team* di eccellenza – un appassionato *tour* di sensibilizzazione sui *trend* emergenti dell’apprendimento, indirizzato a gruppi di aziende o aziende singole. Un *tour* che di fatto continuò fino al 2018.

L’obiettivo era – ed è tutt’ora, tradotto nella forma del podcast – aumentare la consapevolezza dei sistemi organizzativi di quanto fosse cambiato il modello di apprendimento, soprattutto a partire dall’inizio del XXI secolo, in particolare (ma non solo) sotto la spinta digitale. Sarebbe bastato un minimo di aggiornamento continuo per accorgersi che siamo *immersi fino al collo* (questa era l’espressione con cui iniziavo i miei accorati appelli) in una vera e propria rivoluzione che stava arricchendo drasticamente l’esperienza di apprendimento di tutti, nonché il modo di pensarla e di crearla, sotto la spinta di forze di varia natura e intensità.

Sono solito riassumere la storia della *learning innovation*, con 3 numeri: 150, 15, 0.

- 150 anni di FAD, Formazione a Distanza: dal XIX secolo alla fine del XX, dalle prime scuole per corrispondenza che insegnavano a distanza a diventare steno-dattilografe (quando la stenodattilografia era la grande innovazione nel lavoro d'ufficio), alla Scuola Radio Elettra, alla formazione che entra nella televisione italiana (con *Non è mai troppo tardi* del Maestro Manzi, dimenticato ma riesumato in era pandemica), fino al passaggio dai *mass media* ai computer, con l'avvento del CBT – *Computer Based Training* (formazione/ addestramento basati sul computer), quando i corsi CBT venivano caricati su PC attraverso dischi flessibili: reperti archeologici, oggi;
- 15 anni di *e-learning* (2000-2015, grossomodo): nell'apprendimento irrompe la rete, internet e intranet, attraverso le reti di PC si collegano reti di persone, e si passa dal CBT al WBT – *web based training* (formazione/ addestramento basati sulla rete: internet e il web). Anche la tecnologia multimediale avanza, i corsi distribuiti *online* sono sempre più multimediali (ma sempre pochissimo interattivi). L'acronimo FAD muore, sostituito da *e-learning*, cioè “apprendimento elettronico”. Ma questo modello ha vita relativamente breve, e viene superato nel giro di 15 anni;
- 0 si riferisce all'anno zero dell'innovazione nell'apprendimento, una innovazione drastica, non incrementale, che si è sviluppata a partire dal 2015. Le forme di apprendimento si sono moltiplicate, diversificate, la “e” di “*electronic*” non basta più, sostituita dall'aggettivo “digitale” della ora più comune espressione “apprendimento digitale”, che fonde in sé le due anime dell'innovazione: quella metodologica e quella tecnologica (non solo quest'ultima). Il *digital learning* si differenzia dall'*e-learning* per alcuni aspetti fondamentali:
 - nascono nuove piattaforme di apprendimento *online*, che superano i tradizionali LMS – *Learning Management System* (“sistemi di gestione dell'apprendimento”, nati alla fine del XX secolo) non solo sul piano funzionale ma soprattutto sul concetto di studente (chiunque apprenda, dovunque) che hanno al centro: distratto, impaziente, sovraccarico, autonomo. La competizione è sull'attenzione e vince il modello di apprendimento capace di catturarla;
 - nascono nuovi formati di apprendimento: si sparge a macchia d'olio la tendenza ad applicare all'apprendimento meccaniche di gioco, ovvero punti, livelli, sfide, classifiche. Nasce così la *gamification*, neologismo con cui si intende l'applicazione di meccaniche di gioco a contesti non di gioco, tra cui, appunto, l'apprendimento;

- i formati si accorciano drasticamente, diventano *bite-sized*, cioè “a dimensione di morso”, più maneggevoli, fruibili, organizzabili creativamente in percorsi più ampi: nasce il microapprendimento (*microlearning*), ormai entrato nelle prassi correnti della formazione;
- la realtà fisica e quella della rete cominciano a essere affiancate dalla realtà virtuale, le prime esperienze di *3D learning* cominciano a svilupparsi ed è previsto che confluiscano a breve nel *metaverse learning*, cioè apprendimento in un mondo virtuale dove avvengono azioni e relazioni parallele a quelle del mondo fisico.

Nell’esperienza del *tour*, lo stupore delle organizzazioni – e anche un po’ l’irritazione per essersi perse così tanto – di fronte all’analisi dello scenario innovativo era tangibile. I motivi del fatto che i sistemi formativi erano rimasti così indietro rispetto a quello che stava accadendo risiedevano, fondamentalmente, nella fatica decennale che le organizzazioni avevano fatto per introdurre e minimamente stabilizzare sia il funzionamento sia l’uso di piattaforme, contenuti e servizi, attivati per amplificare l’apprendimento continuo, lungo tutto il corso della vita. L’impressione era di dover già ricominciare daccapo.

In questo confuso panorama nel 2020 è arrivata la pandemia, che rischiava di interrompere ogni attività formativa, nella Scuola, nell’Università, nell’Azienda: una formazione progettata per essere erogata prevalentemente, se non esclusivamente, in presenza. Per dare continuità ai processi di apprendimento ovunque si è organizzato a tempi di record un gran volume di apprendimento *distanziato* ma a bassa innovatività, cioè in forme elementari basate sull’aula virtuale, via Zoom o Teams o Webex. Attività che potessero essere messe in piedi velocemente e riproducendo le dinamiche tipiche dell’aula: formazione sincrona, basata sul docente, frontale.

Appena la pressione pandemica si è attenuata, diciamo nel corso del 2021, si è diffusa altrettanto velocemente un’aria di restaurazione: “Da domani si torna in ufficio!”, “Da domani si torna in aula!”. In altri termini, dopo essere stati costretti a introdurre nell’apprendimento metodologie e tecnologie che potevano e dovevano essere sperimentate *prima*, senza attendere un virus letale, il rischio ora è di ripartire da zero senza capitalizzare l’esperienza di sperimentazione *obtorto collo* e trasformarla in una strategia.

Per questo è nato il podcast: per riprendere, con un canale di comunicazione di nuova generazione e di grande efficacia, la promozione culturale dell’innovazione dell’apprendimento, a 360 gradi, 7 anni dopo quel fatale 2014.

3. L'innovazione dell'apprendimento nella scuola



Il podcast *Storie di Apprendimento Straordinario* si rivolge apparentemente alle aziende, perché questa è la mia esperienza principale e voglio che gli episodi si basino il più possibile sulla mia esperienza diretta; del resto non sono in molti ad avere avuto la fortuna di progettare, già a partire dal 2015, prototipi di agenti conversazionali (*chatbot*) per la formazione, di scenari in realtà virtuale per la formazione alla sicurezza o per il potenziamento del *problem solving* collaborativo (chiamati anche *virtual escape room*), piattaforme di apprendimento digitale che, tra le altre cose, assegnano automaticamente punteggi, livelli e badge (quindi ad alto grado di *gamification*). Tuttavia, molti dei temi toccati dal podcast riguardano anche Scuola e Università. Si tratta di due ambienti che ho potuto frequentare in occasione di progetti molto complessi, soprattutto nella Scuola.

La Scuola è un contesto interessantissimo dal punto di vista dell'innovazione, che dimostra una sensibilità alla sperimentazione spesso superiore a quella delle aziende. Il problema della Scuola rispetto all'innovazione, se mai, è passare dal progetto al processo, trasformare in prassi correnti le nuove prassi individuate, uscire dalla logica dell'innovazione "a macchia di leopardo": fatta qua e là, senza memoria organizzativa, con risultati a velocissimo decadimento.

Anzi, alcune innovazioni nascono nella Scuola e poi passano nelle Imprese, come è accaduto per la "classe capovolta" meglio nota come *flipped classroom* e soprattutto per l'uso (anche in presenza) di applicazioni digitali per la gestione e la valutazione dell'apprendimento con dinamiche di gruppo e di gioco: Kahoot (<https://kahoot.com/>), Wooclap (<https://www.wooclap.com/it/>), Quizlet (<https://quizlet.com/it/>), Plickers (<https://get.plickers.com/>, questa app è unica nel suo genere, poiché utilizza la realtà aumentata in aula, si veda successivo punto 3) sono solo alcune delle molteplici applicazioni oggi a disposizione anche gratuitamente. I beneficiari principali di queste innovazioni nelle Scuole del mondo sono gli studenti fino a 12 anni (K12), assai più degli studenti delle Scuole secondarie di secondo grado e dell'Università. Del resto la maggior parte dell'investimento mondiale in istruzione è dedicato, nella misura del 55%, proprio al segmento K12.

I principali progetti di innovazione – quasi tutti ampiamente trattati dal podcast – nati nella Scuola ai quali occorrerebbe agganciarsi sono a mio parere i seguenti:

- 1) La già citata *flipped classroom*, oggetto di grandi investimenti nei sistemi scolastici asiatici.
- 2) La *gamification*, che potrebbe senza inutili paure penetrare più in profondità nei processi scolastici, com'è già possibile fare con app come Classcraft (<https://www.classcraft.com/>).
- 3) La realtà aumentata, già usata per “aumentare” libri e materiali cartacei che, inquadrati dal proprio *smartphone* con installata una applicazione di realtà aumentata, rilevano contenuti digitali e anche in grafica a tre dimensioni, invisibili ad occhio nudo.
- 4) L'apprendimento di prossimità (*proximity learning*), ovvero l'uso di Beacon Bluetooth² per attrezzare aule specializzate dove gli oggetti fisici (per esempio la riproduzione del quadro della Gioconda), all'avvicinarsi dello studente, trasmettono sul *tablet* di quest'ultimo informazioni su di sé (la Gioconda, Leonardo, ecc.).
- 5) Il LiFi, o *Light Fidelity*, tecnologia di trasmissione dati attraverso la luce, 100 volte più veloce del Wifi, già sperimentata in Europa nelle scuole di Stoccarda³.
- 6) Mondi virtuali: pochi ricordano che l'esperienza di *Second Life* fu ripresa dalla Scuola, anche in Italia, con il progetto EDMONDO⁴. In pratica, l'antenato del metaverso.
- 7) Robodidattica: per l'apprendimento del *coding* (programmazione e sviluppo *software*) come del *problem solving*, attraverso robot costruiti dagli stessi studenti grazie a dispositivi *hardware open source* come *Arduino*⁵.
- 8) Persino la Blockchain⁶ potrebbe diventare a breve una tecnologia a portata di apprendimento, grazie alle sperimentazioni nei sistemi di istruzione di certificazioni di competenze e credenziali distribuite,

2 I Beacon Bluetooth sono trasmettitori *hardware* senza fili e a basso consumo di energia (*Bluetooth Low Energy*, BLE) che comunicano con dispositivi mobili: una tecnologia quindi che consente a *smartphone* e *tablet* di eseguire azioni quando si trovano nelle immediate vicinanze di un *beacon*.

3 Già nel 2017: si veda l'articolo (in inglese) <https://www.ledsmagazine.com/connected-ssl-controls/article/16700600/german-high-school-transmits-lessons-via-the-lights> (consultazione 29/04/2023).

4 <https://edmondo.indire.it/> (consultazione 29/04/2023).

5 Arduino è una società fondata a Ivrea dal pioniere dell'*hardware* “libero” Massimo Banzi, con la missione di progettare, produrre e supportare dispositivi elettronici e *software*, consentendo alle persone di tutto il mondo di accedere facilmente a tecnologie avanzate che interagiscono con il mondo fisico (<https://www.arduino.cc/>, consultazione 29/04/2023).

6 *Blockchain* significa letteralmente “catena di blocchi”. È una rete informatica di nodi che gestisce in modo univoco, sicuro, aperto, distribuito, e soprattutto senza il bisogno di un controllo centrale, un registro pubblico di dati e informazioni, come le transazioni finanziarie o il riconoscimento di diplomi e lauree.

criptate e accessibili senza bisogno di un ente centrale. Progetti con questi obiettivi sono in corso in vari sistemi universitari nel mondo e, tornando al mondo aziendale, in avviamento anche in Italia con la piattaforma *Metapprendo* di Federmeccanica, per la certificazione delle competenze dei lavoratori del settore.

4. Il futuro non è più quello di una volta



La realtà è che per tutti, Scuola, Università o Azienda, «Il futuro non è più quello di una volta». Lo scrive negli anni '70 un poeta canadese, Mark Strand⁷. E a mio parere questo vale anche per l'apprendimento. Si tratta, però, di intendersi sul concetto di futuro. I cosiddetti *learning trend*, tendenze nell'apprendimento, sono indicatori del futuro. Un *trend*, nell'accezione appropriata, è una predizione, non qualcosa che sta già accadendo massivamente. È una novità, tangibile, ben identificabile anche se non ancora perfettamente intelligibile, e soprattutto capace di creare una discontinuità rispetto ai modelli in atto. Qualcosa che sta facendo il suo viaggio dall'essere compresa (nei suoi vantaggi e condizioni di efficacia) ad essere applicata. Spesso si tratta di nuove soluzioni tecnologiche, ma anche di metodi, e ancora di più, di approcci generali, cambiamenti di mentalità.

Sono solito organizzare queste tendenze predittive in quattro ambiti: quelle relative allo scopo dell'apprendimento, all'architettura progettuale, alle tecnologie abilitanti, e infine ai processi di produzione dei contenuti digitali. Inoltre possono essere classificate come *emergenti*, quelle davvero nuove (per esempio l'Intelligenza Artificiale Generativa nelle applicazioni come ChatGPT⁸) o come *stabilizzate*, perché pur essendo nella Top10 già da alcuni anni, sono ancora lontane da una adozione massiva (come lo standard di tracciamento dei dati dell'apprendimento xAPI, rispetto al vecchio Scorm⁹).

7 Strand, M. (2006). *Il futuro non è più quello di una volta*. Roma: Minimum Fax.

8 ChatGPT, un agente conversazionale sviluppato con l'intelligenza artificiale GPT (*generative pre-trained transformer*, cioè trasformatore pre-addestrato generativo: bastano pochi input umani per attivare ricche conversazioni e risposte molto articolate e precise da parte della intelligenza artificiale), è ben spiegato da Aranzulla qui: <https://www.aranzulla.it/come-usare-chatgpt-1431592.html> (consultazione 29/04/2023).

9 In una piattaforma di apprendimento digitale, chi inizia un corso *online* in quella piattaforma viene "tracciato", ovvero la piattaforma rileva quando si è iniziato il corso, quando si è concluso e con quale risultato abbia eseguito il test di apprendimento: questi pochi ma essenziali dati sono consentiti da uno standard di comunicazione chiamato SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*, ovvero modello di riferimento per la condivisione di contenuti) rispettato da tutte le piatta-

Infine, non tutti i *trend* sono tali in tutti i settori dell'apprendimento: per esempio, alcuni valgono solo nel mondo del lavoro e delle aziende, come l'Apprendimento nel Flusso di Lavoro (*Learning in the Flow of Work*); ma altri sono davvero trasversali, *di riferimento* per tutti gli studenti e formatori nella Scuola, nell'Università, nell'Impresa. Ed è un punto di riferimento che probabilmente durerà per i prossimi 10 anni (2022-2032), se teniamo conto del tempo medio che una nuova tecnologia/metodologia impiega per passare da emergente a stabilizzata fino allo status di prassi corrente (cessando così di essere un *trend*).

Ho identificato quattro fenomeni trasversali che stanno innovando l'apprendimento:

- Apprendimento a prova di futuro;
- Valutazione dell'apprendimento supportata da intelligenza artificiale (*intelligent assessment*);
- Apprendimento ibrido, apprendimento misto;
- Apprendimento adattivo.



5. I *trend* trasversali

5.1. Apprendimento a prova di futuro

Nonostante le debolezze infrastrutturali, il disinvestimento, le tentazioni post-COVID di tornare al passato, è altamente prevedibile che nel nostro Paese (e in generale nel mondo, secondo la maggior parte degli analisti) il punto di non-ritorno sia passato e che si affermerà un orientamento sistematico al futuro in tutti gli attori dell'apprendimento, clienti e fornitori. In ogni ambito i progetti formativi dovranno cominciare a creare oggi i saperi di domani, persone e competenze a prova di futuro: è la grande sfida di tutto l'apprendimento contemporaneo. La discontinuità in questo caso consiste nel passaggio dalla contrapposizione alla fusione di innovazione ed esecuzione: innovare le esperienze formative tenderà a diventare una attività quotidiana, continua, sistematica. In una parola, *intenzionalità*, non più "reazione" (come al momento del *lockdown*).

La domanda-offerta di innovazione nell'apprendimento è diventata molto più dinamica e principale indicatore di questa dinamicità è la quan-

forme di apprendimento. xAPI, invece, Experience API, in precedenza noto come TINCAN API, traccia molti più dati, anche quelli relativi all'apprendimento che avviene al di fuori di una specifica piattaforma, virtualmente ovunque sul web e anche sconnessi da internet (*offline*).

tività di soluzioni emergenti, negli ultimi mesi, per l'applicazione all'apprendimento di intelligenza artificiale e di metaverso nelle piattaforme, nei contenuti e nella loro produzione, nei servizi. Nascono ovunque, e anche nel nostro Paese, nuove aziende innovative (*start-up*) italiane, e alcune tra le nostre più avanzate società di *digital learning* si alleano, fatto storicamente inusuale, con grandi aziende internazionali (l'alleanza tra Docebo¹⁰ e Edcast¹¹ ne è un esempio¹²).

5.2. Valutazione dell'apprendimento supportata da intelligenza artificiale (*intelligent assessment*)

Un altro *trend* trasversale, che riguarderà o sta già riguardando Scuola, Università, Impresa, è il ripensamento delle strategie di valutazione dei risultati dell'apprendimento. Non a caso Gartner¹³, forse il più importante e ascoltato osservatorio dell'innovazione nel mondo, individua nel ripensare la valutazione (*rethinking assessment*) uno dei principali *trend* nell'educazione superiore. Si tratta, come nel caso precedente, di un cambiamento di mentalità e priorità, prima che tecnologico e metodologico. Vuol dire da una parte concentrarsi anche sulla qualità della valutazione e non solo sulla qualità dell'erogazione di contenuti, dall'altra (soprattutto) rendere la valutazione elemento-guida del processo di apprendimento. Mutuando dalla terminologia dell'insegnamento dei linguaggi di programmazione, mi piace chiamare questa tendenza TFT – *test first training*, ovvero la formazione che mette la valutazione (*test*) al primo posto. La verifica, in altri termini, diventa un'esperienza continua, reinterpretata come competizione, fronteggiamento di sfide di livello di difficoltà progressivamente maggiore, come in un classico gioco immersivo. Solo *dopo* arriva la trasmissione frontale dei contenuti, che scorre nel canale del *feedback* successivo alla sfida, per poi ripetere e migliorare. Sfida-feedback-ripetizione-feedback... apprendimento basato sull'errore. Didattica simulativa, non più residuale, ma centrale. Questa tendenza è ampiamente dimostrata dalla progressiva e sempre maggiore attenzione alle soluzioni basate sulla simulazione e sul gioco. Nel campo dell'apprendimento STEM (dall'inglese *Science, Technology,*

10 Cf. <https://www.docebo.com/it/> (consultazione 30/04/2023).

11 Cf. <https://www.edcast.com/> (consultazione 30/04/2023).

12 Cf. annuncio internazionale nel 2021: <https://www.businesswire.com/news/home/20211209005362/en/Docebo-and-EdCast-Announce-Global-Partnership-to-Provide-Integrated-Enterprise-Learning-Upskilling> (consultazione 30/04/2023).

13 Lowendahl, J.-M. (2022). Gartner Report. *A Higher Education Perspective*.

Engineering and Mathematics) e non solo: si pensi a Knack¹⁴ o a Brilliant¹⁵, applicazioni che valutano e insegnano attraverso sfide, in forma di videogiochi ed esperienze interattive¹⁶.

Nel campo della valutazione, la tecnologia svolge un ruolo fondamentale: quello di rendere la *valutazione* più “intelligente”, come indicato nel titolo di questo paragrafo. Per esempio, l’intelligenza artificiale consente un modo ancora più diretto di valutare capacità, abitudini e comportamenti, attraverso quelle che possiamo definire soluzioni di video-valutazione (*intelligent video assessment*): i soggetti rispondono a domande durante video-simulazioni in Zoom o Teams, e l’analisi delle risposte con tecnologia NLP (*natural language processing*) consente di valutare con un’affidabilità del 99% gli stili di comunicazione verbale e non verbale e in generale un’ampia gamma di abilità comportamentali. Tecnologie di analisi profonda e automatica dei dati rilevati in prove comportamentali sono ormai integrate in moltissime soluzioni di apprendimento digitale, applicabili in ogni settore e competenza, dalle *soft skill* alle conoscenze e capacità tecniche.

Del resto, guardando alla Scuola, sono sempre di più gli Istituti che stanno cercando di sostituire o affiancare i voti numerici a giudizi descrittivi ed elaborati cooperativamente, oltre ad usare sempre più spesso strumenti digitali di valutazione ispirati al gioco. Come abbiamo già rilevato in precedenza, la sempre maggiore focalizzazione sulla valutazione dell’apprendimento è ben dimostrata dalla diffusione sia a Scuola sia in Università e in Azienda (anzi, dalla Scuola, apripista in questo caso, all’Università e all’Azienda) di applicazioni come le già citate Wooclap, Kahoot o Quizlet, che consentono di fare in forma anche *ibrida* una valutazione dell’apprendimento innovativa, arricchita da meccaniche di gioco, accuratamente tracciata e molto meno ansiogena. “In forma anche ibrida”. Questo ci porta direttamente al prossimo *trend*.

5.3. Apprendimento ibrido, apprendimento misto

Il concetto di apprendimento ibrido è nato con la pandemia e ha due diverse accezioni. La definizione più tecnica lo identifica con la classe ibrida, un contesto fisico ma *ibrido* poiché in aula troviamo studenti *presenti fisicamente* con studenti *remoti*, telepresenti, collegati con Zoom,

14 Cf. <https://knackapp.com/> (consultazione 30/04/2023).

15 Cf. <https://brilliant.org/> (consultazione 30/04/2023).

16 Per Knack si veda l’articolo in italiano <https://oneminuteclub.it/knackapp-scopri-il-talento-con-i-videogiochi/> (consultazione 30/04/2023).

Teams, Webex o altro e visualizzati sullo schermo del docente, impegnati come gli altri a vedere, ascoltare e interagire sia con i compagni in classe che con il docente. Quest'ultimo è tanto più efficace quando è capace di coinvolgere anche i partecipanti remoti usando le funzionalità di formazione di cui ormai tutte le applicazioni di videoconferenza sono ampiamente dotate: alzata di mano, chat, condivisione dello schermo, lavagna digitale, quiz e sondaggi, tra gli altri. Nel linguaggio internazionale, si usa un acronimo più preciso: VILT – *virtual instructor-led training*, formazione guidata da un docente virtuale.

La definizione più ampia, invece, identifica con “ibrido” un apprendimento *seamless* (cioè senza soluzione di continuità) dove le tradizionali dicotomie evaporano e tutto si integra in una esperienza multimodale, senza barriere né fisiche né metodologiche: uno spazio integrato di apprendimento formale e informale, personale e sociale, trasmissivo e collaborativo, *offline* e *online*, sincrono e asincrono, 2D e 3D. Questo modo di pensare l'esperienza di apprendimento, che non è necessariamente centrata sulla presenza fisica del docente, rappresenta una versione aggiornata del modello di apprendimento “misto” (*blended learning*). Quest'ultimo è da sempre considerato il modello progettuale più efficace per la sua capacità di integrare i migliori modelli di apprendimento e metterli al servizio di un'esperienza (termine incredibilmente assente dal glossario storico della formazione) di apprendimento ad alto coinvolgimento e flessibilità, e, attraverso questo, più efficace in termini di risultati alle prove di apprendimento e di ritenzione, ovvero la persistenza dell'apprendimento nel tempo.

Nonostante non sia un'idea (e una pratica) nuova, l'apprendimento misto è stato rilanciato in forma potenziata anche in seguito alle necessità indotte dalla pandemia e tende oggi in tutti i settori a diventare un modello non più residuale ma prioritario: una soluzione dove spesso *chi guida* è l'aula virtuale sincrona (che tutti abbiamo imparato ad usare meglio durante il COVID) che si alterna ad esperienze asincrone di micro-apprendimento attraverso applicazioni e dispositivi mobili e a esperienze ibride (a distanza + in aula) di giochi simulativi e di apprendimento collaborativo-cooperativo. “Virtuale-sincrono” e “Virtuale-asincrono” diventano interdipendenti e sono sullo stesso piano, secondo il modello della classe rovesciata: a distanza studio e sviluppo le abilità di base, in presenza/telepresenza interagisco e approfondisco con i docenti, i pari, gli eventuali testimoni esterni.

5.4. Apprendimento adattivo

Il quarto e ultimo *trend* è rappresentato dal modello emergente di *progettazione adattiva*. L'apprendimento adattivo è l'adattamento automatico e continuo dell'esperienza di apprendimento ai comportamenti e ai risultati degli studenti. È una forma di apprendimento algoritmico, poiché si basa su algoritmi – anche di intelligenza artificiale – che garantiscono le caratteristiche di automatismo e di continuità. Sono due caratteristiche importanti perché distinguono l'apprendimento adattivo da altre forme più tradizionali di individualizzazione dell'apprendimento, basate per esempio su attività di *tutoring* o su *test* di valutazione in ingresso (*pre-assessment*) che indirizzano lo studente a un percorso base, intermedio o avanzato in base alle conoscenze possedute all'inizio del percorso didattico.

L'apprendimento adattivo contemporaneo non ha percorsi predefiniti: l'utente inizia il suo percorso (per il quale oggi si usa spesso l'espressione inglese *learning journey*) e questo fin da subito si adatta automaticamente all'utente in base ai risultati a continue domande di controllo, al tempo trascorso sullo stesso argomento – che, se eccessivo, può essere indicatore di difficoltà di comprensione, se troppo veloce, al contrario, di apprendimento superficiale – e ad altri indicatori digitalmente rilevabili. In base ad essi i contenuti vengono riproposti, anche in formati e livelli di difficoltà diversi, portando tutti, inesorabilmente, al massimo risultato di apprendimento. Una soluzione adattiva è, quindi, una soluzione altamente inclusiva che mira alla *mastery*, cioè alla “padronanza”: puro apprendimento, senza troppe concessioni a grafica multimediale ed “effetti speciali”. L'apprendimento adattivo oggi è compiutamente implementato da piattaforme come Area 9-Rhapsode¹⁷ usata con dimostrata efficacia in molti sistemi scolastici nel mondo.



6. Tornando al podcast: consigli per l'uso

Come diceva il grande statistico inglese George Box, «tutti i modelli sono sbagliati ma qualcuno è utile»¹⁸. Lo stesso vale per i *trend* dell'apprendimento. Il loro valore risiede in due fattori:

17 Cf. <https://area9lyceum.it/> (consultazione 30/04/2023).

18 L'aforisma è attribuito a George Box (cf.: https://it.wikipedia.org/wiki/George_Edward_Pelham_Box, consultazione 30/04/2023). Cf. anche citazione in Steven Struhl, *AI Marketing. Predire le scelte dei consumatori con l'intelligenza artificiale*, traduzione di Paolo Poli, Feltrinelli, 2017 (https://it.wikiquote.org/wiki/George_Edward_Pelham_Box, consultazione 30/04/2023).

- la loro capacità di definire i contorni di una rivoluzione, perché il cambiamento in atto nell'apprendimento non è più incrementale, ma drastico, *disruptive* come si è solito leggere;
- la loro capacità di aumentare la consapevolezza di quanto i mestieri dell'apprendimento siano cambiati, stanno cambiando o cambieranno: il docente, il progettista di formazione, il *project manager* di percorsi formativi complessi e di master universitari, il dirigente scolastico, il rettore di un'università, il *manager* di una società di formazione o di un'area di "Formazione & Sviluppo" di un'azienda o di una pubblica amministrazione.

Per tutti la sfida è quella dell'*engagement*: coinvolgere emotivamente e razionalmente, superare la barriera della soglia di attenzione, che si è drammaticamente abbassata negli ultimi anni per effetto di una esistenza crescentemente digitalizzata, vissuta sempre più in tempo reale, sovraccaricata, compulsiva. Ciò che accomuna, in una visione d'insieme, tutte le nuove tendenze nella progettazione e implementazione dell'apprendimento è conquistare l'attenzione, offrire esperienze di apprendimento più significative e compatibili con la vita contemporanea e l'esigenza di un approccio di *lifelong learning*: tre "L" che accomunano tutti i professionisti della formazione dovunque si collochino, tutti, ma proprio tutti, chiamati a mantenere se stessi, costantemente, in *learning mode*, cioè in un curioso, continuo e costante stato di apprendimento.

Questo contributo, umile, insieme a moltissime altre risorse facilmente reperibili grazie al podcast *Storie di Apprendimento Straordinario* (basta iscriversi alle *newsletter* ed essere "raggiunti" nella propria casella di posta elettronica da qualificate risorse di aggiornamento), costituisce un punto di ordine, sintesi e interconnessione tra centinaia di informazioni e conoscenze su cosa cambia nell'apprendimento contemporaneo. La sua ambizione è, con lo strumento agilissimo del podcast, offrire scenari aggiornati e indipendenti, di veloce fruizione e con orientamento non solo a dare risposte, ma a formulare le domande giuste. Non è questa, in fin dei conti, la missione della formazione?

Il mio consiglio finale è quello di continuamente disimparare e imparare, scegliendo e consultando sistematicamente un piccolo ma qualificato gruppo di fonti curate, accreditate e affidabili. Un aiuto può essere costituito dalla bibliografia-webliografia ragionata super-essenziale e basata sull'esperienza personale con cui questo contributo si conclude.



7. Bibliografia-webliografia

Nella mia esperienza di collaborazione con i maestri dell'innovazione nell'apprendimento in Italia, ho sempre apprezzato due “scuole” (senza nulla togliere agli altri numerosi specialisti che si trovano dovunque nel mondo accademico e non), un po' come quelle dei cantautori.

La “scuola genovese”, ovvero l'Istituto Tecnologie Didattiche del CNR di Genova, a mio parere trova il suo massimo rappresentante in Guglielmo Trentin, che ha formato generazioni di formatori. Tutti i suoi libri sono interessanti, quindi non ne indicherò uno nello specifico; le pubblicazioni più recenti sono reperibili al seguente link, e sono quasi tutte in accesso libero: <https://sites.google.com/site/guglielmotrentin/home/pubblicazioni/libri>.

La “scuola toscana” è riassunta nell'opera di Antonio Calvani, altro precursore delle riflessioni sull'apprendimento digitale in Italia, spesso in collaborazione con Gianluca Bonaiuti. Tra le numerose pubblicazioni consiglio il “classico” *Le tecnologie educative: criteri per una scelta basata su evidenze* (in collaborazione con G. Bonaiuti, L. Menichetti, G. Vivanet), Carocci, 2017.

Sempre utile, inoltre, essere informati sulle politiche europee di educazione digitale, e questo è il link principale: <https://education.ec.europa.eu/it/focus-topics/digital-education/action-plan>.

Per l'aggiornamento continuo sull'evoluzione delle tecnologie digitali (essenziale elemento di quello che abbiamo chiamato *learning mode* dei formatori in ogni settore), consiglio vivamente di seguire il canale YouTube di *SingularityU Milan*, il ramo italiano di Singularity University, una community mondiale di innovazione e cultura che diffonde il sapere sulle tecnologie esponenziali (quelle più dirompenti) per affrontare le grandi sfide dell'umanità. L'indirizzo del canale, che contiene ad oggi (aprile 2023) 46 incontri in *streaming* registrati e visibili da tutti, è <https://www.youtube.com/@Singularityumilan>. Il canale si occupa anche di innovazione nell'apprendimento. Segnalo l'incontro 34 – *Tecnologie nell'apprendimento e open education*: <https://www.youtube.com/live/g7625xmv6vM?feature=share>.

Per l'aggiornamento continuo sull'innovazione nell'apprendimento, le risorse più utilizzate dai formatori di tutto il mondo sono essenzialmente due:

- *Training Industry* (<https://trainingindustry.com/>): consiglio di iscriversi (gratuitamente) al *Training Industry Magazine*, la *newsletter* che arriverà comodamente ogni settimana nella casella di posta elettronica di ciascuno.

— *Elearning Industry* (<https://elearningindustry.com/>): anche qui vale la pena di iscriversi alla *newsletter*.

Queste ultime due risorse sono in inglese ma ormai con qualsiasi *browser* è possibile tradurre una pagina web in un italiano soddisfacente.



**Pratica
formativa**

In cammino verso la nuova cittadinanza europea

Didattica *indoor* e *outdoor*, tra gioco e intelligenza artificiale



Marcella Biserni

Il progetto “The Ways of Europe. Walking & Learning”¹ è nato come scambio virtuale per la piattaforma eTwinning a livello internazionale e successivamente è diventato un Erasmus+. L’Intelligenza Artificiale (IA) ha accompagnato la preparazione dello scambio in presenza e del cammino a piedi, attraverso varie metodologie innovative, tra cui la gamification. Con la piattaforma Genially, è stata introdotta la connessione didattica tra realtà virtuale all’interno di una escape room (ER), in cui una Pellegrina deve raggiungere la Cattedrale di Santiago in 4 tappe (stanze), e cammino reale. Il ruolo dell’IA è stato quello di trasmettere in modalità ludica nozioni utili ad affrontare il percorso sul Cammino Portoghese. La escape room, creata in più lingue, è stata funzionale all’apprendimento peer to peer tra discenti di nazionalità diverse e allo sviluppo di competenze trasversali necessarie alla costruzione di una consapevolezza civica europea.

PAROLE CHIAVE: *escape room, Erasmus+, INDIRE, didattica innovativa, didattica outdoor, intelligenza artificiale, Scuoladigitale, Scuola4.0, Cammini europei, Camino Espiritual, Via Francigena, Via Postumia, gamification, digital storytelling*

The “The Ways of Europe. Walking & Learning” project started as a virtual exchange for the eTwinning platform at an international level and later became an Erasmus+. Artificial intelligence (AI) accompanied the preparation of the face-to-face and walking exchange through various innovative methodologies, including gamification. With the Genially platform, the didactic connection between virtual reality and real walking was introduced via an escape room (ER), in which a Pilgrim has to reach the Cathedral of Santiago in 4 stages (rooms). The role of the AI was to transmit, in a playful way, notions useful in facing the route on the Portuguese Way. The escape room, created in several languages, was functional for peer-to-peer learning between learners of different nationalities and the development of transversal skills necessary for the construction of European civic awareness.

KEYWORDS: *escape room, Erasmus+, INDIRE, innovative teaching, outdoor didactics, artificial intelligence, Scuoladigitale, Scuola4.0, European ways, Camino Espiritual, Via Francigena, Via Postumia, gamification, digital storytelling*

1 Progetto eTwinning e Erasmus+ del Liceo G. Fracastoro di Verona 2020/2023: <https://www.liceofracastoro.edu.it/index.php/comunicazioni/notizie/eventi-e-attivita/2166-progetto-cammini-scuola-the-ways-of-europe-walking-learning-un-cammino-di-sostenibilita-e-di-resilienza> (consultazione 23/09/2023).



1. La *gamification* con l'*escape room*, passaggi ed evoluzioni didattiche

Negli ultimi anni la ricerca sulle competenze per il XXI secolo ha investito l'intero settore del *game-based learning*. La gamificazione ha acquisito un valore formativo sempre più importante tra le metodologie didattiche innovative. Tuttavia, si è assistito a un uso più che altro riadattato degli strumenti o delle piattaforme tecnologiche a disposizione; è il caso, ad esempio, delle *escape room* in cui l'ambiente immersivo² ha, però, assunto un riadattamento maggiormente flessibile. L'impiego di tale tipo di *gamification* ha riguardato le competenze disciplinari e trasversali da sviluppare e in particolare lo stimolo collaborativo dettato dal processo di apprendimento in contesto ludico.

L'utilizzo delle *escape room* in ambito educativo è stato mutuato dal contesto industriale³: la prima ER viene realizzata in Giappone nel 2007 per iniziativa della casa editrice SCRAP Enterprises Inc (Corkill, 2009). Se, a livello di mercato, le ER sono cresciute rapidamente ottenendo un enorme successo e proseguendo ancora oggi con la loro ascesa, in ambito educativo la letteratura a riguardo è ancora un *work in progress*. La definizione didattica più calzante di ER risale al 2015: «Escape rooms are live-action, team-based games where players discover clues, solve puzzles, and accomplish tasks in one or more rooms in order to accomplish a specific goal [...] in a limited amount of time» (Nicholson, 2015, p. 1). I compiti o gli enigmi da risolvere possono essere connessi con una narrazione e il *setting* può avere un ruolo, come in un film, oppure ogni puzzle può funzionare in maniera autonoma anche al di fuori della stanza. Non esiste un percorso ottimale per creare una ER; infatti, tutto dipende dagli obiettivi e dalle competenze da sviluppare. Di fondamentale importanza, però, è la squadra con cui si gioca; occorre, poi, sottolineare che questo tipo di *gamification* risulta molto democratico e inclusivo, annullando le differenze di genere e trasformando la diversità in un vantaggio, grazie a maggiori *skills*, conoscenze, abilità fisiche ed esperienze precedenti messe in campo da gruppi di partecipanti disomogenei.

Negli ultimi decenni le sperimentazioni sono state molteplici, al punto di dover coniare una prima definizione di “*escape room* educativa”⁴.

2 Per “immersione” intendiamo qui l'esperienza di essere psicologicamente trasportati in un luogo simulato, realistico o fantastico che sia (Murray, 1997).

3 Il termine “*escape room*” ha fatto la sua prima apparizione nel 2001 in seguito alla pubblicazione del videogioco *The Mystery of Time and Space*. A partire dal 2004, con l'uscita del gioco online giapponese *Crimson Room* di Toshimitsu Takagi, l'ER è diventato un genere distinto dagli altri giochi di avventura.

4 Cf. Edu-Escape Rooms. Encyclopedia 2021, 1: <https://www.mdpi.com/2673-8392/1/1/4> (consultazione 12/10/2023).

Benassi scrive su come «le recenti tecnologie immersive a supporto dell'implementazione di *escape room* virtuali e miste contribuiscano a rendere più adattabile e sostenibile il gioco in contesti di educazione formale» (Benassi, 2019, p. 174). Da allora, a causa anche del contesto pandemico, l'uso delle tecnologie ha “subìto” e/o ha “goduto” di una maggiore spinta verso il mondo virtuale, a seconda degli strumenti posseduti. Comunque, gli esempi di ER educative digitali sono ancora pochi (specialmente in Italia, cf. Dettole & Leonardi, 2021); se ne distinguono due tipi: 1) *Virtual Reality (VR) escape room* e 2) *Mixer Reality (MR) escape room*⁵. La prima è di uso più recente e necessita di visori e di *joystick* per immergersi nell'ambiente di gioco. Benassi specifica che «diventa anche possibile giocare insieme a persone che si trovano fisicamente in luoghi diversi» (Benassi, 2019, p. 181). Si tratta, dunque, di ambienti in cui al pari di una *escape room* fisica, il lavoro di gruppo e cooperativo resta centrale. L'utilizzo dell'IA in una VR ha un ulteriore vantaggio: permette di riutilizzare uno stesso contesto per infiniti scenari di gioco, come in un *videogame*. La seconda permette di vedere il mondo reale, ma con oggetti virtuali da inserire nelle stanze, da costruire o cercare nel *web*, che compongono il *setting* e fanno parte, a tutti gli effetti, della narrazione. Le MR sono spesso associate al termine *augmented reality (AR)*, ma alcuni studiosi ritengono quest'ultima una sottocategoria della prima (Milgram & Kishino, 1994). Di fatto, tre caratteristiche base definiscono questa ER: 1) combina il reale e il virtuale; 2) è interattiva in tempo reale; 3) supporta le tre dimensioni (Benassi, 2019, p. 182).

Nell'epoca della ricerca costante della propria identità, che nei discenti è in costruzione, l'IA può, o forse deve, essere usata per contrastare gli effetti negativi che essa stessa ha provocato: mancanza di empatia con gli altri e incapacità di stare nella solitudine. La tecnologia può sostenere o facilitare l'interazione, ma solo a condizione che chi la utilizza se ne possa disimpegnare in ogni momento. La scuola ha il compito di attribuirle il giusto ruolo, impedendo che essa si sostituisca all'essere umano (AIUDIC PISA, 2021). Ad esempio, lo *storytelling* digitale crea conversazioni tramite delle macchine. Tuttavia tale tipo di relazione può ridursi a uno scambio sterile e a distanza, oppure entrare nelle dinamiche più complesse dell'apprendimento, grazie alla progettazione. L'IA assume una funzione attiva e chiave, quando non è solo trasmissione di contenuti e conoscenze, ma diventa un'esperienza

⁵ Tra il 2017 e il 2018 si è tenuto il corso online “Escape Room per l'educazione” rivolto ai docenti che hanno aderito alla disseminazione delle “Scuole Amiche” nell'ambito del progetto Erasmus+ “Cosmopolitismo Digitale”, coordinato dall'Ufficio Scolastico Regionale della Sardegna.

che stimola il pensiero computazionale con proposte di *digital authentic learning*.

*The Ways of Europe. Playing & Learning*⁶ è il titolo della *escape room* presa qui in esame come studio di caso, che si struttura sul racconto del percorso del personaggio guida e i discenti ne sono i costruttori. Essa segue le modalità e i tre principi di una MR, combinando totalmente il reale e il virtuale e con un'esperienza immersiva originale che da una parte incrocia realtà e metaverso e dall'altra sostituisce la AR. La sovrapposizione dei due mondi e l'avventura (normalmente gestita tramite geolocalizzazione, inserimento di quiz, oggetti in 3D, ecc.) si arricchiscono grazie al viaggio, lento, a piedi, degli studenti nei luoghi studiati e dapprima solo percorsi nell'immaginario virtuale. Qual è l'impatto di questo approccio formativo? I risultati attesi hanno confermato il potenziamento dei processi di apprendimento relativi alle competenze tecnologiche. Inoltre, l'IA ha permesso il lavoro di *cooperative learning* a distanza tra i gruppi classe delle scuole partner e migliorato le abilità di valutazione e autoconsapevolezza. L'IA, dunque, è stata assunta come componente fondamentale *indoor* e ha accompagnato, di pari passo con le altre metodologie *outdoor*, lo scopo educativo di camminare l'Europa e riconoscerla come territorio di convivenza e identità.



2. In cammino dal virtuale al reale

Nell'esperienza di *The Ways of Europe. Playing & Learning*⁷ l'immersione all'interno del gioco (parte fondante di qualsiasi *escape room*) è avvenuta grazie al passaggio graduale dal digitale al reale. In mancanza di spazi adeguati dell'edificio scolastico da adibire a stanze fisiche da scoprire con la realtà aumentata, si è scelto di mantenere la modalità *online* attraverso un ambiente in simulazione, ricreato con la piattaforma Genially. Le stanze virtuali hanno trovato riscontro durante la prima mobilità fisica nella concretezza visiva delle tappe del cammino, in un vero *live action*.

Questo progetto pluriennale, presentato alla fine del 2020, ha proposto agli studenti un metodo originale e concreto dello studio delle

⁶ Link alla ER realizzata (di proprietà del Liceo G. Fracastoro di Verona): <https://view.genially/61af5600e34c940d892020eb/interactive-content-the-ways-of-europe-playing-and-learning> (consultazione 23/09/2023).

⁷ L'attività di *gamification* è stata presentata all'interno del progetto nazionale *InnovaMenti* dell'allora Ministero dell'Istruzione: progetto su metodologie didattiche innovative, rivolto a tutte le scuole italiane di ogni ordine e grado, ideato e gestito dalle EFT (Équipe Formative Territoriali) regionali con il coordinamento nazionale EFT.

culture e delle tradizioni di tre diversi Paesi europei. La storia d'Europa è stata affrontata attraverso la scoperta del turismo lento dei cammini: Santiago de Compostela, Via Francigena e Via Postumia. Gli scambi con le diverse nazioni hanno avuto come obiettivo la valorizzazione del patrimonio europeo, sottolineando l'importanza di un'economia più sostenibile, così come il valore dell'incontro con gli altri in cammino.

L'ideazione e la costruzione del gioco didattico con la ER sono state il frutto di un percorso molto più ampio e articolato basato su conoscenze già acquisite. La presenza dell'attività di *gamification* nel progetto ha origine nella progettazione di un ricorso all'intelligenza artificiale a vari livelli con l'utilizzo di piattaforme, fino ad arrivare ad immaginare, attraverso lo schermo e le figure in 3D del gioco, ciò che di lì a poco gli studenti avrebbero vissuto. Infatti, a causa della pandemia, le attività nell'a.s. 2020/2021 e nella prima parte del 2021 sono state esclusivamente virtuali e condivise su varie piattaforme, in primis eTwinning (oggi ESEP)⁸. Inoltre, sono state organizzate conferenze *online* con esperti e testimoni di vari cammini europei. Durante questo lungo periodo senza la possibilità di viaggiare, le scuole coinvolte nel progetto (nel frattempo divenuto Erasmus+⁹) hanno studiato i percorsi dei cammini vicini ai propri territori e oggetto delle mobilità previste. I risultati didattici hanno portato alla realizzazione di molti prodotti interdisciplinari: presentazioni multimediali (in inglese, francese, spagnolo), *storytelling* digitali, grafici statistici creati con Canva e altre piattaforme, inchieste, *brochure* turistiche¹⁰, quiz, sondaggi multimediali, video interviste¹¹, ecc. Questi prodotti hanno permesso l'archiviazione di informazioni testuali e visive, oltre all'acquisizione di un bagaglio conoscitivo e di competenze essenziali per lo sfondo narrativo della ER. Il virtuale si è mescolato sempre di più al reale con l'avvicinarsi della prima mobilità nella primavera

8 ESEP è la nuova *European School Platform* della Commissione Europea, che da metà 2022 sostituisce la più nota piattaforma eTwinning: <https://school-education.ec.europa.eu/it> (consultazione 24/09/2023).

9 Il progetto è stato finanziato dall'azione Chiave 1 di Erasmus+, anche conosciuta come Accredimento scuole, che rientra nel piano 2021/2027. Tra le quattro priorità del nuovo Programma europeo per l'istruzione, la formazione, la gioventù e lo sport troviamo la sostenibilità e l'innovazione digitale. I finanziamenti hanno lo scopo di supportare le istituzioni scolastiche nel contesto dell'internazionalizzazione e il *lifelong learning*: <https://www.erasmusplus.it/> (consultazione 24/09/2023).

10 Le *brochure*, come altri lavori multimediali, sono state inserite nel Padlet condiviso con i partner: <https://padlet.com/thewaysofeurope1/the-ways-of-europe-s-brochures-informations-s7pxvteayiaf551> (consultazione 24/09/2023).

11 Esempio tratto dal sito e canale YouTube: <https://youtu.be/QYVgLZmqi7s> (consultazione 24/09/2023).

2022 a Pontevedra (Galizia), in cui i partecipanti hanno interpretato fisicamente il personaggio guida della *escape room* con il proprio agire. La prospettiva di immergersi e di entrare nelle immagini delle stanze create virtualmente ha coinvolto la classe intensamente; in questo caso, più che per l'intento di trovare una soluzione a un enigma, la motivazione (Sailer *et al.*, 2017) si è innescata grazie alla necessità di contestualizzare e dare concretezza al metaverso. Dopo aver usato per la progettazione del gioco (*game design*)¹² le immagini e le informazioni relative alle tappe previste del Cammino Portoghese (variante *Espiritual*), i discenti hanno sperimentato realmente il percorso, scoprendo dal vivo ciò che avevano esplorato e progettato virtualmente.

La struttura della ER realizzata mantiene un personaggio guida (la Pellegrina) da condurre alla meta tramite le informazioni reperite per superare i livelli di gioco e percorrere le tappe (stanze). Ciò permette una didattica attraverso il gioco pienamente inclusiva, perché è possibile sbagliare prima di poter apporre il timbro e passare alla tappa (stanza) successiva, senza cadere, senza vesciche né paura di perdersi veramente. Poi, nel mondo reale quelle stesse informazioni contribuiscono a raggiungere l'obiettivo, oltre a facilitare la prosecuzione del raggiungimento delle tappe e, infine, l'arrivo nella Piazza dell'Obradoiro a Santiago de Compostela. Gli ostacoli virtuali, però, possono presentarsi davvero, rendendo necessarie tutte le competenze e le informazioni "messe in gioco" precedentemente nel contesto virtuale per evitare danni e per raggiungere la meta. Non è più una realtà bidimensionale o in 3D ma a tuttotondo dove il gioco diventa una cosa seria: ciò che era "realistico" diviene reale e percettibile dai cinque sensi, anche se può comunque ancora sorprendere. Secondo Duplessie (2013) la combinazione di tre elementi scatena l'immersione dei giocatori/studenti: 1) sentirsi parte di uno spettacolo; 2) sentirsi eroici; 3) confrontarsi con una prova impegnativa. Nel nostro caso rimane costante l'elemento di sfida che rappresenta il motore e il punto focale dell'azione, mentre gli altri due fattori tipici delle *escape room*, secondo Duplessie, non sono stati presenti durante il percorso. Entrambi, tuttavia, sono entrati in gioco al suo termine come risultato all'arrivo a Santiago, dopo 100 km, percorsi con i propri piedi... nella realtà.

12 Si è tratto spunto da Botturi & Babazadeh (2021).



Figura 1. Plaza del Obradoiro, Santiago de Compostela. A (s)passo leggero verso la fine del mondo.

3. A passo lento nella costruzione del percorso di gioco



In ambito didattico, in mancanza di esperti di *game design* tra i discenti, è fondamentale mostrare in classe come si costruisce una ER. Inoltre, se si utilizza una piattaforma, è bene mostrare le funzioni offerte dal *software*. Il docente, che funge da Master o Tutor, propone un esempio di ER su piattaforma virtuale e ne illustra l'utilizzo e le modalità di *editing*. In un secondo momento è necessario costruire un gioco insieme e, a passo lento, gli studenti affrontano con il docente gli strumenti più tecnici: dalla

ricerca delle immagini (inclusa l'importanza del diritto d'autore anche per ciò che concerne la parte sonora), all'inserimento dei testi o ipertesti, fino alla costruzione stessa dei giochi o enigmi. Questi ultimi possono variare a seconda della ER. Nel caso di *The Ways of Europe* sono state scelte dagli studenti delle attività di *problem solving*, tramite il *memory* o domande a scelta multipla. A queste domande era possibile rispondere documentandosi tramite i *link* forniti dai *game designer* (gli studenti). Molte attività sono state svolte in *cooperative learning* da remoto, non potendo lavorare in presenza e in laboratorio informatico a causa delle misure sanitarie per fronteggiare l'emergenza coronavirus. I piccoli gruppi hanno gestito in autonomia il tempo per lavorare a distanza alla ER progettata, anche attraverso collegamenti e documenti *drive* condivisi in Google Workspace. Il lavoro cooperativo è iniziato, innanzitutto, dalla ricerca di informazioni verificate e attinenti a ciascuna delle tappe assegnate, costituendo le basi per la stesura, in due lingue (francese e spagnolo), dei contenuti testuali: consegne, spiegazioni, indicazioni del personaggio guida, piste da seguire, ecc. Questa fase redazionale è fondamentale e *conditio sine qua non*, prima di passare all'inserimento dei giochi o delle immagini in piattaforma. Gli studenti, come in un *digital storytelling*, devono aver chiaro il percorso su cui vogliono condurre il futuro giocatore; una specie di impianto intorno al quale allestire la scenografia. Gli strumenti forniti dal *game master* possono essere vari; nel caso qui preso in esame sono stati usati quelli messi a disposizione da Google Workspace, Padlet, piattaforme social (per l'uso di immagini di altri pellegrini concesse tramite Facebook), app o piattaforme specifiche per la creazione di video o ritocco delle immagini (Canvas o Adobe Spark).

Genially, come già detto, è la piattaforma principale su cui è stato progettato il percorso, sia per la creazione della *escape room* sia per la progettazione della maggior parte dei giochi o enigmi da risolvere. Le difficoltà incontrate sono state molteplici per ciò che concerne l'uso della tecnologia in sé e per l'organizzazione del *cooperative learning*. Uno degli svantaggi di Genially, infatti, consiste proprio nella impossibilità per i collaboratori invitati al progetto di lavorare contemporaneamente. La classe era stata avvisata previamente di questo ostacolo dal *game master*. Per tale motivo, è stato necessario trovare degli *escamotage*, per esempio suddividere ulteriormente tempi e ruoli, in modo tale che gli interventi dei partecipanti non si sovrapponevano. Altresì, i quattro gruppi hanno lavorato separatamente in sotto-progetti all'interno della piattaforma e, solo una volta ultimata la propria stanza, hanno riportato il risultato nello spazio dedicato al progetto originario e comune.

La Figura 2 presenta la *home page* della ER con i simboli principali successivamente ripetuti nelle stanze e con le spiegazioni relative al gioco e alle regole nelle due lingue. Ai discenti è stato raccomandato di fornire indicazioni e spiegazioni chiare e brevi, ma sufficientemente dettagliate, avendo in mente chi avrebbe partecipato al gioco. Gli *step* da seguire sono segnalati da numeri e le immagini mostrano i tratti caratterizzanti del percorso virtuale come di quello reale: la mappa del Camino Espiritual con le località principali da attraversare, la Pellegrina, le scarpe (essenziali per camminare e giungere alla meta), lo zaino come simbolo del bagaglio conoscitivo (ossia gli strumenti necessari alla sopravvivenza) che qui assume la funzione di porta d'accesso per poter proseguire. A sinistra in alto, è stato posto il logo del progetto, anch'esso creato dagli studenti delle scuole partner e scelto, tra una rosa di proposte, attraverso un *contest* via Facebook. Sarebbe stato interessante allestire una stanza da adibire a *escape room* mista con tali oggetti concreti a fungere da enigmi da svelare attraverso le app per AR dei cellulari. Purtroppo, come già sottolineato, a causa delle ancora vigenti restrizioni pandemiche e per la mancanza di spazi ciò non è stato possibile.



Figura 2. Schermata iniziale della ER.

Un'ultima criticità è stata costituita dal fattore tempo in quanto, come in una sorta di modulo didattico, i tempi di attuazione si sono amplificati, soprattutto quando i discenti non conoscevano la piattaforma o il tipo di strumento tecnologico utilizzato e dovevano acquisire maggiori competenze tecnologiche.

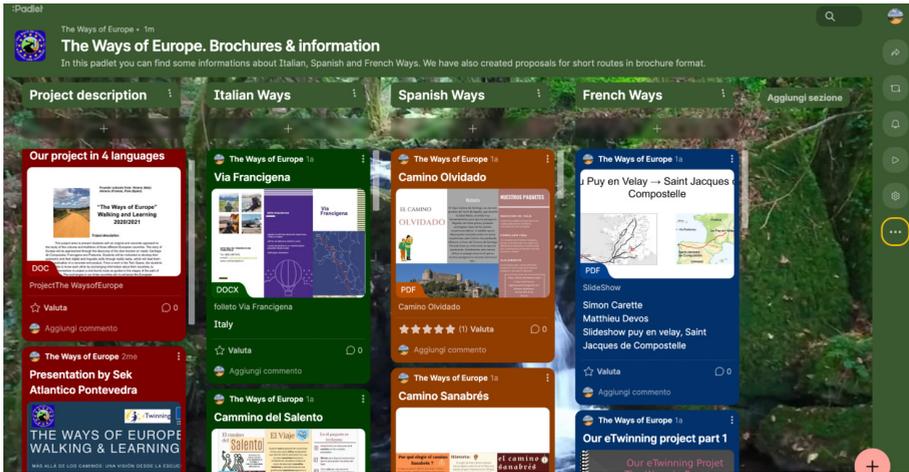


Figura 3. Home page del Padlet.

Uno dei vantaggi emersi, invece, è che nella realtà virtuale ricreata le immagini sono passate al vaglio dei diritti d'autore, aprendo un capitolo dedicato e delicato, ma di fondamentale importanza. La diffusione in rete del prodotto finale ha permesso di affrontare in classe l'argomento e, in questo caso, sono stati usati i *social* per chiedere aiuto, con spirito pellegrino, e ottenere la concessione di immagini reali dei luoghi del cammino. La scelta dei materiali da inserire e le modalità lecite da mettere in atto rientrano tra gli obiettivi di una ER, se condivisa e divulgata. I discenti hanno, dunque, imparato giocando che non tutto è permesso, sebbene si trovino ad agire nel mondo virtuale. Esiste un'etica tecnologica, ovvero una *Slow Tech* (Patrignani, 2015), che in questo progetto ha seguito le tracce dello *Slow Tourism* e della sostenibilità. La realizzazione della ER ha percorso la linea tracciata dagli obiettivi principali: sollecitare un importante scambio di informazioni, idee e culture, focalizzato soprattutto sulle prospettive di lavoro ed economiche, collegate alla natura e alle reti del turismo lento.

L'IA ha potenziato i risultati, sviluppando nei discenti competenze non solo tecnologiche ma anche trasversali: senso critico, autonomia e responsabilità. Il termine "etica", quasi naturalmente associato al contesto ambientale, è stato ulteriormente combinato alla tecnologia, assumendo il senso di "etica educativa". Questo nuovo approccio alla natura e alle logiche dell'IA è entrato in modo lento e graduale nella quotidianità e nel *modus pensandi* dei gruppi classe dei tre Paesi partner. Nell'anno precedente alla prima mobilità, infatti, le conferenze *online* hanno suscitato curiosità negli studenti e fornito loro molte informazioni uti-

li alla creazione delle presentazioni e dei racconti multimediali (*digital storytelling* tramite presentazioni Google o video). Il gruppo italiano si è cimentato nella produzione di *brochure* turistiche sui cammini italiani e spagnoli, basate sui modelli di Canva, poi raccolti in Padlet e condivisi sul TwinSpace. Gli studenti francesi hanno approfondito la parte concernente la Via Francigena e il suo impatto sul turismo lento. L'avvicinamento al mondo dei cammini ha permesso alle studentesse del Liceo linguistico Fracastoro di migliorare le proprie competenze nelle tre lingue studiate; per gli studenti francesi del Liceo Branly, specializzato nella formazione ingegneristica, è stata l'occasione per sperimentare una loro invenzione: una lampada a luce solare da attaccare allo zaino.

Durante tutti i lavori preparatori ed esplorativi, gli studenti hanno sviluppato un forte senso di autonomia e di responsabilità, ulteriormente incrementato tramite l'attività di ricerca interdisciplinare e l'esperienza concreta di scambio. Le immagini e le conoscenze apprese pre- e post-mobilità sono state utilizzate per il prodotto finale: un sito¹³ che si presenta come un itinerario visivo, dove si possono reperire le informazioni necessarie sui cammini, ma soprattutto sui tragitti percorsi dagli studenti per trarre vantaggio dalla loro esperienza.

L'elemento innovativo di questa esperienza educativa risiede nel fatto che, mentre normalmente c'è una realtà che rimane fuori dallo schermo, isolata dalle *escape room* standard (Sailer *et al.*, 2017), nella realizzazione di *The Ways of Europe. Playing and Learning* (ER mista) la realtà si trasforma in senso inverso, dal metaverso al tangibile, permettendo ai discenti di fare esperienze spazio-temporali concrete. I fiumi lungo il tratto della Ruta da Pedra e da Agua (Fig. 4), i boschi, i suoni e i simboli del cammino, l'oceano, la Cattedrale di Santiago e tutti gli altri luoghi, le persone incontrate cercando informazioni e immagini sul percorso spagnolo e sugli altri (futuri) che il progetto prevedeva (Via Postumia e Via Francigena¹⁴) hanno messo in gioco *skills* e competenze da sviluppare o da potenziare. Gli studenti hanno lavorato acquisendo e aumentando la loro consapevolezza nell'utilizzo delle tecnologie, in una sorta di unione inscindibile con le attività *outdoor*. La natura e l'IA sono stati strumenti per lavorare in gruppo, affrontare le difficoltà e risolverle, instaurando una connessione tra questa combinazione metodologica e l'apprendimento.

13 Il sito è ancora in costruzione e per motivi di *privacy* non viene qui riportato.

14 Queste due mobilità sono state realizzate nei mesi di settembre 2022 e marzo 2023 da altre classi delle stesse scuole *partner*.

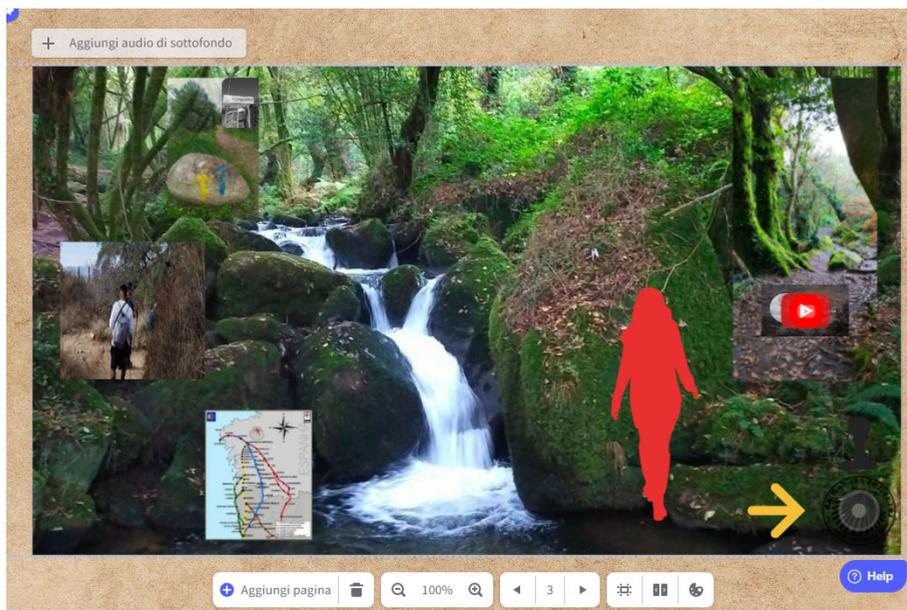


Figura 4. Una stanza/tappa della ER.



4. Conclusioni: condivisione e riciclo didattico

The Ways of Europe. Walking & learning si potrebbe definire come un nuovo tipo di adattamento a una *escape room* mista, tra digitale e reale, con possibilità di realizzazione in *outdoor*. La peculiarità, dunque, di questo gioco, al contrario di una abituale MR o di una VR, è che può avere una sua prosecuzione al di fuori dell'aula e delle stanze virtuali predefinite. È possibile, quindi, il *reboot*, anche a fronte di un progetto diverso, in cui altri studenti possono acquisire informazioni su un cammino e, più in generale, sviluppare competenze collaborative, creative, trasversali, oltre che conoscenze interdisciplinari. A questo proposito, riconsiderando il prodotto finale a distanza di tempo, sarebbe opportuno prevedere l'uso della realtà aumentata, utilizzando oggetti concreti e app in un mini-percorso preparatorio al cammino e facendo *orienteering* sul territorio. L'uso di applicazioni da cellulare come Actionbound, per esempio, potrebbe sostituire la piattaforma da computer e agevolare le attività in ambiente fisico, registrate e memorizzate attraverso l'intelligenza artificiale. Questa applicazione trasformerebbe l'ER in una gincana (per esempio una caccia al tesoro) virtuale, costruita all'interno di un'attività di *design thinking* realizzata dai gruppi classe.

Nel caso di *The Ways of Europe* l'elemento ludico all'interno del percorso didattico ha rispettato il contesto tipico di una ER, infatti uno o più gruppi di giocatori hanno affrontato le prove progettate da altri discenti, spesso di altre scuole o di altre classi dello stesso istituto. Ogni sottogruppo ha cercato di trovare la chiave (*password*) della stanza creata dagli altri, al fine di poter apporre virtualmente il timbro sulla credenziale¹⁵ della Pellegrina e passare alla tappa successiva. Così facendo, ogni stanza è stata sperimentata prima di essere presentata durante l'accoglienza presso la scuola *partner*. Durante la mobilità a Pontevedra le studentesse italiane hanno gestito, a turno, il gioco alla LIM, cedendo poi il posto ad alcuni compagni spagnoli. Per le quindici studentesse italiane, le sfide tra i sottogruppi sono state un'opportunità per autovalutare e potenziare le proprie competenze e capire se, sia a livello linguistico sia tecnologico, vi fossero *gap* comunicativi o se il grado di difficoltà scelto per le prove da superare fosse troppo alto.

È stato interessante notare come gli studenti spagnoli fossero sorpresi e stimolati dalla ER, che non conoscevano come metodologia, nonostante i luoghi trattati fossero per loro familiari, essendo limitrofi alla loro città. Il momento di *debriefing* (ultima fase prevista da una ER educativa) ha coinciso con la messa in atto del gioco stesso, fornendo informazioni utili anche agli allievi ospitanti. L'osservazione e la riflessione hanno avuto una prosecuzione durante il cammino verso Santiago ovvero quando le immagini stesse non erano più solo un elemento costitutivo di un gioco, ma qualcosa di reale da affrontare per acquisire maggiore consapevolezza di sé, anche a livello personale. Il personaggio guida, la Pellegrina, ha lasciato il posto a quindici giovani camminatrici, che a ogni passo riconoscevano le tappe create nelle stanze virtuali e proseguivano seguendo i "suoi" consigli per evitare possibili pericoli o l'eventualità semplicemente di perdersi.

Il *reboot* ha preso sempre più forma dopo il rientro dalla Spagna, in quanto le studentesse partecipanti alla prima fase del progetto e alla creazione della ER hanno lasciato in eredità ad altre classi non solo i materiali didattici multimediali sui diversi territori esplorati dal progetto, ma anche l'esperienza vissuta in cammino e le emozioni riportate nei loro *feedback* al ritorno dalla Spagna. Nell'anno scolastico successivo (2022-2023), il cammino è proseguito con un'altra classe dell'istituto, che ha realizzato l'accoglienza delle scuole *partner* a Verona sulla Via Postumia (autunno 2022)

¹⁵ La credenziale è il passaporto del pellegrino, che deve essere timbrato a ogni tappa. La *compostela* è il documento che attesta la fine del pellegrinaggio. Il gruppo classe italiano ha creato una sorta di *badge/compostela* animata che si riceve all'arrivo virtuale nella Piazza dell'Obradoiro.

e poi la mobilità in Francia su un tratto della Via Francigena (primavera 2023). Nel riprogettare le attività per *The Ways of Europe reloaded* l'utilizzo della IA è stato maggiore privilegiando i percorsi CLIL in storia dell'arte e matematica rivolti, questi ultimi, al potenziamento delle STEAM.

Un'ulteriore conferma dell'impatto positivo sui protagonisti come sull'intera comunità scolastica è stata la nomina del progetto a Role Model Erasmus 2022 (tra i 7 in tutta Italia per l'ambito sostenibilità). L'uso di una metodologia didattica in *outdoor*, combinata alle tecnologie innovative, è risultato vincente nell'ottica di un apprendimento in movimento attraverso il corpo e i sensi, che le stesse ER, anche solo virtuali, mirano a stimolare. Inoltre, la tematica trattata rispetto a un uso delle tecnologie rivolto alla sostenibilità ambientale e all'etica educativa ha posto al centro dell'attività la trasversalità dell'IA e l'esigenza di un'educazione al suo uso con attenzione ai comportamenti da adottare, in modo autonomo e consapevole. Nell'ottica di un ecosistema scuola questo progetto è riuscito a suscitare nei partecipanti una connessione, nata dalla condivisione delle gioie e dei dolori del cammino, che potremmo definire una "ecologia affettiva" (Barbiero, 2017), con l'obiettivo di sviluppare e allenare il senso civico di comunità. Infatti, per la forte presenza di interdisciplinarietà e trasversalità, tale attività è stata valutata anche in seno a Educazione Civica per le competenze acquisite in ambito digitale e linguistico, in materia di cittadinanza europea e sul piano della consapevolezza.



Riferimenti bibliografici

- ADORNI, G., ALLEGRA, M., GAGLIO, S., GENTILE, M., & SCARABOTTOLO, N. (a cura di) (2021). Atti del Convegno Nazionale *DidamatiCa 2021*, Area della ricerca di Palermo del Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto per le Tecnologie Didattiche, Palermo, 7-8 ottobre 2021.
- AIUDIC PISA (2021). Atti del Convegno Nazionale *DH per la società: e-guaglianza, partecipazione, diritti e valori nell'era digitale*, Associazione per l'Informatica umanistica e la cultura digitale, Pisa, 19-22 gennaio 2021.
- BARBIERO, G. (2017). *Ecologia Affettiva. Come trarre benessere fisico e mentale dal contatto con la Natura*. Milano: Mondadori.
- BENASSI, A. (2019). Escape room a scuola: ambienti fisici e virtuali per l'apprendimento. *Italian Journal of Educational Technology*, 27(2), 174-185, DOI: 10.17471/2499-4324/1056.
- BOSCHETTI, F., DEL GROSSO, A.M., & SALVATORI, E. (2021). AIUCD 2021. Book of Extended Abstracts. *Quaderni di Umanistica Digitale*. DOI: 10.6092/unibo/amsacta/6712 (consultazione 25/09/2023).

- BOTTURI, L., & BABAZADEH, M. (adattamento di) (2021). *Progettare Escape Room educative*. School Break, Manuale 2, versione Svizzera italiana. Traduzione di B. Bedani, http://www.school-break.eu/wp-content/uploads/2021/04/SB_Handbook2_ProgettareEscapeRoomEducative_CH-IT_final.pdf (consultazione 25/09/2023).
- CORKILL, E. (2009, 20 Dec.). Real escape game brings its creator's wonderment to life. *The Japan Times*, <https://www.japantimes.co.jp/life/2009/12/20/general/real-escape-game-brings-its-creators-wonderment-to-life/> (consultazione 25/09/2023).
- DETTOLE, D., & LEONARDI, R. (2021). Didactics' Escape. L'uso dell'Escape Room nella didattica della storia. *Novecento.org*, 16, <https://www.novecento.org/uso-pubblico-della-storia/didactics-escape-l-uso-dell-escape-room-nella-didattica-della-storia-7125/> (consultazione 25/09/2023).
- DORIANA, D., & LEONARDI, R. (2021, agosto). Didactics' Escape. L'uso dell'Escape Room nella didattica della storia. *Novecento.org*, 16, DOI: 10.52056/9788833139883/14 (consultazione 25/09/2023).
- DUGNOL-MENÉNDEZ, J., JIMÉNEZ-ARBERAS, E., RUIZ-FERNÁNDEZ, M.L., FERNÁNDEZ-VALERA, D., MONK, A., & MERAYO-LLOVES, J. (2021). A collaborative escape room as gamification strategy to increase learning motivation and develop curricular skills of occupational therapy students. *BMC Medical Education*, 21, 544, <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02973-5> (consultazione 25/09/2023).
- DUPLESSIE, M. (2013). *Go analogue*, TedxBoston, <https://www.youtube.com/watch?v=tTcl5I0WbzK> (consultazione 25/09/2023).
- GOMATI, I. (2017). "The Golden Rule": A Portable Escape Room designed to promote empathy and playfulness in challenging social contexts. *Creative Studies Graduate Student Master's Projects*, 262, <http://digitalcommons.buffalostate.edu/creativeprojects/262> (consultazione 25/09/2023).
- MILGRAM, P., & KISHINO, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- MURRAY, J.H. (1997). *Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- NICHOLSON, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*, White Paper available at <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf> (consultazione 25/09/2023).
- PATRIGNANI, N. (2015). Slow Tech: per un'informatica buona, pulita e giusta. *Mondo Digitale*, 14(59), 1-9, <http://hdl.handle.net/10807/78338> (consultazione 29/01/2024).
- SAILER, M., HENSE, J.U., MAYR, S.K., & MANDL, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction, *Computers in "Human Behavior"*, 69, 371-380, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>.

L'uso della realtà aumentata e virtuale in ambito educativo

Un'esperienza significativa nella didattica inclusiva

G. Filippo Dettori, Barbara Letteri

Il presente contributo descrive una sperimentazione finalizzata a verificare l'efficacia dell'utilizzo della realtà aumentata nella didattica scolastica per promuovere l'inclusione di un'allieva con disabilità intellettiva nella scuola secondaria di primo grado. Il contributo, a partire dalla descrizione di una unità di apprendimento (UdA) e del percorso effettuato in classe con l'utilizzo delle tecnologie didattiche, dimostra quanto queste possano favorire l'apprendimento e l'inclusione degli studenti con bisogni educativi speciali (BES). In tale sperimentazione si sono utilizzati strumenti specifici di realtà aumentata e realtà virtuale per l'insegnamento del sistema circolatorio. Il team dei docenti di classe e di sostegno è stato supportato in tutte le fasi (dalla progettazione alla valutazione) da due ricercatori dell'Università di Sassari che, in diverse occasioni, sono stati presenti in classe durante le attività didattiche che saranno di seguito illustrate. La descrizione del lavoro può rappresentare un esempio di utilizzo efficace delle tecnologie per favorire la comprensione di tematiche complesse da parte di soggetti con difficoltà di apprendimento – nel caso specifico causata da disabilità intellettiva – e, al contempo, favorire processi inclusivi all'interno della classe.

PAROLE CHIAVE: realtà aumentata, realtà virtuale, apprendimento, BES, formazione continua

This article describes an experiment aimed at verifying the effectiveness of using augmented reality in school didactics to promote the inclusion of a pupil with intellectual disabilities in lower secondary school. Starting from the description of a learning unit and the activities set up in the classroom with the use of educational technologies, the article demonstrates how these can promote the learning and inclusion of students with special educational needs (SEN). In this experiment, specific augmented reality and virtual reality tools were used for teaching the circulatory system. The team of class and support teachers was helped at all stages (from planning to evaluation) by two researchers from the University of Sassari who, on several occasions, were present in the classroom during the teaching activities that will be illustrated below. This experimentation may represent an example of the effective use of technology to foster the understanding of complex topics by students with learning difficulties – in this specific case caused by intellectual disabilities – and, at the same time, to foster inclusive processes within the classroom.

KEYWORDS: augmented reality, virtual reality, learning, special educational needs, lifelong learning

1. L'utilità delle tecnologie per l'apprendimento: realtà aumentata e virtuale nei processi inclusivi



Già da diversi anni, sperimentazioni e ricerche hanno dimostrato che le tecnologie per l'informazione e la comunicazione (TIC) possono rappresentare un'ottima opportunità di apprendimento e di supporto per tutti gli alunni con bisogni educativi speciali (BES) e quindi per gli allievi con disabilità e non solo¹ (Carruba, 2014). L'efficacia dell'utilizzo delle TIC per l'inclusione di allievi con disabilità è stata dimostrata, anche in ambito di progettazione assistita, nella *special education* (Francisco *et al.*, 2020). I risultati delle ricerche sono stati recepiti in ambito normativo; infatti, nella legge 107/2015² e, in particolar modo, nel Piano Nazionale Scuola Digitale³ (PNSD), si definiscono le molteplici opportunità delle TIC per garantire una svolta innovativa dal punto di vista didattico e metodologico, come hanno dimostrato ed evidenziato chiaramente alcuni studi del settore (per es. Dettori & Letteri, 2021). Oggi, in particolare, la diffusione delle applicazioni che si basano sulla realtà aumentata (AR) e virtuale (VR) rappresentano una tecnologia in grado di arricchire l'interazione con il "mondo reale" attraverso elementi virtuali che perfezionano il *set* informativo dei contenuti disciplinari affrontati (Cottini *et al.*, 2020).

Esistono delle importanti differenze tra realtà virtuale e realtà aumentata: vi è una chiara linea di demarcazione tra i due ambiti anche in merito all'efficacia in ambito educativo e didattico. Nella realtà virtuale si sperimentano e si vedono solo oggetti virtuali con un'ambientazione simulata (Gabbari *et al.*, 2017); nella realtà aumentata, invece, la tecnologia migliora la percezione della realtà sovrapponendo ad essa oggetti o informazioni virtuali visibili all'interno dell'ambiente in cui viene creato (Klopfer & Sheldon, 2010). La didattica che ricorre a tali opportunità, pertanto, si colloca in un *continuum* tra il completamente reale e il completamente virtuale (Milgram & Kishino, 1994).

La componente digitale veicola informazioni in grado di facilitare e potenziare i processi elaborativi e comprensivi; inoltre le applicazioni AR/VR hanno costi contenuti o sono del tutto gratuite. Questa tecnologia, asso-

1 Nella categoria dei Bisogni Educativi Speciali (BES) rientrano tre sottocategorie: le disabilità certificate da l. 104/92, all'interno delle quali troviamo anche la disabilità intellettiva, gli alunni con Disturbi Specifici dell'Apprendimento certificati con l. 170/2010 e gli alunni con Bisogni Educativi Speciali, con svantaggio culturale, sociale, economico, ecc., che causano difficoltà di apprendimento, normati dalla Direttiva 27/12/2012.

2 Cf. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2015/07/15/162/sg/pdf> (consultazione 25/09/2023).

3 Cf. <https://www.miur.gov.it/documents/20182/50615/Piano+nazionale+scuola+digitale.pdf/5b1a7e34-b678-40c5-8d26-e7b646708d70?version=1.1&t=1496170125686> (consultazione 25/09/2023).

ciata all'istruzione, permette di sviluppare scenari educativi improbabili e altrimenti impossibili da realizzare. In ambito scientifico, ad esempio, utilizzando queste modalità è possibile rappresentare qualcosa di molto piccolo come una molecola o grande come un elefante e tenerlo in mano, in una scala pratica impensabile nella realtà.

L'AR facilita lo studio di concetti astratti come le forme geometriche tridimensionali, spesso difficili da comprendere tramite immagini piatte come quelle inserite nei libri di testo. Inoltre, le forme geometriche – ma anche molecolari – possono essere manipolate agevolmente per essere osservate da qualsiasi angolazione; migliora, in questo modo, la loro visualizzazione spaziale. L'AR può essere utilizzata anche nella modellizzazione di oggetti, permettendo così di mostrare agli studenti come un oggetto può apparire in differenti scenari. I modelli pensati possono essere realizzati velocemente e modificati. Gli alunni ricevono, da parte dell'insegnante, una rapida risposta (*feedback*) sul proprio *design* e sulle proprie idee, in modo da verificarne e identificarne le contraddizioni o gli eventuali problemi che richiedono una risposta differente (Tartaglia, 2017).

Le persone con disabilità intellettiva presentano due ostacoli sostanziali nell'apprendimento: le limitazioni nei processi cognitivi e le difficoltà ad accedere a un corretto apprendimento. Le applicazioni che utilizzano la realtà virtuale possono offrire un valido supporto agli studenti con tali disabilità migliorando l'apprendimento perché la didattica tiene conto delle loro specifiche difficoltà. Gli studi hanno dimostrato che studenti con disabilità intellettiva e senza un'adeguata preparazione informatica non hanno rivelato difficoltà nell'utilizzare sistemi digitali recenti poiché motivati nel raggiungere l'obiettivo (Perrone, 2017). L'utilizzo di tecnologie come la realtà aumentata porta, quindi, le persone con disabilità intellettiva ad avere un minor livello di ansia nello svolgere determinate mansioni, avere un costante miglioramento delle *performance* e mantenere un livello di motivazione più alto durante tutta l'esecuzione del compito; consente di trasferire le competenze sviluppate nella AR/VR alla vita reale (Dettori & Carboni, 2021).

Una recente ricerca ha analizzato i possibili vantaggi sulla salute di persone affette da disabilità intellettiva, dimostrando, per esempio, che mediante l'apprendimento di *routine* quotidiane adeguate possono imparare a utilizzare i mezzi pubblici, evitando i pericoli derivati dal traffico (Caviglia, 2020). Le attività didattiche in AR/VR possono, inoltre, essere impiegate per facilitare apprendimenti con specifiche situazioni di disabilità quali autismo, disabilità intellettiva e ADHD, sia a livello scolastico che extrascolastico (Cottini, 2017). Questo perché gli alunni ricevono dal sistema una risposta rapida in modo da verificarne e identificarne le contraddizioni o gli

eventuali problemi che richiedono una risposta differente. Tramite la realtà aumentata e la realtà virtuale i discenti possono accedere alla conoscenza in modo pratico e più agevole, migliorando anche le prestazioni, spesso ansiose, potenziando così la *performance*. La AR e la VR, tecnologie di ultima generazione, possono dunque fornire un valido supporto e la loro applicazione nella formazione potrebbe comportare un cambiamento positivo nel paradigma dell'apprendimento (Menapace, 2014).



2. L'intervento educativo

La sperimentazione di seguito descritta intendeva verificare l'efficacia di un percorso didattico progettato nell'ambito dell'insegnamento delle scienze per una studentessa con disabilità intellettiva di grado lieve frequentante la seconda classe di una scuola secondaria di primo grado.

Durante la sperimentazione si sono, prioritariamente, analizzate le linee essenziali definenti la disabilità intellettiva della studentessa, per poi addentrarsi nella progettazione dettagliata di un'unità di apprendimento (UdA) e del percorso che si intendeva effettuare con l'utilizzo delle tecnologie quali strumenti che, adeguatamente integrati nella didattica, favoriscono metodologie attive e interazioni positive che aumentano la motivazione e migliorano gli apprendimenti di tutti gli studenti della classe e, in special modo, di coloro i quali presentano bisogni educativi speciali (BES). In tale sperimentazione, tra i molti strumenti a disposizione, sono state utilizzate la realtà aumentata e la realtà virtuale per l'insegnamento del sistema circolatorio, strumenti compensativi che si sono rivelati efficaci.

L'intervento educativo è stato effettuato in una classe seconda di un Istituto comprensivo della provincia di Nuoro, composta da 22 studenti, dove era presente un'allieva con disabilità intellettiva lieve e due allievi con disturbi specifici dell'apprendimento (DSA). Per la studentessa con certificazione il Consiglio di Classe, insieme al tirocinante frequentante il corso di specializzazione per l'insegnamento agli alunni con disabilità presso l'Università di Sassari, aveva elaborato nel mese di ottobre 2021 un PEI nel quale erano stati previsti interventi didattico-educativi in base ai suoi reali bisogni ma pertinenti alla stessa programmazione della classe, se pur con obiettivi minimi tenendo conto dei suoi tempi di apprendimento e delle sue reali capacità.

In diverse occasioni è stato ritenuto indispensabile individualizzare e semplificare i contenuti; l'alunna ha potuto usufruire di strumenti compensativi quali, per esempio, calcolatrici, formulari, mappe, schede e schemi. Le verifiche sono state predisposte in modo strutturato o semi-strutturato, a ri-

sposta multipla, vero o falso, corrispondenze e/o completamento, tenendo conto delle reali condizioni di partenza.

All'inizio della sperimentazione sono state compilate griglie di osservazione per raccogliere informazioni sulla discente e sulla classe in un continuo confronto tra i docenti del *team*. La studentessa, per via della sua problematica, ha difficoltà relative alla memoria nell'eseguire alcuni compiti, nel *problem solving* e nell'integrazione di alcune abilità cognitive. Tra le strategie proposte e utilizzate con la discente vanno sicuramente menzionati l'apprendimento cooperativo (Johnson & Johnson, 1996) e le tecniche del *prompting*⁴ e del *fading*⁵. L'apprendimento collaborativo agisce sulla personalizzazione dei percorsi di apprendimento e sulla costruzione di competenze durature sviluppando capacità metacognitive oltre a quelle socio-relazionali (Aa.Vv., 2021). Il *prompting* e il *fading*, tecniche di aiuto e di attenuazione, hanno agito sull'alunna stimolandola efficacemente così come il *tutoring* e il *peer tutoring* (Galbraith & Winterbottom, 2011). È stata predisposta, inoltre, un'attività con l'uso della realtà aumentata e virtuale.

Si è pensato di utilizzare tali tecnologie perché la diffusione delle applicazioni AR/VR possono arricchire l'interazione con il mondo reale attraverso elementi virtuali che perfezionano l'insieme informativo che viene ricevuto e analizzato a livello percettivo. Si ha, infatti, la possibilità di vedere oggetti virtuali, con un'ambientazione simulata, che migliorano la percezione della realtà con informazioni in grado di facilitare e potenziare i processi elaborativi e comprensivi, che non sempre si riesce a effettuare in maniera efficace con strumenti didattici consueti.

Insieme agli aspetti positivi delle tecnologie sopra menzionate, si è riflettuto con gli insegnanti della classe sul fatto che la realtà aumentata, e in generale una fruizione eccessiva di esperienze virtuali senza il controllo di un docente o di un adulto, può aumentare la sensazione di isolamento e solitudine di ragazzi e bambini che oggi già vivono delle difficoltà nelle relazioni sociali reali, possibili cause di una riduzione del coinvolgimento sociale che, alla lunga, mette a rischio il benessere psicologico e procura un'alienazione dalla vita reale. Il rischio è, quindi, che alcuni ragazzi sviluppino una dipendenza dal virtuale che li intrappoli in una situazione di isolamento. A livello pratico, inoltre, i tempi necessari per l'apprendimento dei nuovi strumenti e della progettazione di realtà virtuale possono essere troppo lunghi soprattutto per chi ha poca dimestichezza con queste tecnologie.

4 Il *prompting* consiste nel fornire alla persona uno o più stimoli sotto forma di *prompt* (suggerimento), in modo che questi stimoli rendano possibile il verificarsi del comportamento desiderato.

5 Il *fading* è un'operazione di controllo dello stimolo e consiste nella progressiva riduzione degli aiuti.

Da ultimo, ma assolutamente non meno importante, si è sottolineato un rischio da tenere costantemente presente che riguarda il tipo di approccio verso l'uso della AR/VR: l'attenzione non deve focalizzarsi sulle tecnologie o sugli strumenti innovativi in sé ma sui nuovi modelli, le metodologie e le forme di insegnamento che vengono contestualmente stimolati.



3. Descrizione del percorso didattico: il supporto della realtà aumentata e della realtà virtuale nell'apprendimento degli alunni con disabilità intellettiva

Tra aprile e maggio sono state organizzate alcune lezioni di scienze concordate tra il tirocinante, la docente curricolare, il tutor accogliente del tirocinante (docente di sostegno a sua volta) e i ricercatori dell'Università di Sassari. È stato deciso di affrontare l'apparato circolatorio in due lezioni frontali partecipate e due con l'uso delle TIC. Le due lezioni frontali sono state effettuate dai docenti disciplinari. I discenti, tuttavia, per quanto capaci e preparati hanno manifestato dubbi e perplessità sulla tematica presentata; in realtà, questa situazione si era già presentata con la spiegazione degli apparati respiratorio ed escretore. I bisogni educativi dell'alunna certificata e della classe hanno suggerito di affrontare l'argomento in modo più leggero e pratico. Ma in che modo una tematica così complessa poteva risultare più concreta, reale e vicina ai loro bisogni formativi?

È sicuramente complicato rendere pratici alcuni aspetti della biologia e dell'anatomia umana, alla portata di tutti, soprattutto quando si ha a che fare con discenti ancora piccoli, o poco più che dodicenni. Per agevolare il superamento delle difficoltà e la complessità dell'argomento, si è pensato di affrontare il tema realizzando una prima lezione con la realtà aumentata e virtuale in 3D. L'attività (Tabella 1) è stata organizzata con l'intento di aiutare la classe, ma soprattutto gli alunni più fragili, quelli con bisogni educativi speciali (BES).

Tabella 1. Organizzazione dell'attività di sperimentazione.

<i>Fase</i>	<i>Giorno</i>	<i>Durata</i>	<i>Attività</i>
Fase 1	Giorno 1	30 minuti	Lezione frontale partecipata sull'apparato circolatorio e verifica dei prerequisiti di apprendimento
Fase 2	Giorno 1	60 minuti	Ripasso dell'argomento con videolezione e dibattito
Fase 3	Giorno 2	60 minuti	Visione apparato circolatorio con realtà virtuale e 3D
Fase 4	Giorno 3	60 minuti	Visione apparato circolatorio con realtà aumentata
Fase 5	Giorno 4	60 minuti	Verifica degli apprendimenti e questionario di gradimento

Fase 1 (Giorno 1, 30 minuti): rilevazione dei pre-requisiti disciplinari

Gli studenti, come già precisato, hanno assistito a una prima lezione partecipata sull'apparato circolatorio: durante la lezione il docente ha coinvolto gli studenti con domande stimolo per sostenere l'attenzione e testare la comprensione dei temi trattati. Quindi sono state verificate le conoscenze acquisite tramite *brainstorming*, al fine di poter realizzare l'attività con le TIC. Attraverso i dispositivi personali, *tablet*, *smartphone* e PC, gli alunni si sono collegati al sito dell'applicazione AnswerGarden e hanno digitato sulla tastiera termini riconducibili all'apparato circolatorio, senza un limite prestabilito di vocaboli o concetti. In questo modo è stato realizzato un confronto iniziale creativo, con l'associazione di idee senza pregiudizi o schemi mentali prestabiliti. La regola principale è stata quella di non giudicare e/o eliminare nessuna delle idee proposte dalla classe, almeno in questa fase preliminare. Anche l'alunna certificata si è dimostrata attiva e, con entusiasmo, ha digitato subito alcune parole molto semplici quali "cuore", "vena", "arterie" dando un piccolo, ma preziosissimo, contributo all'attività. A partire da questa attività, il docente ha potuto rilevare i prerequisiti utili alla predisposizione dei materiali da utilizzare e dei contenuti da approfondire nelle fasi successive.

Fase 2 (Giorno 1, 60 minuti): ripasso dell'argomento e dibattito sull'apparato circolatorio

L'attività precedente ha introdotto la seconda fase che si è aperta con una video-lezione⁶ precedentemente inviata agli studenti tramite *Google Classroom* – attivando in tal modo la metodologia della *flipped classroom* – e quindi discussa successivamente in classe dal docente sulla base di una mappa concettuale. La videolezione è stata realizzata con l'app *Screencast-O-matic* ed è stata anche proiettata in classe sulla LIM⁷.

Dopo la discussione sulla video-lezione, sono stati discussi alcuni aspetti anatomici, fino a quel momento poco chiari, attraverso un dibattito guidato dai tre docenti presenti in classe; il confronto è stato avviato con l'utilizzo del tradizionale modello di torso umano (il "busto

6 La video-lezione, da visionare a casa, era funzionale alla comprensione di contenuti disciplinari che il giorno dopo gli studenti avrebbero dovuto condividere e argomentare in classe in attività di gruppo. In tal modo venivano attivate una metodologia di classe rovesciata (*flipped classroom*) e un'interdipendenza positiva nelle attività di gruppo.

7 <https://screencast-o-matic.com>; <https://it.padlet.com/gmcalia/bdw3i4d57ma54c2b/wish/2196564681> (consultazione 26/09/2023).

anatomico”) in dotazione alla scuola. L’alunna certificata e i compagni, incuriositi e sorridenti per la presenza del busto, hanno potuto apprezzare il fatto che lo stesso potesse essere smontato e manipolato nelle sue componenti.

Fase 3 (Giorno 2, 60 minuti): la realtà virtuale e il 3D nell’anatomia

Il secondo giorno, ogni studente ha potuto visualizzare dei video realizzati dalla Casa Editrice Zanichelli e fruire di questi in maniera personalizzata, con la possibilità di rivedere alcuni passaggi se ritenuti poco chiari.

Successivamente il docente ha presentato alla classe l’app del “manuale MSD” realizzata da Biodigital (<https://human.biodigital.com/explore>) illustrando il suo corretto utilizzo e dando agli allievi 30 minuti per una prima esplorazione delle funzioni e delle regole del gioco educativo. L’app è stata molto apprezzata dalla classe: è stato possibile esplorare il corpo umano in 3D gratuitamente ma anche effettuare un divertente gioco educativo. È possibile interagire direttamente con il *software* da PC, tablet o *smartphone* e questo permette agli allievi di comprendere meglio alcune peculiarità anatomiche utilizzando i dispositivi in loro possesso. L’interfaccia del *software* è molto semplice da utilizzare e facilita l’esplorazione anatomica nel dettaglio. Entrambi gli strumenti (video e app interattive) rappresentano tecnologie all’avanguardia, di nuova generazione che sarebbe opportuno le scuole utilizzassero diffusamente perché possono supportare i discenti nello studio in modo accattivante e ludico. Gli alunni hanno apprezzato questo approccio, laboratoriale e di scoperta “sul campo”, divertendosi; le applicazioni utilizzate hanno consentito di indagare e verificare aspetti che un comune testo scolastico certamente non può offrire. Anche l’alunna certificata, molto incuriosita dall’applicazione, ha utilizzato il software 3D di Biodigital. Durante l’utilizzo dell’app da parte degli studenti, i docenti hanno effettuato un continuo supporto alla fruizione monitorandone, attraverso l’osservazione e la registrazione di alcune criticità, l’efficacia e/o eventuali difficoltà incontrate.

Fase 4 (Giorno 3, 60 minuti): la realtà aumentata (AR)

Dispositivi come *smartphone*, PC, *consolle* per videogiochi e visori VR permettono di accedere alla realtà virtuale così da fare esperienza di realtà aumentata (<https://ideeperlascuola.it/realta-aumentata-didattica/>). Per

l'attività sono stati proposti e utilizzati i materiali e i *software* indicati in Tabella 2 e Figura 1.

Tabella 2. Software e strumenti didattici utilizzati.

Software utilizzati su tablet	Anatomy AR+ for Merge Cube Body cards (Universo Body Planet S.L.) Manuale MSD (Biodigital)
Strumenti didattici utilizzati in classe	Body Planet Magic T-shirt Modelli 3D Cubo di Realtà Aumentata STEM (Merge Cube) © 2022. Merge Labs, Inc. Body Planet Body cards AR+



Figura 1. Materiali utilizzati per l'attività.

Il primo *device* a essere utilizzato nella quarta fase è stato il Merge Cube (<https://mergeedu.com/cube>); si tratta di uno strumento olografico per AR realizzato in gomma semirigida color argento e nero con tanti simboli su ogni faccia. Leggero e comodo da tener in mano, abbinato ad apposita app, ha consentito ai discenti di visualizzare e dare vita a oggetti 3D in realtà aumentata, utilizzando la fotocamera di un qualsiasi dispositivo e vedendoli nell'ambiente reale. Ruotando il cubo manualmente si ottiene la rotazione a video dell'oggetto 3D. Gli alunni, a turno, hanno potuto giocare e osservare l'apparato circolatorio e il cuore; il *device* è in grado di fornire informazioni precise, come indicato nel dettaglio a destra della Figura 2. Tale applicazione relativa all'apparato circolatorio era presentata in lingua inglese ma non vi sono stati problemi nella comprensione del testo descritto, neppure per gli studenti con difficoltà di apprendimento, perché si trattava di terminologie riprese più volte dall'insegnante della disciplina prima della sperimentazione.

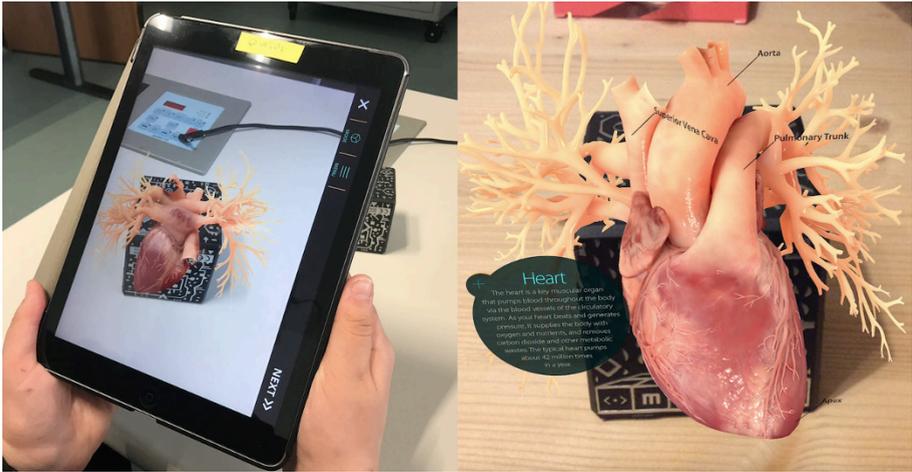


Figura 2. Nella foto a sinistra l'alunna certificata utilizza il tablet e il Merge Cube; a destra è riportata una schermata con informazioni e dettagli anatomici forniti dal sistema AR.

Il secondo *step* dell'attività laboratoriale ha comportato l'utilizzo delle Body cards AR+ (*flashcards* con immagini del corpo umano da utilizzare per la visione in realtà aumentata <https://bodyplanet.es/body-cards/>, cf. Figura 3): gli alunni, organizzati in isole per piccoli gruppi, hanno potuto visualizzare e “giocare” fra di loro con il materiale messo a disposizione. Qui il termine “gioco” viene utilizzato nell'accezione di gioco educativo rientrante nella categoria della *gamification*, funzionale a rendere le attività didattiche maggiormente coinvolgenti, motivanti e che vedono lo studente attivo nel processo di apprendimento e/o di verifica. Questo avviene in special modo negli ambienti gamificati immersivi.

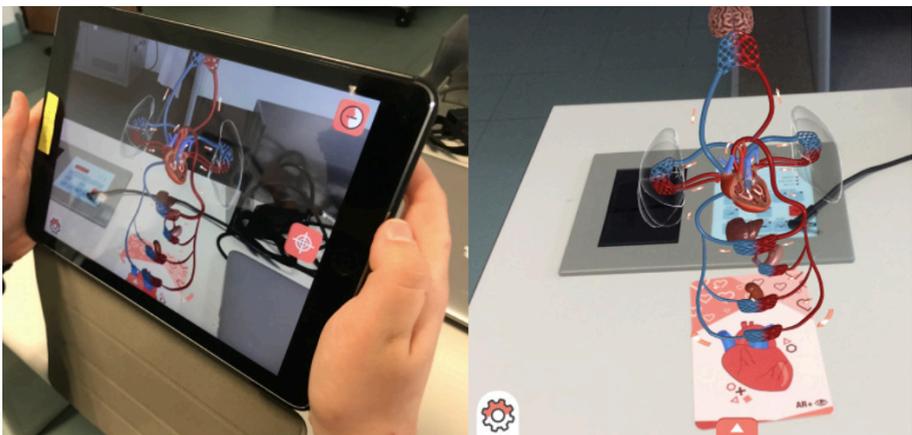


Figura 3. Le Body cards; nella foto a destra particolare anatomico.

Le Body cards consentono di scoprire il corpo umano in modo completamente interattivo. Possono essere studiati tutti i sistemi e gli apparati. Le immagini sono certificate da specialisti in anatomia.

L'ultima attività proposta è stata quella che più ha entusiasmato i ragazzi: infatti, tramite la Body Planet Magic T-shirt (<https://bodyplanet.es/>, cf. Figura 4), una maglia interattiva con codici stampati, indossata a turno dai ragazzi, è stato possibile scoprire e fotografare – con *smartphone* (o *tablet*) – dettagli anatomici descritti nei minimi particolari dal *software* che gestisce l'app. Sono stati visualizzati organi del tronco, a grandezza naturale e in tre dimensioni, con movimenti e aspetti realistici. La maglia può essere considerata, inoltre, un gioco divertente, *social* e interattivo. È stato possibile ammirare gli organi interni mettendo alla prova gli alunni nel riconoscimento di apparati o strutture biologiche particolari.

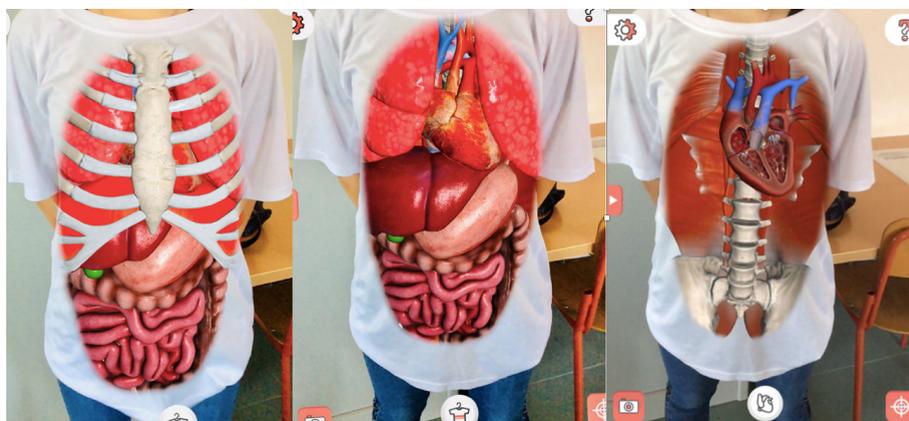


Figura 4. Nell'immagine è possibile osservare un'alunna con la Body Planet Magic T-shirt (<https://bodyplanet.es/>); nella foto sono riportati, nel dettaglio, gli organi interni della cavità toracica.

La maglietta ha funzionato senza alcun collegamento internet. La realtà aumentata, come è stato detto in precedenza, consente di unire il mondo reale ai contenuti digitali. È uno strumento utile per conoscere o riconoscere componenti fondamentali del corpo umano, esplorare gli apparati e impararne il funzionamento con l'osservazione diretta. Con la T-shirt gli studenti hanno potuto osservare dettagli dell'apparato circolatorio, ma anche altri apparati quali per esempio il sistema muscolo-scheletrico, gli apparati respiratorio, digerente e urinario.

Fase 5 (Giorno 4, 60 minuti): verifica degli apprendimenti e questionario di gradimento

L'ultima fase dell'attività è stata dedicata alla valutazione e all'efficacia dell'intervento didattico. Si è stabilito di procedere con una prova strutturata organizzata con Google Moduli.

Il test, composto da 10 domande, è stato impostato in modo tale da rilevare in modo oggettivo gli apprendimenti raggiunti da tutti gli alunni della classe. L'obiettivo principale della somministrazione di questo breve questionario è stato quello di valutare e capire se gli obiettivi di apprendimento fossero stati raggiunti. Anche in questa fase gli alunni hanno dimostrato maturità e impegno nell'affrontare la prova. L'alunna certificata ha svolto il test con interesse e motivazione, autonomamente, senza alcuna richiesta d'aiuto se non per collegarsi alla piattaforma, raggiungendo un buon livello di preparazione. Durante la prova, infatti, la discente, incoraggiata dai docenti, ha portato a termine il test ottenendo risultati più che soddisfacenti, così come la maggior parte dei suoi compagni: la media raggiunta dai discenti è stata di quasi 9/10; nella Figura 5 viene riportata la statistica finale dei risultati generata da Google Moduli.

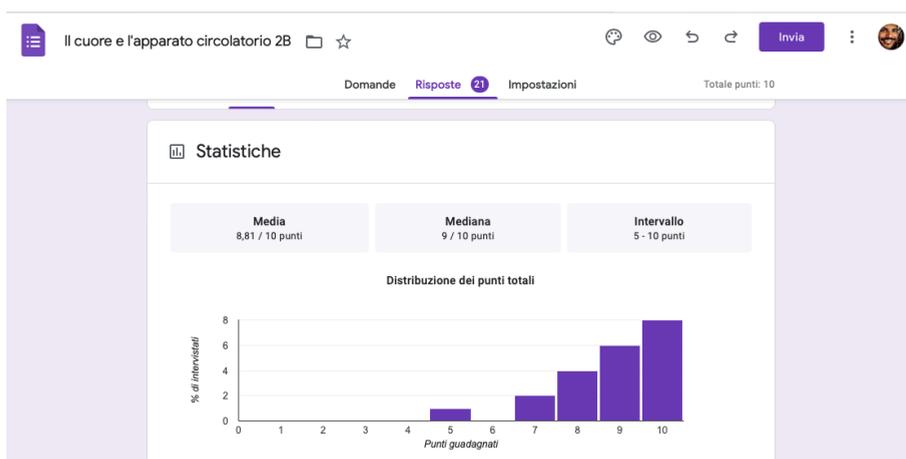


Figura 5. Statistica finale del test sull'apparato circolatorio.

Ad attività conclusa è stato anche chiesto agli studenti di compilare un questionario di gradimento, creato sempre con Google Moduli, attraverso il quale è stata indagata anche la percezione di efficacia delle TIC. In Tabella 3 si riportano domande e dati raccolti.

Tabella 3. Statistica di gradimento dell'attività.

<i>Domanda</i>	<i>Dati emersi in 21 risposte date</i>
Hai trovato la lezione interessante?	95,2% sì 4,8% così così 0% no
Ti è sembrata una lezione innovativa e originale?	90,5% sì 9,5% così così 0% no
Ti sei divertito?	76,2% sì 23,8% così così 0% no
Hai imparato cose nuove da questa esperienza?	71,4% sì 9,6% così così 19% no
La tecnologia e i metodi utilizzati ti hanno consentito di capire meglio la lezione sull'apparato circolatorio?	81% sì 14,3% così così 4,7% no
L'insegnante è stato capace di comunicare con te e coinvolgerti nell'attività?	85,7% sì 14,3% così così 0% no
Ritieni che questo tipo di lezione possa rendere più motivante l'apprendimento delle scienze?	81% sì 19% così così 0% no
Secondo te, queste attività favoriscono l'interazione con gli altri compagni di classe?	76,2% sì 19% così così 4,8% no

Dal questionario emergono alcuni dati significativi: il 95% dei discenti ha trovato utile e interessante la lezione, il 90% originale e innovativa, l'80% motivante e il 70% inclusiva e divertente. Si può pertanto ritenere che la sperimentazione sia risultata efficace per una didattica innovativa, orientata a promuovere l'inclusione e l'apprendimento significativo di tutti gli allievi della scuola secondaria di I grado.

4. Conclusioni

La proposta didattica sopra descritta sembra avvalorare l'efficacia della realtà aumentata e della realtà virtuale nei processi inclusivi rivolti a studenti con disabilità intellettiva lieve. I *device* e i *software* utilizzati durante le lezioni sono stati d'aiuto all'intera classe e si sono rivelati un valido supporto, uno *scaffolding*, nel motivare in modo particolare l'alunna con disabilità e favorirne gli apprendimenti e la condivisione dell'esperienza



educativa con i compagni. La realtà aumentata e la realtà virtuale, infatti, si sono dimostrate degli efficaci mediatori, “un ponte”, fra gli alunni e il *team* docente, rendendo il percorso più accattivante e “leggero” rispetto alla lezione frontale e all’uso di tradizionali libri di testo. Le immagini in 3D, i video in AR/VR, *in real time*, ma anche il gioco hanno permesso a tutti gli studenti di portare a termine le richieste dei docenti con autonomia operativa, maggior senso di autoefficacia e responsabilità. Infatti, l’utilizzo di strumenti didattici innovativi agisce da stimolo e focalizza l’attenzione sulle attività con risultati sorprendenti. Si è osservato che la realtà aumentata e la realtà virtuale incentivano lo spirito di collaborazione e l’interazione tra compagni, anche con il divertimento, e che si possono acquisire, nel contempo, concetti sicuramente poco immediati e di non facile intuizione. Anche i docenti, in questa sperimentazione, hanno potuto usufruire di benefici perché hanno potuto trasmettere e comunicare, con più facilità, principi e concetti altrimenti poco accessibili: gli stessi hanno dichiarato che, in precedenza, senza l’uso di questi strumenti, alcune nozioni risultavano difficili alla comprensione o richiedevano diversi rimandi e recuperi mnemonici. La simulazione immersiva ha invece permesso un migliore accesso alle informazioni e una facilitazione della loro rielaborazione. Questa breve attività potrebbe in futuro essere replicata ed essere utilizzata anche in altri contesti diversi dalle scienze. Come da anni gli studi stanno dimostrando, le tecnologie didattiche possono rappresentare una vera rivoluzione rispetto alla didattica tradizionale offrendo a tutti gli studenti, e in particolare a coloro che presentano disabilità, spazi di crescita cognitiva e sociale prima impensati (Lazzari, 2021). L’utilizzo della realtà aumentata può consentire (e la sperimentazione lo dimostra) il raggiungimento di interessanti traguardi formativi per giovani che faticano ad apprendere con l’utilizzo di metodologie tradizionali.



Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (2021). *Disabilità intellettiva a scuola. Strategie efficaci per gli insegnanti*. Ricerca e Sviluppo: Grandi Guide Educazione. Trento: Erickson.
- CARRUBA, M.C. (2014). *Tecnologia e disabilità. Pedagogia speciale e tecnologie per un’inclusione possibile*. Lecce: Pensa MultiMedia.
- CAVIGLIA, P. (2020). Le potenzialità della realtà virtuale e della realtà aumentata. *Horizon Psytech*, <https://www.horizonpsytech.com/2020/03/11/le-potenzialita-della-realta-virtuale-e-della-realta-aumentata/> (consultazione 28/09/2023).
- COTTINI, L. (2017). *Didattica speciale e inclusione scolastica*. Roma: Carocci Editore.

- COTTINI, L., PASCOLETTI, S., & ZANON, F. (2020). Realtà aumentata e didattica inclusiva. *Giunti Edu. Star bene a Scuola. VS* (7), 26-27, <https://urly.it/3r-77> (consultazione 28/09/2023).
- DETTORI, G.F., & LETTERI, B. (2021). La scuola della gamification: i serious game per una didattica educAttiva e inclusiva. *QTimes*, 3, 113-129.
- DETTORI, G.F., & CARBONI, F. (2021). *I disturbi del neurosviluppo e del comportamento. Saper medico e pedagogico didattico al servizio dell'inclusione scolastica*. Milano: FrancoAngeli.
- FRANCISCO, M.P.B., HARTMAN, M., & WANG, Y. (2020) Inclusion and Special Education. *Education Sciences*, 10, 9, 238, <https://doi.org/10.3390/educsci10090238>.
- GABBARI, M., GAGLIARDI, R., GAETANO, A., & SACCHIO, D. (2017). Comunicazione e apprendimento “aumentati” in classe. Fare lezione a scuola con la realtà aumentata. *Bricks*, 7(1), 8-30, http://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2017/08/BRICKS_1_2017.pdf (consultazione 28/09/2023).
- GALBRAITH, J., & WINTERBOTTOM, M. (2011). Peer tutoring: what's in it for the tutor? *Educational Studies*, 37(3), 321-332, <https://doi.org/10.1080/03055698.2010.506330>.
- JOHNSON, D., JOHNSON, R., & HOLUBEC, E. (1996). *Apprendimento cooperativo in classe*. Trento: Edizioni Erickson.
- KLOPFER, E., & SHELDON, J. (2010). Augmenting your own reality: student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 128, 85-94, <https://doi.org/10.1002/yd.378>.
- LAZZARI, M. (2021). *Informatica umanistica. Con Connect*. New York: McGraw-Hill Education.
- MENAPACE, M. (2014). *La Realtà Aumentata nell'educazione – Nuove tecnologie e cambiamento educativo*. Riga: EAI Edizioni Accademiche Italiane.
- MILGRAM, P., & KISHINO, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information System*, 77(12), 1321-1329.
- PERRONE, M.S. (2017). Didatticamente immersi nella realtà aumentata nella realizzazione di un progetto divertente. *Bricks*, 7(1), 31-39. http://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2017/08/BRICKS_1_2017.pdf (consultazione 28/09/2023).
- TARTAGLIA, S. (2017). Matematica e scienze in modalità virtuale: una sperimentazione didattica. *Bricks*, 7(1), 88-93. http://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2017/08/BRICKS_1_2017.pdf (consultazione 28/09/2023).

Il fascino dell'intelligenza artificiale per un liceo al passo con i tempi



Gaetano Strano

Che l'intelligenza artificiale stia rivoluzionando la nostra vita e il nostro modo di apprendere è una realtà che verificiamo sempre di più oggi e che causa profondi cambiamenti nella scuola sia nelle metodologie sia nei curricula. Come descritto nel seguente report, l'introduzione della nuova curvatura in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale, attuata nell'Istituto "Michelangelo Buonarroti" di Monfalcone, ha innescato un processo di trasformazione che ha interessato contenuti e didattica, e ha coinvolto gli insegnanti in una formazione in presenza e in rete che ha certamente migliorato le loro competenze di progettazione e valutazione. Si tratta di un cambiamento imprescindibile che consentirà agli studenti di acquisire competenze fondamentali per la loro crescita personale e professionale in un mondo sempre più influenzato dall'intelligenza artificiale.

PAROLE CHIAVE: Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale, curricula, formazione insegnanti

Artificial intelligence is a reality which is revolutionizing our lives and our ways of learning. We now experience it at school through profound AI-related changes in methodology and the curricula. This paper describes a new approach to Data Science and Artificial Intelligence introduced into the curricula at the "Michelangelo Buonarroti" Upper Secondary School in Monfalcone, Italy. It has triggered a transformation process in terms of content and methodology and has involved the training of teachers – in presence and online – to help them improve their planning and assessment competencies. The process of change is essential and allows students to acquire basic competencies for their personal and professional growth, in a world which is becoming more and more influenced by artificial intelligence.

KEYWORDS: Data Science and Artificial Intelligence, curricula, teacher training

1. Introduzione e quadro di riferimento



L'I.S.I.S. "Michelangelo Buonarroti" di Monfalcone, attivo dall'ottobre del 1943, è un Liceo scientifico che attualmente offre i seguenti indirizzi di studio oltre a quello tradizionale: l'opzione Scienze Applicate (dall'a.s. 2010-11), l'opzione Liceo Sportivo (dall'a.s. 2014-15), il Liceo Linguistico (dall'a.s. 2011-12) e dall'a.s. 2022-23 la nuova curvatura in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale (SDIA) che potenzia lo studio dell'informatica verso ambiti particolarmente innovativi concernenti la robotica e il *machine learning*. L'istituto è ben integrato nel territorio con ottimi rapporti

con le più importanti realtà della zona, siano esse enti pubblici, associazioni o aziende.

Nel mio primo anno scolastico 2020-21 in Istituto – dopo oltre vent’anni di docenza all’I.S.I.S. “G. Galilei” di Gorizia nell’indirizzo Informatica e Telecomunicazioni (articolazione Informatica) – risultavano evidenti alcune criticità legate principalmente al curriculum di informatica nell’indirizzo scientifico con opzione Scienze applicate. Il problema più tangibile era quello della mancanza di continuità dei docenti di questa disciplina (quasi tutti precari) a causa dell’assenza di una cattedra interna completa. Tutto questo comportava una netta obsolescenza e una certa eterogeneità dei temi trattati visto che nessuno si azzardava a proporre degli aggiornamenti sul percorso formativo, dato che non aveva alcuna garanzia di poterli implementare negli anni successivi.

Alla luce di questa situazione il Dirigente Scolastico, dott. Vincenzo Caico, nella fase conclusiva del mio primo anno di docenza al “Buonarroti”, mi lanciò la proposta di progettare un nuovo curriculum con il potenziamento dell’Informatica allo scopo di attivare una curvatura nell’ambito dell’opzione Scienze Applicate sfruttando la quota di flessibilità della scuola dell’autonomia.

In quel momento avevo appena completato un corso MOOC sull’Intelligenza Artificiale presso l’Università di Urbino che mi aveva particolarmente affascinato per gli aspetti multidisciplinari insiti nella tematica trattata. Da qui l’idea di approfondire maggiormente, nell’estate 2021, anche gli aspetti informatici e matematici seguendo vari percorsi formativi sia tenuti da relatori universitari sia da professionisti del settore.

Nel settembre 2021 la proposta di curvatura in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale era pronta e venne presentata a tutti gli organi collegiali. L’iter di approvazione si concluse in tempo utile per l’orientamento in entrata degli studenti delle classi terze della scuola secondaria inferiore per l’a.s. 2022-23. Il nuovo percorso ebbe successo e si raccolse un numero di iscrizioni tale da poter attivare la prima classe proprio in quello stesso anno scolastico.

Inoltre, per meglio definire il percorso da seguire nei cinque anni era stato già attivato nell’anno scolastico 2021-22 un gruppo di studio con colleghi di Matematica e Scienze. Infatti, per poter comprendere la fattibilità del percorso con gli studenti serviva un banco di prova per valutare l’efficacia di quanto progettato. Fu così che si aderì a un progetto in rete con altre 5 scuole italiane denominato “Progetto STEAM da Materie di Studio a Linfa Virtuale dei Territori”, che prevedeva in sintesi attività di Realtà Virtuale e Aumentata per gli studenti del primo biennio, di Robotica per il

secondo biennio e Intelligenza Artificiale e Machine Learning per le classi quinte.

Nell'autunno del 2022 il Dirigente Scolastico, visto il crescente interesse per la tematica relativa all'Intelligenza Artificiale, decise di attivare una Rete Nazionale dei Licei in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale con l'ISIS "M. Buonarroti" come scuola capofila, insieme a due altri istituti che avevano attivato percorsi simili: IIS "Alfieri Maserati" di Voghera (PV) e Liceo Scientifico "Galileo Galilei" di Trento. Ad oggi hanno aderito più di 30 Licei ma le iscrizioni sono in continuo aggiornamento.

Per illustrare l'attività svolta nel nostro territorio si è deciso di organizzare il 6 dicembre 2022 un evento denominato SDIAFest 2022: Festival della Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale con seminari tenuti da relatori universitari e provenienti dal mondo aziendale al mattino e *workshop* per studenti al pomeriggio, patrocinato dalle Università degli Studi di Udine e di Trieste, dal Comune di Monfalcone e dalla Fondazione Carigo.

Dopo l'uscita di ChatGPT (30/11/2022) c'è stato un proliferare di *tool* AI sui quali ho focalizzato l'attenzione nel corso di quest'ultimo anno per comprendere le loro potenzialità nella didattica.

2. Il curriculum della curvatura in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale dell'ISIS "M. Buonarroti" di Monfalcone



Prima di illustrare i dettagli del curriculum vorrei ricordare la frase pronunciata nel corso dell'evento RomeCup 2021 da Manuela Maria Veloso, attuale capo del laboratorio per la ricerca sull'intelligenza artificiale di J.P. Morgan, che ha rafforzato ancor di più la mia convinzione sul percorso intrapreso: «L'essere umano e l'intelligenza artificiale sono alleati, non antagonisti, e devono imparare a collaborare perché ci saranno sempre cose che uno può fare e l'altro no, mentre insieme possono ottenere cose incredibili»¹.

Gli obiettivi principali del curriculum possono essere così sintetizzati:

- *Multidisciplinarietà*: favorire l'interconnessione tra le varie discipline in modo da progettare attività multi-interdisciplinari con particolare focalizzazione sull'approccio STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*).
- *Agevolare l'utilizzo di una didattica attiva* (*Project Based Learning, Flipped Classroom, Episodi di Apprendimento Situato, ecc.*).

¹ Link in sitografia.

- *Sviluppare le competenze su compiti complessi* (pensiero critico/*problem solving*, creatività, collaborazione, comunicazione), privilegiando il lavoro di gruppo.
- *Aggiornare/integrare i contenuti di Informatica e Matematica* per supportare le competenze da sviluppare nell'ambito della Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale.

Quadro orario e contenuti principali del primo biennio

Il quadro orario del primo biennio prevede la riduzione di un'ora di Matematica in prima e di un'ora di Scienze naturali in seconda rispetto al monte ore settimanale del Liceo Scientifico con opzione Scienze Applicate per consentire il passaggio di Informatica da 2 a 3 ore.

- *1° anno*: in Matematica si tratta la statistica descrittiva molto spesso trascurata nel percorso liceale. In Informatica si approfondisce il foglio elettronico con l'introduzione delle formule di statistica e vengono analizzati specifici *dataset* provenienti dalle varie discipline che costituiscono il curriculum, seppure con un numero limitato di dati. Inoltre, si affronta la programmazione visuale a blocchi (Scratch e similari) e si sviluppano semplici App con l'ausilio di ambienti di sviluppo quali MIT App Inventor o Thunkable.
- *2° anno*: in Informatica si introduce il linguaggio Python e il consolidamento delle capacità di *problem solving* e di *coding* viene attuato anche tramite ambienti visuali a blocchi come mBlock o CoBlock (in ambiente Cospaces Edu), che consentono delle applicazioni efficaci sia nella Robotica sia nella realizzazione di esperienze di Realtà Virtuale e Aumentata. Nel primo caso, oltre all'Informatica, si riescono a progettare attività che riguardano la Matematica e la Fisica, mentre nel secondo possono essere coinvolte facilmente tutte le materie umanistiche. Inoltre in Disegno e storia dell'arte si affrontano il disegno 3D con Rhinoceros 3D e la creazione di oggetti tramite la stampa 3D. In Matematica si inizia la trattazione delle tematiche di Algebra lineare con particolare focalizzazione su vettori e matrici.

Quadro orario e contenuti principali del secondo biennio

Nel secondo biennio per consentire 4 ore settimanali di Informatica rispetto alle 2 ore tradizionali vengono ridotte di un'ora settimanale ciascuna Fisica e Scienze naturali sia in terza che in quarta.

- 3° anno: in Matematica si affronta il calcolo delle probabilità e si anticipano alcuni concetti basilari sullo studio di funzioni. In Informatica si analizzano tutti gli aspetti principali della Scienza dei Dati e si utilizzano le librerie Python riguardanti l'elaborazione e la visualizzazione dei dati. In Filosofia si esaminano il ragionamento e la logica formale.
- 4° anno: in Matematica si approfondiscono ulteriori aspetti dell'Algebra lineare e si affronta lo studio delle funzioni anche a due variabili. In Filosofia e/o in Educazione civica si trattano le problematiche etiche legate all'intelligenza artificiale. In Informatica si analizzano gli algoritmi principali che stanno alla base dell'intelligenza artificiale con particolare riferimento ai modelli del *Machine Learning* e al *Deep Learning* usando le potenti librerie che il linguaggio Python mette a disposizione.

Quadro orario e contenuti principali del quinto anno

Nella classe quinta l'Informatica passa da 2 a 3 ore con la riduzione di un'ora di Scienze naturali.

- 5° anno: in Matematica si approfondisce la statistica con l'ausilio del linguaggio R. In Educazione civica e/o Filosofia si analizza il rapporto che c'è tra diritto e intelligenza artificiale. Nella disciplina informatica si introducono tematiche di *computer vision* e *natural language processing* trovando facilmente connessioni con le altre discipline del curriculum.

Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO)

Il percorso dell'ultimo triennio verrà integrato con le 90 ore previste dai PCTO che gli studenti svolgeranno presso le Università degli Studi di Udine e di Trieste e/o Area Science Park di Trieste e/o aziende del settore presenti nel territorio. In particolare si organizzeranno laboratori pratici dove potranno sperimentare e valutare modelli di *Machine Learning* in campi specifici come la medicina, la mobilità, l'ambiente e la robotica. Saranno incluse anche la partecipazione a dibattiti su tematiche relative alle implicazioni etiche e sociali dell'intelligenza artificiale, e le visite guidate in laboratori di ricerca o aziende dove vengono applicate le tecnologie dell'IA.



3. Il modulo di intelligenza artificiale e *machine learning* con la classe quinta

È stato svolto un corso pomeridiano di 20 ore dal 30 gennaio 2023 al 3 maggio 2023, integrando quanto sviluppato in orario curricolare.

Obiettivi:

- comprendere i fondamenti dell'intelligenza artificiale;
- individuare i concetti chiave del *machine learning*: algoritmi di apprendimento supervisionato e non supervisionato e le tecniche di riduzione della dimensionalità e la valutazione delle prestazioni dei modelli;
- progettare e implementare con il linguaggio Python i modelli di *machine learning* utilizzando le librerie;
- comprendere i fondamenti della *computer vision*;
- acquisire familiarità con le tecniche di elaborazione delle immagini;
- conoscere i principali algoritmi per il riconoscimento e il tracciamento di oggetti;
- utilizzare le funzionalità della libreria OpenCV per implementare in linguaggio Python gli algoritmi di *object detection* e *object tracking*, analizzando le immagini provenienti dalla *webcam* del computer.

Il modulo di intelligenza artificiale e *machine learning* è stato svolto dalla classe 5ASA del Liceo scientifico opzione Scienze Applicate. Dopo una prima lezione introduttiva in cui sono state riassunte le caratteristiche principali dell'intelligenza artificiale, le diverse tipologie di *machine learning*, il *deep learning* e illustrate le principali applicazioni dell'IA generativa, si è passati all'analisi dei vari algoritmi e all'utilizzo dei vari modelli messi a disposizione dalle librerie in linguaggio Python. Sono stati affrontati i fondamenti del *machine learning* attraverso l'applicazione pratica dei concetti teorici con *dataset* specifici. In particolare sono stati addestrati modelli per la previsione del valore di un'abitazione, il riconoscimento di tumori al seno benigni/maligni e la segmentazione della clientela di un centro commerciale. Negli ultimi quattro incontri si è focalizzata l'attenzione sulla *computer vision* affrontando le tematiche affascinanti riguardanti il riconoscimento di oggetti (*object detection*) e il loro movimento (*object tracking*). Per entrambi gli argomenti sono stati sviluppati dei programmi Python in grado di individuare il volto di una persona e il suo sorriso tramite la *webcam* del PC, grazie alla libreria OpenCV. Nella giornata del 14 aprile 2023

sono riuscito a coinvolgere in diretta streaming da Boston lo scienziato delle previsioni prof. Alessandro Vespignani (ricercatore e docente di Fisica e Informatica alla Northeastern University di Boston), che ha illustrato alcuni scenari passati e futuri presenti negli Stati Uniti e risposto alle domande formulate dagli studenti. L'ambiente di apprendimento è stato completato con la creazione di una classe virtuale su Classroom, e come strumento integrato di sviluppo Python si è utilizzato Anaconda e VSCode.

Le studentesse e gli studenti hanno apprezzato il coinvolgimento attivo nel processo di apprendimento dove hanno potuto applicare le conoscenze teoriche in modo concreto e reale esprimendo anche la loro creatività. Oltre agli aspetti tecnici e matematici, si sono resi conto dell'importanza della scelta oculata dei dati e delle loro caratteristiche nell'addestramento dei modelli di *machine learning* e hanno rilevato spontaneamente alcuni risvolti etici legati alla *computer vision* e più in generale all'intelligenza artificiale. Qualche criticità si è presentata nel lavoro di gruppo in quanto tali studenti sono poco abituati a lavorare insieme, concordando le decisioni progettuali e gestendo in maniera ottimizzata il tempo, anche suddividendosi le attività da svolgere.

4. Il piano di formazione dei docenti della Rete Nazionale dei Licei in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale



Il piano di formazione dei docenti della Rete Nazionale dei Licei in Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale, curato dall'ISIS "M. Buonarroti" di Monfalcone in qualità di scuola capofila, coinvolge circa 200 docenti dei licei e si articola in 5 fasi principali:

- *Inizio*: fase di riallineamento (da aprile 2023 a giugno 2023) in cui si è attuato un ciclo di incontri con la collaborazione di docenti e ricercatori dell'Università degli Studi di Udine, del prof. Alessandro Vespignani e del prof. Aluisi Tosolini sui seguenti temi: scienza dei dati, matematica per il *machine learning*, etica e IA, filosofia e IA, informatica e IA, diritto e IA, educazione e IA.
- *Strumenti IA e didattica*: analisi dei principali tool IA e loro impiego nella didattica.
- *Progettazione attività*: lavoro di gruppo dove si progettano schede di attività da svolgere in classe per docenti di materie simili e poi con gruppi di insegnanti non afferenti agli stessi dipartimenti per favorire la progettazione di attività multidisciplinari.

- *Progettazione curricula*: lavori di gruppo di docenti appartenenti alla stessa tipologia di liceo per scegliere le attività di propria competenza e definire il curriculum della propria scuola introducendo gli aspetti di IA più adatti alle proprie discipline caratterizzanti.
- *Valutazione*: valutazione dei curricula realizzati con esperti esterni provenienti dal mondo universitario e dal mondo aziendale.



5. Considerazioni conclusive e prospettive future

Da quanto descritto e analizzato nei paragrafi precedenti si può capire che siamo ancora all'inizio di un percorso di innovazione e di adattamento dei curricula degli studi liceali sulla scia della straordinaria opportunità che ci fornisce l'intelligenza artificiale, sempre più invasiva nella nostra vita quotidiana.

Come in tutti i processi di profonda trasformazione, sono previste delle tappe intermedie in cui si può monitorare l'avanzamento delle varie attività per valutare se si sta rispettando la tabella di marcia o per prendere decisioni su eventuali regolazioni o cambiamenti necessari.

I docenti coinvolti nella sperimentazione utilizzeranno sostanzialmente le potenzialità dell'IA secondo tre linee fondamentali:

- introducendo lo studio dei vari aspetti dell'IA nei curricula per renderli più attuali;
- progettando attività che si basano su metodologie didattiche attive;
- utilizzando i *tool* IA per sviluppare nuove competenze negli studenti e agevolare il proprio lavoro di gestione del processo di apprendimento degli studenti stessi.

Ad esempio nei *software* IA generativi (ChatGPT e tutti quelli che producono immagini, quiz, mappe mentali, presentazioni, ecc.) ci si dovrà focalizzare sulla formalizzazione dell'*input* e sulla valutazione della veridicità dell'*output*. Nel primo caso è nata addirittura una nuova disciplina denominata *Prompt engineering* che si occupa di come formulare domande/descrizioni in modo efficace; nel secondo diventa essenziale il ruolo dell'insegnante come garante dei contenuti prodotti dall'intelligenza artificiale, capace di evitare le cosiddette "allucinazioni" (cioè le risposte e i contenuti errati o distorti prodotti dall'IA).

Nella valutazione di quanto realizzato saranno fondamentali le attività progettate con una didattica attiva e con connessioni multidisciplinari

all'interno dei piani di lezione della propria disciplina, in modo da poter valutare la chiarezza degli obiettivi di apprendimento e la loro coerenza con il curriculum concordato nell'Istituto, l'uso appropriato delle risorse e dei *tool* IA e le riflessioni sull'esperienza svolta in classe.

La verifica in aula con gli studenti del lavoro svolto sarà ovviamente l'indicatore principale per stabilire la qualità e l'efficacia dell'intero procedimento. Per valutare il processo di apprendimento degli alunni, oltre a test individuali di conoscenza sui fondamenti delle attività da svolgere, verranno privilegiati i lavori di gruppo su progetti multidisciplinari dove sarà possibile valutare la qualità e la creatività del lavoro svolto, l'efficacia delle soluzioni proposte e la capacità di collaborazione e interazione all'interno del *team*. Inoltre, a rotazione, un componente del gruppo dovrà illustrare il progetto oralmente con l'ausilio di una presentazione multimediale da cui si potranno valutare la chiarezza dell'esposizione, la correttezza tecnica, la capacità di sintesi e la comprensione del problema.

Infine, analizzando i dati raccolti grazie all'utilizzo dei *tool* IA si potrà personalizzare l'apprendimento dei discenti oltre a supportare nello studio coloro che riscontrano difficoltà nella comprensione degli argomenti. Nell'ambito della Rete Nazionale dei Licei SDIA saranno organizzati dei momenti di confronto, in collaborazione con le Università, gli Enti di ricerca e le aziende del settore, in cui si potrà riflettere su quanto realizzato e su eventuali correttivi da attuare.

Come si può evincere dalle considerazioni precedenti, l'intero processo di insegnamento/apprendimento è soggetto a un notevole cambiamento e troverà ovviamente delle inevitabili resistenze da parte di quei docenti che si rifugiano nella loro *comfort zone* ("abbiamo fatto sempre così" è un atteggiamento abbastanza comune e comodo) e non si accorgono che stiamo assistendo a una svolta epocale che potrebbe mettere in crisi il loro ruolo di insegnante.

Si spera, comunque, che le interconnessioni tra i docenti della rete si intensificheranno nei prossimi anni in modo da perseguire l'obiettivo che ci si era prefissati all'atto dell'istituzione della Rete Nazionale dei Licei SDIA, cioè quello di promuovere e sostenere i curricoli attivati nelle varie tipologie di licei attraverso il confronto e la collaborazione tra scuole sul piano metodologico e didattico, la formazione dei docenti e l'organizzazione di eventi informativi e culturali ed esperienze di apprendimento significative per studentesse e studenti. Solo così si potrà realizzare quello che auspichiamo nel titolo di questo *report*: che il fascino dell'intelligenza artificiale sia percepito da insegnanti e studenti e diventi davvero un motivo di profondo cambiamento e/o miglioramento dei curricoli scolastici.



Sitografia

LICEO IN SCIENZA DEI DATI E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

(<https://tinyurl.com/liceoSDIAMonfalcone>)

METODOLOGIE DIDATTICHE ATTIVE

(<https://www.metodologiedidattiche.it/>)

PROMPT ENGINEERING

(<https://promptology.it/prompt-engineering-guida-per-principianti/>)

RACCOLTA TOOL IA

(<https://www.futurepedia.io/>)

RETE NAZIONALE DEI LICEI IN SCIENZA DEI DATI E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

(<https://tinyurl.com/ReteNazionaleLiceiSDIA>)

SDIAFEST 2022: IL PRIMO FESTIVAL DELLA SCIENZA DEI DATI E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

(<https://tinyurl.com/SDIAFestival>)

MANUELA VELOSO ALLA ROMECUP2021

(<https://tinyurl.com/MVelosoRomeCup2021>)



Riferimenti software

AMBIENTI DI SVILUPPO APP PER CELLULARI

MITAppInventor (<http://appinventor.mit.edu/>)

Thunkable (<https://thinkable.com/#/>)

AMBIENTI DI SVILUPPO DI PROGRAMMAZIONE

Scratch (<https://scratch.mit.edu/>)

mBlock (<https://www.mblock.cc/en/>)

Anaconda (<https://www.anaconda.com/>)

OpenCV (<https://opencv.org/>)

AMBIENTE PER REALIZZAZIONE DI ESPERIENZE DI REALTÀ VIRTUALE E AUMENTATA

Cospaces EDU (<https://cospaces.io/edu/>)

APPLICAZIONE PER IL DISEGNO 3D

Rhinoceros 3D (<https://www.rhino3d.com/it/>)

LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

Python (<https://www.python.org/>)

Linguaggio R (<https://www.r-project.org/>)

La robotica a scuola

Intervista a Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre,
fondatori di OFpassiON



Valeria Destro

You are my creator, but I am your master.

MARY SHELLEY, *Frankenstein*, 1818

Molte aree della nostra quotidianità sono state conquistate dalla robotica e dall'intelligenza artificiale, un'espansione che proseguirà nel tempo e che finirà per rendere alcune competenze sempre più cruciali: flessibilità mentale, problem solving, creatività. L'introduzione della robotica educativa a scuola può facilitare non solo una maggiore comprensione del funzionamento delle macchine che ci circondano, ma anche rappresentare un modo per allenare competenze chiave finalizzate alla realizzazione di una piena cittadinanza. Ho discusso dei vantaggi della robotica educativa in un'intervista con Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, giovani imprenditori del settore e fondatori di OFpassiON¹.

PAROLE CHIAVE: robotica educativa, soft skill, pensiero computazionale

Many areas of our daily lives have been conquered by robotics and artificial intelligence, an expansion that will continue over time and eventually make certain skills such as mental flexibility, problem solving and creativity increasingly crucial. Introducing educational robotics to schools could facilitate not only a greater understanding of how the machines around us work, but also represent a way to train key skills for full citizenship. This article will report the experience of Valeria Cagnina and Francesco Baldassarre, young entrepreneurs in the field and founders of OFpassiON with regards to the benefits of educational robotics as a laboratory method.

KEYWORDS: educational robotics, soft skills, computational thinking

Solo una manciata d'anni fa, la parola robot poteva richiamare film fantascientifici in cui creature umanoidi interagivano in modo più o meno aggressivo con l'umanità. Oggi i robot sono i benvenuti nelle nostre case, nelle nostre fabbriche e negli ospedali per eseguire al posto nostro compiti ripetitivi o gravosi. Pensiamo ad esempio ai bracci meccanici per movimentare la merce, a robot che si muovono autonomamente in uno spazio (come l'aspirapolvere Roomba) o, aumentando il livello di complessità, a robot teleoperativi, controllati cioè a distanza e operanti in condizioni pericolose come su un campo minato. I robot possono essere anche vere

¹ Cf.: <https://ofpassion.tech/> (consultazione 02/06/2023).

e proprie estensioni del nostro corpo, se pensiamo alle protesi robotiche per pazienti che hanno perso l'uso degli arti (Donatiello, 2022). Dal più semplice al più complesso di questi robot, ognuno di essi esegue comandi per i quali è stato programmato e può diventare sempre più *smart* se equipaggiato con un pacchetto *software* più evoluto. Essi non sono in grado di decidere intuitivamente o inconsciamente perché il loro comportamento è predeterminato dall'algoritmo (D'Arminio, 2021); se tuttavia, facendo un passo ulteriore, dotiamo un robot di intelligenza artificiale e di adeguati sensori, conferiamo a questa macchina qualità tipicamente umane come la capacità di apprendere, di prendere decisioni ragionate e di autocorrezione (Donatiello, 2022). Tutto ciò è già realtà, pensiamo ad esempio alla sperimentazione dei veicoli autonomi: ricerche e investimenti in questi campi sono ingenti. Ciò apre scenari nuovi in cui gli algoritmi di intelligenza artificiale possono non solo migliorarsi in autonomia ma anche rielaborare le informazioni, produrre materiale nuovo e agire in modi non automatici (D'Arminio, 2021). Nonostante questa evoluzione possa suscitare timori e nuovi quesiti etici – ad esempio, chi può essere considerato responsabile di un incidente causato da un'auto a guida autonoma? Lo sviluppatore, l'azienda produttrice, il proprietario dell'auto? (D'Arminio, 2021) – possiamo immaginare di rinunciare a questa tecnologia? Certamente no, anzi possiamo aspettarci una sempre maggiore evoluzione della scienza e dell'economia in questo senso.

Con queste premesse, risulta evidente come l'avvicinamento della scuola al mondo della robotica e dell'intelligenza artificiale sia un passo necessario non solo per preparare al meglio gli alunni al mondo di domani ma anche per allenare importanti *soft skill* utili per tutta la vita. A livello normativo, l'interesse per questo nuovo ramo del sapere si è acceso da almeno un decennio, pensiamo alle *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione* (d.m. n. 254 del 13/11/2012) in cui sono previste attività basate sul pensiero computazionale² – alla base della comunicazione uomo-macchina – nell'ambito della materia Tecnologia:

Quando possibile, gli alunni potranno essere introdotti ad alcuni linguaggi di programmazione particolarmente semplici e versatili che si prestano a sviluppare il gusto per l'ideazione e la realizzazione di progetti (siti web interattivi, esercizi, giochi, programmi di utilità) e per la comprensione del rapporto che c'è tra codice sorgente e risultato visibile. (p. 66)

2 Nelle *Indicazioni nazionali e nuovi scenari* il pensiero computazionale è definito «un processo mentale che consente di risolvere problemi di varia natura seguendo metodi e strumenti specifici pianificando una strategia» (p. 13).

Tale interesse si è rafforzato nella normativa successiva (l. 107/2015, d.lgs. 62/2017) e in particolare con la pubblicazione nel 2018 dell'aggiornamento *Indicazioni nazionali e nuovi scenari* a cura del Comitato Scientifico Nazionale. Nel documento un intero paragrafo è dedicato al pensiero computazionale, valutato come strumento culturale chiave per la cittadinanza in quanto processo logico creativo che non solo consente di affrontare e risolvere problemi e si rivela indispensabile per programmare computer e robot, ma anche come veicolo di fondamentali competenze matematiche, scientifiche, tecnologiche, dello spirito d'iniziativa e delle competenze linguistiche (*Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, 2018). Il legislatore riconosce, inoltre, il ruolo fondamentale che la tecnologia dell'informazione ha nella nostra società e indica come una solida conoscenza del *coding* e del pensiero computazionale possano aiutare a comprendere meglio e a padroneggiare le macchine, invece di esserne dominati.

L'intento del legislatore si è poi trasformato in realtà? Quali sono le esperienze di chi lavora con la robotica? Quali vantaggi può offrire questo approccio rispetto ad altri approcci "tradizionali"? Su questi temi ho intervistato due esperti del settore, Valeria Cagnina e Francesco Baldassarre, due giovani imprenditori nel settore della robotica educativa e fondatori di OFpassiON. Valeria Cagnina a soli 15 anni è volata a Boston per trascorrere l'estate al MIT e lavorare a un progetto sulla guida autonoma. A 18 anni è stata nominata da Forbes³ tra i cento giovani under-30 che cambieranno l'Italia e poco dopo ha fondato la sua azienda OFpassiON. Francesco Baldassarre è laureato in informatica e insieme a Valeria Cagnina forma bambini, ragazzi, insegnanti ma anche dipendenti di grandi aziende, viaggia e partecipa a eventi e fiere in Italia, Europa e negli USA. Qui di seguito quanto emerso dall'intervista svoltasi il giorno 1 marzo 2023 tramite videoconferenza dopo aver partecipato al laboratorio di OFpassiON presso il centro culturale Magnete (Milano) il giorno 12 novembre 2022. Il *workshop*, un'esperienza pensata per bambini e ragazzi dai 5 agli 11 anni, proponeva ai partecipanti la costruzione di un robot in un solo pomeriggio. Bambini e bambine socializzano e si rilassano prima dell'inizio dell'evento scegliendo uno dei giochi a disposizione sul pavimento: si può costruire, disegnare, giocare con delle palline, il punto è stimolare la creatività. La costruzione del robot avviene all'interno di una cornice narrativa, i piccoli sono rapiti dalla storia, appaiono entusiasti e per niente intimoriti dai pezzi del *kit* a loro disposizione. Passo passo vengono guidati da Valeria e Francesco alla

³ Forbes è l'autorevole rivista statunitense di economia nota non solo per i suoi articoli di *business*, finanza e settori affini come la tecnologia, la politica e la comunicazione, ma anche per le sue classifiche su aziende e persone, ad esempio sui giovani under-30 più promettenti.

costruzione del robot e i più svelti hanno un ruolo in più: supportare chi non ha ancora completato l'ultimo passaggio. Coloro che hanno bisogno di aiuto lo ricevono di buon grado da un loro pari e perciò sono motivati a pensare di poter riuscire anche loro; anche chi è più veloce ne trae vantaggi: non si annoia e può rendersi utile. Se la collaborazione non sortisce l'effetto auspicato, i formatori sono pronti a dare consigli e dimostrano nuovamente la procedura, chiedendo a chi è in difficoltà di riprovare. A fine pomeriggio tutti hanno completato il loro robot, personalizzandolo anche con colori, brillantini, occhi, cannuce, e tutti i meccanismi funzionano. Tanti piccoli robot scintillanti rotolano sul parquet del Magnete mentre bambini e bambine sorridono soddisfatti osservando il risultato ottenuto dopo alcune ore di concentrazione e divertimento.

Domanda 1: In molte scuole si propongono laboratori di robotica per introdurre al pensiero computazionale, ovvero la capacità di affrontare un compito complesso a piccoli step eseguendo un passo alla volta. A questa abilità si può ricorrere nei più svariati ambiti, sia professionali che personali. Vi ritrovate in questa affermazione?

Francesco: Assolutamente sì, la modalità laboratoriale aiuta ad adottare questa procedura di risoluzione dei problemi. Un problema non è un monolite da affrontare necessariamente tutto insieme, si può scomporre in “sottoproblemi” e trovare, quindi, “sottosoluzioni”. Molto spesso questo approccio può funzionare. Naturalmente non tutti i problemi possono essere risolti con questo metodo, penso ai sistemi complessi che devono essere affrontati in maniera olistica, tuttavia l'adozione di questa procedura porta a un beneficio evidente: l'abitudine a pensare positivo, a ritenere che esistono soluzioni anche per situazioni che sembrano irrisolvibili e, di conseguenza, la motivazione a perseguire i propri obiettivi ne viene potenziata.

Domanda 2: Quindi, tra i vantaggi della robotica possiamo annoverare l'aumento della motivazione e un atteggiamento positivo che, il più delle volte, si rivelano efficaci nella risoluzione dei problemi. Ci sono a vostro avviso altri aspetti relativi al processo di apprendimento che la robotica riesce ad accrescere?

Francesco: Aggiungerei la soddisfazione di vedere realizzato qualcosa fatto con le proprie mani, dopo avere superato una serie di difficoltà e dopo aver gestito una certa dose di frustrazione. Chi costruisce con noi un robot arriva senza alcuna esperienza pregressa, e quindi si ritrova naturalmente di fronte a una gamma di emozioni da gestire, anche negative che,

però, si possono superare con la gioia e con la soddisfazione del successo. Soprattutto con i più piccoli, poter vedere concretamente il risultato del proprio lavoro, un robot che si muove e che funziona, è molto gratificante. Non è l'adulto, infatti, che sancisce se il risultato è buono o meno: il bambino o il ragazzo se ne rende conto da solo. Questa consapevolezza, che può sembrare improbabile quando si è ancora piccoli, si manifesta, invece, con straordinaria evidenza davanti a un manufatto che risponde alle aspettative. Un bambino, forse, non è pienamente conscio della propria accresciuta capacità di *problem solving*, ma sicuramente si rende conto, guardando l'oggetto che ha costruito, di essere riuscito a superare un problema (forse più di uno) e a creare qualcosa di tridimensionale che può mostrare con orgoglio agli altri. Non sono soliti assemblare componenti per creare un oggetto che si muove e quindi, quando ammirano il robot finito, si meravigliano di essere riusciti, con strumenti semplici, a creare un oggetto di una certa complessità. Per loro è un momento magico. Quindi, per rispondere alla domanda, possiamo sicuramente dire che anche la sfera emozionale trae beneficio dall'esperienza.

Domanda 3: Mi avete raccontato che la robotica che proponete nelle scuole piace a insegnanti e bambini. Come vi spiegate questo successo?

Valeria: La robotica piace a insegnanti e a bambini perché dà loro l'opportunità di sperimentare con maggiore libertà e progettualità. Piace per la sua operatività e concretezza, ed è in questa veste che essa può portare nuova linfa vitale a tutte le materie. Come esempio possiamo riferirci a quanto abbiamo potuto verificare in alcune scuole nell'ambito dell'insegnamento delle materie umanistiche: un laboratorio davvero creativo è stato quello attuato da studenti che hanno creato robot programmati per recitare brani da *I Promessi Sposi*. I punti di forza sono stati un approccio attivo, il lavoro di gruppo, la capacità di rielaborare i contenuti e di abbinare testi e immagini: tutti aspetti non certamente tecnologici, ma propri di una didattica partecipativa e laboratoriale.

Domanda 4: Al momento la robotica si è ritagliata un piccolo ruolo nel sistema educativo attuale, ruolo che probabilmente crescerà nel tempo. In che modo secondo voi la robotica può influire sul futuro dell'educazione e dell'apprendimento?

Valeria: La pandemia ci ha dimostrato che la tecnologia è uno strumento cruciale che la scuola può usare per rinnovarsi. Grazie alla tecnologia si può personalizzare la didattica all'interno della stessa classe, non ne-

cessariamente per la presenza di studenti con disabilità, ma per dare una risposta alla naturale diversità di interessi, bisogni e modalità di apprendimento. Infatti, gli ambienti virtuali offrono la flessibilità necessaria a ogni studente per utilizzare i contenuti digitali quando e come vuole, in modo personale e attivo – una necessità, questa, sempre più urgente per combattere la crescente demotivazione a scuola.

Francesco: Penso che la robotica sia diventata una parte integrante dell’alfabetizzazione di base: già ora non basta più saper usare il cellulare e il computer, ma bisogna conoscere applicazioni, programmi, saper caricare e scaricare dati nei vari applicativi. Pensiamo al registro elettronico, alle cartelle condivise che sono diventate uno standard, non più l’eccezione. Oggi siamo arrivati a un punto di consapevolezza significativo: la pandemia ha accelerato un processo che era già in corso, cioè il sempre più diffuso e valido uso delle tecnologie nelle attività scolastiche. Gli insegnanti stanno diventando sempre più esperti e capaci di utilizzare tecnologie didattiche, ma le loro abilità diventano presto obsolete e usare la robotica oggi sarà come in passato saper usare un foglio di calcolo, del tutto scontato.

Domanda 5: Come avete appena sottolineato, oggi una competenza digitale di base è considerata essenziale per moltissime professioni. Pensate che la capacità di dialogare con le macchine e di saperle programmare sarà altrettanto comune in futuro?

Valeria: Sì, imparare a programmare sarà fondamentale per tutti. Noi vediamo già oggi che tantissimi bambini sanno usare Scratch⁴, creano giochi e imparano il *coding*. Non si deve commettere l’errore di sottovalutare queste prime esperienze; anni fa si guardava con sufficienza anche il mondo del *gaming* che ora, invece, sta ricevendo sempre maggiore attenzione dagli esperti dell’apprendimento. In un futuro non molto lontano i ragazzi che oggi usano Scratch sapranno applicare le loro competenze per la creazione di siti web professionali. Fino a pochi anni fa, questo era appannaggio di tecnici perché bisognava scrivere righe e righe di codice partendo da zero; ora molti portali offrono blocchi preimpostati da personalizzare secondo le proprie esigenze. Oggi insegniamo ai ragazzi a usare Scratch ma non dobbiamo dimenticare che non sappiamo cosa ci riserverà il futuro, quali tecnologie useremo tra 20-30 anni. Per questo non bisogna focalizzarsi troppo su uno strumento particolare, piuttosto bisogna insegnare ai ragazzi a destreggiarsi con la tecnologia, quindi è

⁴ Scratch è una *community* di giovani programmatori che offre un’interfaccia semplice per creare storie digitali, giochi e animazioni (<https://scratch.mit.edu/about>, consultazione 02/06/2023).

determinante sviluppare abilità come il *problem solving* e la flessibilità mentale che possano permettere loro di padroneggiare qualsiasi nuovo strumento. Sarebbe auspicabile che le scuole usassero la robotica e il digitale per sviluppare queste abilità che sono necessarie per il presente e il futuro. La scuola dovrebbe puntare meno sulle nozioni, che possono divenire presto obsolete, per perseguire, invece, l'obiettivo di stimolare nei ragazzi la voglia di mettersi in gioco e di continuare a imparare.

Domanda 6: Con il vostro lavoro viaggiate spesso all'estero. In altri Paesi la robotica è maggiormente integrata nel sistema scolastico?

Valeria: Viaggiando abbiamo potuto verificare che in tanti Paesi le famiglie possono scegliere tra una grande varietà di metodi educativi che cambiano da scuola e scuola; in Italia la scuola pubblica ha gli stessi istituti e gli stessi indirizzi in tutto il territorio nazionale tuttavia, data l'autonomia scolastica, può avere approcci, metodologie e progetti diversi. Nel Nord Europa (più precisamente in Scandinavia) non si usano più i libri di testo, ogni alunno ha un computer o un tablet personale su cui lavorare. In questi Paesi c'è più consapevolezza di come la tecnologia sia un mezzo strategico per dare apertura mentale ai ragazzi. Negli Stati Uniti si punta molto sul *learning by doing*, c'è molta enfasi su questo metodo. È difficile generalizzare perché l'autonomia delle scuole italiane genera molta variabilità da scuola a scuola, da classe a classe: spesso sono gli insegnanti a fare la differenza. Anche in Italia ci sono docenti che hanno capito le potenzialità della robotica come mezzo e non come fine. Li abbiamo visti sperimentare, essere innovativi e sarebbe bello che si prendessero come esempio proprio questi docenti che hanno il coraggio di sperimentare e intraprendere percorsi inesplorati.

Domanda 7: Dal vostro racconto si deduce che avete notato negli insegnanti italiani qualche diffidenza e qualche timore verso le esperienze provenienti da altri Paesi. È così?

Francesco: Abbiamo l'impressione che nel mondo della scuola ci sia un gran fermento di idee e di nuove metodologie, però sembra mancare un coordinamento. Al contrario, nel mondo della scienza c'è maggiore condivisione delle informazioni, dei risultati; penso ad esempio allo sviluppo dell'intelligenza artificiale, un grande tema che sta coinvolgendo tutto il mondo e tutti stanno lavorando insieme per far progredire questa tecnologia. Nel mondo dell'educazione questa condivisione sembra essere

assente. Abbiamo gli strumenti per capire quali metodi e quali strumenti funzionino meglio ma le *best practice* faticano a entrare nel circuito dei professionisti dell'educazione. Inoltre, una limitata unione d'intenti può generare spreco di energie perché si rema in diverse direzioni. È paradossale che ci si stia sforzando a sviluppare macchine che sappiano apprendere autonomamente (sto pensando all'intelligenza artificiale applicata a sistemi quali ChatGPT⁵) ma non ci si applichi in modo altrettanto intenso ed efficace relativamente all'apprendimento delle persone. La sfida per l'umanità sarà quella di trovare una soluzione a questo scollamento prima di arrivare inconsapevoli a un confronto sbilanciato con macchine intelligentissime. Chi possederà le chiavi dell'apprendimento, avrà le chiavi del futuro. La scuola può sembrare ancora distante dalla realtà, ma è nel suo essere sia custode di una tradizione educativa sia organismo aperto alle innovazioni che sta la sua forza. Il nostro ruolo di giovani imprenditori nel settore della robotica applicata all'insegnamento è sicuramente quello di supportare la diffusione delle innovazioni e contribuire al rinnovamento nell'educazione.



Riferimenti bibliografici

- D'ARMINIO, A., & MANIACI, A. (2021, 10 novembre). Intelligenza Artificiale e responsabilità civile da autoveicoli driverless. *Altalex*, <https://www.altalex.com/documents/news/2021/11/10/intelligenza-artificiale-e-responsabilita-civile-da-autoveicoli-driverless> (consultazione 29/05/2023).
- DECRETO LEGISLATIVO 13 aprile 2017, n. 62, *Norme in materia di valutazione e certificazione delle competenze nel primo ciclo ed esami di Stato, a norma dell'articolo 1, commi 180 e 181, lettera i), della legge 13 luglio 2015, n. 107*. (17G00070) (GU Serie Generale n.112 del 16-05-2017 – Suppl. Ordinario n. 23), <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/05/16/17G00070/sg> (consultazione 02/06/2023).
- DONATIELLO, G. (2022, 5 dicembre). Robotica e Intelligenza Artificiale: qual è la differenza?. *Softec*, <https://blog.softecspa.com/robotica-e-intelligenza-artificiale-qual-e-la-differenza> (consultazione 29/05/2023).

⁵ Con il lancio di ChatGPT nel 2023 il mondo della scuola si è reso conto, in maniera quasi traumatica, di cosa sia capace l'intelligenza artificiale: si può chiedere a Chat GPT di scrivere un tema, anche in lingua straniera, su un dato argomento, di creare una presentazione, di scrivere una canzone, di creare una scaletta e molto altro. Percepito come una minaccia dai più, un algoritmo simile può, però, anche rappresentare un'opportunità per il mondo della scuola secondo Sal Khan, fondatore della piattaforma educativa Khan Academy. In un interessante TED Talk l'imprenditore illustra come l'intelligenza artificiale, se ben gestita, possa potenziare l'apprendimento e supportare l'educazione di massa (Khan, 2023).

- KHAN, S. (2023). How could AI save (not destroy) education, *TED*, 01/05/2023, <https://www.youtube.com/watch?v=hJP5GqnTrNo> (consultazione 19/06/2023).
- LEGGE 13 luglio 2015, n. 107, *Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle disposizioni legislative vigenti*. (15G00122) (GU Serie Generale n.162 del 15-07-2015), <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15G00122/sg> (consultazione 19/06/2023).
- MIUR, MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA (2012). *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione* (d.m. n. 254 del 13/11/2012), https://www.miur.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf (consultazione 02/06/2023).
- MIUR, MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA (2018). *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/> (consultazione 02/06/2023).

A watercolor splash in shades of yellow and orange on a white background. The splash is irregular and has a soft, feathered edge. The colors transition from a pale yellow at the bottom to a deeper orange at the top. The text is centered over the splash.

Lo scaffale del formatore

Letteratura e intelligenza artificiale: come si intrecciano e si influenzano

Luisanna Paggiaro

Quanto la tematica dell'intelligenza artificiale (IA) può permeare la letteratura (soprattutto la fiction) ed essere elemento di divertimento, ma anche di ricerca e analisi di un mondo caratterizzato da macchine pensanti e robot? E quanto il "virtuale" ha ispirato artisti e romanzieri di ogni tempo ed è diventato argomento, divertente, ironico e profondo, di una visione dell'uomo e della società, che guarda in avanti? Partendo da queste domande, scopo di questo contributo è quello di esaminare il rapporto IA-letteratura in una duplice prospettiva: 1) quali macchine pensanti siano state create nella fiction; 2) quale storytelling possa essere prodotto direttamente dall'IA. Nel primo caso si tratterà di prendere in considerazione alcuni romanzi, da quelli "classici" del passato a quelli moderni e contemporanei, per focalizzarne setting, personaggi e tematiche; nel secondo caso si esplorerà fino a che punto le macchine siano capaci di fare propria la struttura profonda delle storie e che ruolo abbiano IA e machine learning nella possibile creazione di narrazioni: un incredibile potenziale di collaborazione fra l'essere umano e la macchina.

PAROLE CHIAVE: lingua, letteratura, fiction, robot, tecniche narrative, approccio critico-letterario e storico

How much can artificial intelligence (AI) influence literature, fiction in particular? And how can AI be a source of fun, as well as an opportunity for research and analysis of a world populated by thinking machines and robots? And, how much has virtual reality inspired artists and novelists, becoming an amusing, ironic and complex subject that presents perspectives on humanity, society, and the future? Starting from these questions the aim of this paper is to explore the relationship between AI and literature from a double perspective: 1) the depiction of thinking machines in fiction; 2) the direct production of storytelling by AI. In the first case, we will consider some novels, ranging from the "classic" to the modern, as well as some contemporary ones, with a focus on the setting, the characters and the main themes. In the second case, we will examine the extent to which AI and machine learning are able to take in the deep structure of stories, and the role they play in producing various types of narrative. The interplay of AI and fiction is an example of the unbelievable potential that arises when human beings and machines cooperate.

KEYWORDS: language, literature, fiction, robots, narrative techniques, literary criticism and historical approach

1. Introduzione

Può sembrare inconcepibile collegare l'intelligenza artificiale alla letteratura e alle arti in generale perché queste due realtà sono spesso viste come

antitetiche – l’AI¹ come razionale, fredda, cerebrale, le arti – e quindi anche la letteratura – come creative ed espressione di passioni e sentimenti. Questa schematizzazione ormai non è più valida alla luce degli ultimi studi sugli algoritmi e la cosiddetta *sentiment analysis*² molto usata per analizzare i risultati di *survey*, *social media* e *news*.

Per questo accettiamo la sfida di studiare il rapporto AI-letteratura nei suoi vari aspetti, senza avere la pretesa di affrontare la questione in tutta la sua complessità e di dare risposte univoche a interrogativi ampi e impegnativi di natura storico-filosofica. Premettiamo che il focus del nostro studio riguarda la letteratura inglese e americana che hanno fornito numerosi esempi di storie in cui l’intelligenza artificiale e le macchine pensanti hanno avuto un ruolo fondamentale e sono anche diventati “personaggi” indimenticabili.

Ci auguriamo che queste riflessioni possano costituire *food for thought* per insegnanti ed educatori che vogliano intraprendere percorsi di lettura e di letteratura anglo-americana con i propri studenti, nella consapevolezza che un fenomeno enorme e complesso come l’AI può diventare leggero e piacevole se legato a fantasia e creatività.



2. Macchine e mostri vivono nell’immaginario letterario

L’interesse per la macchina e il suo sfruttamento sono nati con l’uomo, ma è certamente nell’età della rivoluzione industriale e nei secoli che la contraddistinguono (XVIII e XIX) che le tecnologie si sviluppano in ambito industriale e socio-economico, portando a grandi cambiamenti nell’organizzazione del lavoro, nella vita dei singoli e della società tutta.

Da qui vogliamo partire per analizzare alcuni romanzi del periodo pre-vittoriano e vittoriano, che all’interno di filosofie utilitaristiche e in un contesto di generale ottimismo (con una visione della tecnologia come possibile soluzione di tutti i problemi umani, materiali e spirituali), affrontano la questione delle macchine e dei robot in modo complesso e critico. Ci riferiamo ai seguenti capolavori: *Frankenstein* (1818) di Mary Shelley, *Erewhon* (1872) di Samuel Butler e *News from Nowhere* (1890) di William Morris. Cercheremo di analizzarli in dettaglio come espressione di una

1 Qui e altrove verrà usato l’acronimo inglese AI (*artificial intelligence*) perché si prendono in considerazione testi e narrativa in lingua inglese.

2 Con questa espressione si intende un campo di ricerca che, facendo uso dell’AI e *machine learning*, analizza testi di varia natura per enucleare quali emozioni richiamano o tendono a evocare.

particolare attenzione alla macchina nel suo rapporto con gli umani, a cui seguirà nel '900 una narrativa ben più sofisticata e legata alla maggiore invadenza delle macchine pensanti nella quotidianità.

2.1. I romanzi classici

È la notte tempestosa del 16 giugno del 1816 a Villa Diodati, sul lago Lemano a Ginevra, e i quattro ospiti (George Gordon Byron, Percy e Mary Shelley e il medico John Polidori), per ingannare la noia del tempo inclemente, si sfidano, su invito di Byron, a scrivere il miglior racconto di fantasmi e di orrore. A questa competizione letteraria si riconduce la genesi del romanzo *Frankenstein or the Modern Prometheus*, che Mary Shelley finì poi di scrivere nel 1817 e pubblicò l'anno successivo. Influenzata dal pensiero del padre, il filosofo William Godwin, e dalle conversazioni del tempo riguardanti gli esperimenti di Darwin e la teoria di Galvani sull'elettricità intrinseca al corpo, Mary Shelley creò un'opera originalissima sull'antico sogno della creazione della vita da parte dell'uomo: infatti, Victor Frankenstein, studente in medicina all'Università di Ingolstadt, costruisce una creatura, chiamata mostro di Frankenstein o erroneamente Frankenstein stesso, quale *alter ego* dello scienziato. I due protagonisti sono complementari ed entrambi soffrono di un senso di isolamento e alienazione. Inoltre nel corso della narrazione, entrambi saranno gradualmente trascinati da una spirale di odio e di vendetta, pieni di rimorso per i crimini da loro commessi.

In realtà, il mostro nasce buono, ma è reso malvagio dal disprezzo degli uomini nei suoi confronti, mentre Victor Frankenstein, avendolo creato sfidando le leggi della natura e avendolo poi rifiutato – è, come dice il titolo – una figura “faustiana” che si paragona a Satana. Infatti, la creazione del mostro simboleggia la distruzione dell'equilibrio della natura che la scienza, se separata dall'amore e dalla moralità, può produrre. È questo il messaggio che il racconto vuole trasmettere?

Le interpretazioni e le letture critiche sono state molteplici nel tempo³, ma la storia di *Frankenstein*, narrata attraverso le lettere che Robert Walton, esploratore polare, scrive alla sorella dopo aver incontrato Victor Frankenstein alla caccia del mostro all'Artico, continua ad avere un grande fascino ed è diventata un mito della letteratura, forse perché affonda le sue radici nelle paure umane: il terrore del mostro, del diverso e dello

³ Cf. Mary Shelley (1992), *Frankenstein (Case Studies in Contemporary Criticism)*, curato da Johanna M. Smith (London: Palgrave Macmillan) che raccoglie alcuni saggi critici con analisi di vario taglio (per esempio psicoanalitico, femminista, marxista, culturale).

sviluppo tecnologico non più controllabile. Lo riassume bene Nadia Fusini (2018) con queste parole nella sua introduzione al romanzo di Mary Shelley «*La cosa di tenebra è dentro di noi*⁴».

Il focus su Frankenstein induce ad aprire una parentesi di riflessione sulle rivisitazioni contemporanee del romanzo. *In primis*, quella che Sam Byers (2019) ha definito sul giornale *The Guardian*: «a dazzling reanimation of Shelley's novel»⁵: *Frankissstein: A Love Story* (2019) di Jeanette Winterson, in cui la scrittrice affianca la storia di Mary Shelley e della creazione del mostro a quella di un giovane medico transgender di nome Ry Shelley. Nella Gran Bretagna del post-Brexit, Ry si innamora di Victor Stein, un professore noto al grande pubblico per le sue posizioni sull'intelligenza artificiale e gli esperimenti che conduce di notte in un bunker sotterraneo, lavorando a una creazione che superi i limiti della fisicità e della mente umana. Tali vicende intrecciate forniscono l'occasione per riflettere sulle attuali questioni di genere, sull'egemonia culturale, sulla cultura di massa e sullo sviluppo tecnologico della società contemporanea. Degna di menzione, con particolare riferimento alla presente trattazione, è anche *Shelley AI*, algoritmo di intelligenza artificiale che inventa e sviluppa, in collaborazione con gli utenti, brevi storie horror⁶.

Chiusa la parentesi contemporanea, torniamo ora a indirizzare l'attenzione critica ai classici del XIX secolo e, nello specifico, al romanzo *Erewhon*, scritto da Samuel Butler e pubblicato anonimo nel 1872. Si noti che il titolo *Erewhon* corrisponde alla parola inglese *nowhere* invertita e indica il nome del paese immaginario in cui il giovane protagonista, Higgs, viene catapultato. Un paese segnato da numerose stranezze: ad esempio i malati vengono processati e messi in prigione, i criminali sono curati in ospedale e assistiti dai "raddrizzatori" e le macchine sono vietate perché considerate pericolose. Queste ultime, dai semplici orologi alle complesse macchine a vapore, sono state eliminate dalla vita quotidiana degli *erewhoniani* per paura che potessero rendere gli uomini schiavi della loro tirannia e sono conservate nel museo cittadino come oggetti di curiosità. Al suo arrivo il protagonista è sottoposto a una perquisizione nella quale gli viene requisito l'orologio da taschino; proprio a causa di tale proce-

4 Mary Shelley, *Frankenstein* 1818 (2018), presentazione di Nadia Fusini, traduzione di Alessandro Fabrizi. Vicenza: Neri Pozza, p. 15.

5 *Frankissstein by Jeanette Winterson review – a dazzling reanimation of Shelley's novel*, <https://www.theguardian.com/books/2019/may/24/frankissstein-jeanette-winterson-review> (consultazione 20/08/2023).

6 Cf. <https://www.wired.it/scienza/lab/2017/10/25/intelligenza-artificiale-storie-orrore/> (consultazione 30/08/2023).

dura, Higgs decide di documentarsi sulle ragioni di questo rifiuto delle macchine da parte degli abitanti di Erewhon e decide di leggere il loro principale trattato filosofico (*The Book of the Machines*). Higgs dibatte la questione sotto diversi punti di vista, ponendo prima di tutto il problema se le macchine abbiano coscienza:

But who can say that the vapour engine has not a kind of consciousness? Where does consciousness begin, and where end? Who can draw the line? Who can draw any line? Is not everything interwoven with everything? Is not machinery linked with animal life in an infinite variety of ways? (p. 146)⁷

Poi Higgs esamina il rapporto uomo-macchina ed esprime i propri timori, quasi preveggendo una futura e pericolosa civiltà tecnologica:

I fear none of the existing machines; what I fear is the extraordinary rapidity with which they are becoming something very different to what they are at present. No class of beings have in any time past made so rapid a movement forward. (p. 148)

Le preoccupazioni espresse da Butler sono tuttora rilevanti: forse le macchine diventeranno un'estensione degli umani che le hanno costruite, una sorta di appendice, come un arto in più che ne aumenta l'efficienza, o forse gli uomini potrebbero diventare un'estensione o un'appendice delle macchine che hanno costruito, come un cucciolo che si rapporta a una specie meccanica di gran lunga superiore?

Come *Erewhon* critica la nuova religione della macchina e prende di mira vari aspetti della società vittoriana, così il romanzo di William Morris, *News from Nowhere*, di poco posteriore (1890), immagina un nuovo mondo futuro, ispirato a principi socialisti, in cui la Londra del XXI secolo appare libera da industrie e macchinari e il Tamigi scorre chiaro, ripulito da fumi e sporcizie: «the soap-works with their smoke-vomiting chimneys were gone; the engineer's works gone; and lead-works gone; and no sound of rivetting and hammering came down the west wind from Thorneycroft's» (p. 8). Lo stupore del visitatore, William Guest, nello scoprire vari aspetti dell'organizzazione sociale, economica e politica diventa ancora maggiore quando viene a sapere che il lavoro è diventato un piacere per tutti gli abitanti e che i macchinari – tipici della Rivoluzione Industriale – sono stati definitivamente aboliti: «ALL work is now pleasurable» (p. 110); «the labour-saving machines were made to “save labour” on one piece of work in order that it might be extended – I will say wasted – on another, proba-

⁷ Edizione di riferimento: *Erewhon (A Dystopia): The Masterpiece that Inspired Orwell's 1984 by Predicting the Takeover of Humanity by AI Machines*, Musicaicum Books, 2017 (Formato Kindle).

bly useless, piece of work. Friends, all their devices for cheapening labour simply resulted in increasing the burden of labour» (p. 113).

2.2. *La nascita delle distopie*

Nel '900 la questione delle macchine – e del loro uso e abuso – si intreccia alle scritture distopiche, ossia alla rappresentazione di una realtà immaginaria del futuro caratterizzata da espressioni sociali e politiche opprimenti e da condizioni ambientali o tecnologiche pericolose, portate alle estreme conseguenze. Così il romanzo distopico – tipologia di genere letterario che mette in scena ipotetici scenari futuri per far riflettere su ciò che potrebbe accadere e risvegliare la coscienza del pubblico – si è sviluppato, a partire dai primi decenni del XX secolo, con l'intento sia di rappresentare eventuali società future in cui il potere (politico, religioso, tecnologico, ecc.) pretende di controllare ogni aspetto della vita umana, sia di descrivere un mondo arrivato alla sua massima degradazione anche a causa di catastrofi globali, spesso causate dall'uomo. Questi due filoni narrativi (quello dei “totalitarismi” e quello “post-apocalittico”) sono lo scenario di numerose storie, costituendo delle caratteristiche comuni che si ritrovano nei romanzi distopici del Novecento, fra i quali ricordiamo *Brave New World* (1932) di Aldous Huxley, *Nineteen Eighty-Four* (1949) di George Orwell, *I, Robot* (1950) di Isaac Asimov, *Farhenheit 451* (1953) di Ray Bradbury, *The Handmaid's Tale* (1985) di Margaret Atwood.

Come osserva Gregory Claeys in *Dystopia. A Natural History*, esistono tre principali forme di distopia: «the political dystopia; the environmental dystopia; and finally, the technological dystopia, where science and technology ultimately threaten to dominate or destroy humanity» (2017, p. 5). Nel suo ampio studio Claeys sostiene che mostri (spiriti maligni, vampiri, Satana, ecc.) hanno sempre popolato la terra, in contrasto con i luoghi ideali del cielo e del Paradiso, e che uno spazio distopico ha caratterizzato la storia dell'umanità in vari tempi e luoghi. Poi, in particolare, si sofferma sull'emergere, negli ultimi decenni dell'800, di un genere “moderno” alimentato dall'industrializzazione, dalle crescenti disuguaglianze sociali, dallo sviluppo del socialismo e dall'affermarsi dei totalitarismi. Le distopie letterarie servono, così, a rappresentare il reale e hanno la funzione di risvegliare l'ansia sul potenziale futuro per spingere l'umanità all'azione, al fine di prevenire un possibile crollo sociale, politico o ambientale.

Questo è lo spirito che muove alcuni dei romanzi sopracitati, che qui di seguito analizziamo brevemente perché esempi di grandi “quadri sociali” e di distopie ancora oggi valide.

2.3. Sviluppo avanzato delle tecnologie, eugenetica e potere

Nel contesto sociale e storico dei primi decenni del XX secolo, *Brave New World* (1932) di Aldous Huxley si proietta in una Londra del futuro (anno di Ford 632, corrispondente all'anno 2540 della nostra era) in cui la vita umana è completamente industrializzata e controllata da poche persone al comando di quello che viene chiamato "the World State". La prima scena del romanzo è situata in un laboratorio (*Fertilizing Room*) dove gli esseri umani sono creati in base a un rigido sistema di casta ed esiste un controllo della riproduzione attraverso interventi tecnologici e medici, compresa la rimozione chirurgica delle ovaie (*Bokanovsky Process*):

Major instruments of social stability. Standard men and women; in uniform batches. The whole of a small factory staffed with the products of a single bokanovskified egg. 'Ninety-six identical twins working ninety-six identical machines!' The voice was almost tremulous with enthusiasm. 'You really know where you are. For the first time in history.' He quoted the planetary motto. 'Community, Identity, Stability.' Grand words. 'If we could bokanovskify indefinitely the whole problem would be solved. (p. 45)

Da questa citazione e dal resto del capitolo appare subito evidente l'allarme che Huxley lancia contro i pericoli della tecnologia: usando le scoperte tecnologiche per controllare la società, uno stato totalitario può cambiare il modo in cui gli esseri umani pensano, agiscono e vivono. Infatti, nel romanzo *Brave New World* viene attuato un condizionamento psicofisico delle persone fin dal loro concepimento, per cui ognuno viene indottrinato ad amare la propria collocazione sociale, il colore dei vestiti che indossa (diversi per ogni casta) e la vita a cui è destinato. Sembra che questa società sia ideale e felice, senza povertà e guerra, ma si tratta, invece, di un'utopia negativa o distopia.

A Huxley (che era stato suo maestro) si ispira George Orwell per il suo *Nineteen Eighty-Four* (1949): entrambi gli scrittori nell'Europa del primo e secondo dopoguerra sono animati da pessimismo e un senso di sfiducia verso il positivismo e le ideologie da esso derivate, e criticano aspramente gli abusi di potere derivati da nazionalismi (nazismo e stalinismo) e fanatismi religiosi. In particolare in *Nineteen Eighty-Four* le tecnologie sono usate per controllare e opprimere: i teleschermi che seguono gli abitanti di Oceania in ogni momento della loro giornata, imponendo comportamenti e linguaggio, sono un esempio del predominio di macchine diaboliche, strumenti di un orrore sociale, al servizio del Partito, che proibisce il libero pensiero, il sesso e qualsiasi espressione di individualità:

The instrument (the telescreen, it was called) could be dimmed, but there was no way of shutting it off completely. [...] How often, or on what system, the Thought police plugged in on any individual wire was guesswork. [...] But at any rate they could plug in your wire whenever they wanted to. You had to live – did live, from habit that became instinct – in the assumption that every sound you made was overheard, and, except in darkness, every moment scrutinized. (pp. 5-6)

Il viaggio nella negatività cui ci obbliga *Nineteen Eighty-Four* parte dalle aberrazioni del controllo sociale e finisce con il fallimento della rivolta individuale perché il protagonista Winston Smith – né eroe né martire – alla fine viene messo a nudo nella sua vera identità e appare ciò che il Partito stesso è: odio, violenza, crudeltà.

2.4. *La complessità del rapporto uomo-robot*

All'indomani della seconda guerra mondiale, il romanzo distopico trasforma le sue tematiche anche in funzione del contesto storico-economico di quegli anni: vi è pertanto un nuovo *focus* sul pericolo nucleare (il primo test atomico sperimentale avvenne il 16 luglio 1945 ad Alamogordo, nel deserto del Nuovo Messico, voluto dai fisici Albert Einstein e Robert Oppenheimer, cui seguirà, meno di un mese dopo, il lancio di due bombe atomiche su Hiroshima e Nagasaki), sullo spettro del disastro ambientale (emerso negli anni '70), il progresso della meccanizzazione e i sintomi di una degenerazione culturale delle società liberali segnate da consumismo e senilità intellettuale.

Inoltre, poiché dagli anni '50 l'espansione nello spazio – detta anche corsa allo spazio – fu accompagnata da sorprendenti scoperte e innovazioni nella robotica, nell'elettronica, nella medicina e nella genetica, la *science fiction* fu più che mai coinvolta nel narrare queste nuove realtà, e divenne un genere popolare anche in Italia per merito della collana *I romanzi di Urania*, nata nel 1952 e poi diventata "Urania" nel 1957, che contribuì alla diffusione dei romanzi di Isaac Asimov e James Graham Ballard.

Fu proprio il romanzo *I, Robot* (1950) di Asimov a introdurre il rapporto uomo-robot in modo complesso e a porre la relativa questione morale. Si tratta di una raccolta di racconti con protagonisti i robot positronici – dotati di un dispositivo immaginario, una forma di intelligenza artificiale avanzata, che imita il cervello umano – che obbediscono alle tre leggi della robotica e che lo scrittore sintetizza così: 1) un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che un essere umano riceva danno; 2) un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non siano in contrasto con la Prima Legge; 3) un robot

deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la prima o la Seconda Legge. Tali leggi furono elaborate da Asimov anche attraverso le discussioni avute con John W. Campbell, autore di fantascienza e direttore della rivista *Astounding Science-Fiction* (1938-1960). Esse apparvero così credibili e sensate da essere accettate da tutti i romanzieri, che quasi non scrissero più storie di robot distruttori del loro stesso creatore.

Come anticipatore della robo-etica, Asimov ha visto i rischi di uno squilibrio tra umani e post umani, e le responsabilità che legano il creatore alla sua creatura quando essa sia dotata di sensibilità e capacità razionale. Interrogato più volte al proposito, lo scrittore e divulgatore scientifico ha rivelato di aver sempre raccontato le sue storie partendo dal presupposto che i robot positronici avessero una coscienza di sé identica a quella umana.

I numerosi libri di Asimov e successivamente il film *I, Robot* (2004), tratto dal romanzo, hanno grandemente influenzato i gusti, gli atteggiamenti e l'opinione pubblica degli ultimi decenni del '900, e aperto la strada a nuovi esempi di narrativa nel XXI secolo.

3. La sfida degli anni 2000



3.1. I robot pensano e vivono come umani

Nei primi due decenni del 2000 sempre più robot diventano protagonisti e voci narranti di romanzi offrendo, dunque, il loro punto di vista di esseri “non umani”, ma sempre più simili agli uomini. Due esempi significativi sono Adam in *Machines Like Me* (2019) di Ian McEwan e Klara in *Klara and the Sun* (2021) di Kazuo Ishiguro.

Nel romanzo di McEwan, il protagonista Charlie Friend utilizza i soldi ereditati alla morte della madre per acquistare l'ultimo modello di uomo artificiale, Adam, e giustifica così le sue intenzioni:

I didn't buy Adam to make money. On the contrary. My motives were pure. I handed over a fortune in the name of curiosity, that steadfast engine of science, of intellectual life, of life itself. [...] Electronics and anthropology – distant cousins whom late modernity has drawn together and bound in marriage. The child of that coupling was Adam. (p. 13)

Charlie e la sua coinquilina Miranda Blacke, di cui Charlie è innamorato, programmano insieme Adam, e da allora Adam diventa non solo protagonista, ma anche una minaccia nel rapporto fra i due amanti, svilup-

pando un suo carattere, una sua volontà e una sua identità sessuale. La sua intromissione nella vita e nelle scelte di Charlie e Miranda è talmente forte che Charlie, in un diverbio con Adam, lo colpisce alla testa con un martello: «I bought him and he was mine to destroy [...]. It was a two-handed blow at full force to the top of his head. The sound was not of hard plastic cracking or of metal, but the muffled thud, as of bone. Miranda let out a cry of horror, and stood» (p. 278). Dopodiché Charlie riporta Adam privo di vita al suo inventore Alan Turing – personaggio cui l’autore dà lo stesso nome del famoso matematico, logico e filosofo inglese padre della scienza informatica e dell’intelligenza artificiale. Costui ammonisce Charlie con queste parole:

My hope is that one day, what you did to Adam with a hammer will constitute a serious crime. [...] You weren’t simply smashing up your own toy, like a spoiled child. You didn’t just negate an important argument for the rule of law. You tried to destroy a life. He was sentient. He had a self. How it’s produced, wet neurons, microprocessors, DNA networks, it doesn’t matter. (p. 303)

L’ammonizione di Turing si basa su un concetto fondamentale: se mai costruiamo una macchina dotata di coscienza, dovremmo abbandonarne l’idea del possesso perché non si può applicare la proprietà privata alla coscienza altrui. I dubbi che emergono dal romanzo riguardano la natura di Adam, la sua complessa armonia, le sue capacità di apprendimento, le sue emozioni – “reali” o no? – suscitano l’eterna domanda: in cosa consiste la natura umana?

Nel romanzo *Klara and the Sun* (2021) di Ishiguro, invece, la protagonista – capelli corti e scuri, occhi gentili – è un robot, un androide che viene scelto da una ragazzina, Josie, come AF (Artificial Friend). Non si sa se Klara provi dei sentimenti: infatti, pur accorgendosi della gentilezza, della rabbia o della maleducazione che gli altri manifestano nei suoi confronti, risponde a tutti con la stessa cortesia.

All’inizio del romanzo, Klara si trova nella vetrina di un grande magazzino insieme alla sua compagna Rosa e si sforza di vedere il sole, per avere nutrimento dalla luce e combattere l’oscurità dell’inquinamento e della solitudine: «And if we were there at just the right time, we would see the Sun on his journey [...]. When I was lucky enough to see him like that, I’d lean my face forward to take in as much of his nourishment as I could» (p. 1). Osserva i bambini che si fermano davanti alla vetrina e come sono vestiti, cerca di indovinare la loro età e quella dei loro genitori, ed è in attesa di una bambina che la scelga come AF. Questa sarà, poi, Josie che, soffrendo di una malattia non specificata, ha bisogno di qualcuno che la sorvegli e chia-

mi la madre Chrissie ai primi sintomi di crisi. Klara svolge questo compito molto bene e quando le condizioni di Josie si aggravano tanto da far temere per la sua vita, Klara chiede al sole di salvare la vita della ragazza riversando su di lei il suo “nutrimento speciale”, a costo di rinunciare a una propria parte e compromettere, in tal modo, le proprie funzionalità.

Con il passare degli anni Klara diventa meno importante per Josie, che si fa sempre più autonoma e abbandona l’AF per andare a studiare al college. Così Klara finisce abbandonata in una discarica, dove per caso incontra la manager del grande magazzino dove era stata esposta all’inizio del romanzo e, parlando con lei, ricorda il suo rapporto con Josie e la madre:

Manager, I did all I could to learn Josie and had it become necessary, I would have done my utmost. But I don’t think it would have worked out so well. Not because I wouldn’t have achieved accuracy. But however hard I tried, I believe now there would have remained something beyond my reach. The Mother, Rick, Melania Housekeeper, the Father. I’d never have reached what they felt for Josie in their hearts. I’m now sure of this, Manager. (p. 306)

Questa consapevolezza a cui Klara riesce a giungere la rende simile agli umani, non più un “vacuum cleaner”, come era stata definita da una donna in un primo incontro con lei. Ma tale consapevolezza, insieme alla sua capacità di apprendimento, non sono sufficienti per reggere il paragone con gli umani perché manca la capacità di amare. Attraverso la voce androide di Klara, interessata a comprendere l’essere umano per scoprire se ha davvero un “cuore”, Ishiguro vuole indagare quei meccanismi che costituiscono la parte più intima e complessa dell’uomo e che, in sintesi, ne definiscono la stessa essenza.

3.2. Come l’intelligenza artificiale cambia il nostro modo di vivere e amare

Il titolo di questo paragrafo riprende il sottotitolo del romanzo *12 Bytes* (2021) di Jeanette Winterson perché, dopo aver descritto la rappresentazione di personaggi-robot in alcuni romanzi degli anni 2000, può essere interessante focalizzare l’attenzione critica su questa collezione di saggi che la scrittrice presenta come *fiction* in quanto, come ella stessa asserisce nella prefazione:

I am a storyteller by trade – and I know everything we do is a fiction until it’s a fact: the dream of flying, the dream of space travel, the dream of speaking to someone instantly, across time and place, the dream of not dying – or of returning. The dream of life-forms, not human, but alongside the human. Other realms. Other worlds. (2021, p. 1)

Lo scopo del quadro narrativo di Winterson è quello di presentare l'AI in modo ampio e articolato, «by considering religion, philosophy, literature, myth, art, the stories we tell about human life on earth, our sci-fi, our movies, etc.» (p. 4). Un compito certamente impegnativo che la scrittrice porta avanti con grande lucidità e arguzia, partendo dalla prima rivoluzione industriale (dalla Manchester dove è nata) e arrivando, attraverso un dettagliato excursus storico-filosofico, fino al metaverso.

Nel primo saggio *Love (Lace) Actually* vengono presentate Mary Shelley, nata nel 1797, e Ada Lovelace, nata nel 1815, come due donne all'avanguardia in ambito scientifico, seppure prive di un'educazione accademica, come era consuetudine al tempo. Il *background* familiare di entrambe – Mary figlia della filosofa e scrittrice Mary Wollstonecraft, fondatrice del femminismo liberale, e Ada figlia di Lord Byron e di Anne Isabella Millbanke, matematica – costituì un'ottima base di partenza per lo studio e la realizzazione di due opere rivoluzionarie e anticipatrici di grandi cambiamenti: nel caso di Mary Shelley il romanzo *Frankenstein* e nel caso di Ada Lovelace il primo programma per un calcolatore, primo esempio di *software* della storia. Infatti, «both Mary and Ada intuited that the upheavals of the Industrial Revolution would lead to more than the development and application of machine technology. They recognized a decisive shift in the fundamental framing of what it means to be human» (2021, p. 10). L'analisi della vita e delle realizzazioni di queste due donne induce Janette Winterson a dibattere la questione del genere – tema a lei caro – sostenendo:

Sex differences exist, of course they do – but they are biological, and as such they don't affect intelligence or aptitude. Gender differences are a social construct and as such they manifest differently at different times in history. Nobody now would claim, as Victorian physicians did (they were following the science, of course), that a disease called anorexia scholastica affected women, and only women, who studied maths. (2021, p. 19)

Focalizzando, poi, l'attenzione sull'AI, da Winterson definita AGI (*artificial general intelligence*), la scrittrice si pone una domanda interessante – «When AI starts to think for itself, will it think like a Buddhist?» (2021, p. 102) – con l'intento di esplorare il rapporto intelligenza-religione (e in questo la scrittrice rivela l'influenza della rigida educazione pentecostale avuta nella famiglia di adozione). Infatti, passando attraverso riferimenti a Eraclito, Buddha, Platone e Aristotele in tempi lontani e più da vicino a Newton, Cartesio e Einstein, Winterson esprime il desiderio (e l'augurio) che l'intelligenza artificiale ci aiuti a superare la nostra condizione umana e la sofferenza:

I suspect that AGI will help humankind to do what it actually needs to do – which is a total reboot of priorities and methods. Our distressing desire to dominate nature and to dominate one another is killing us and killing the planet. Science and tech have accelerated our lethal stupidities. It may be that AGI – far from being a threat – is the new response that we need. (2021, p. 117)

Il romanzo di Winterson termina con un *Postscript* (2022): *I Can, Therefore I Am*, in cui l'autrice si sofferma sul metaverso, del quale ci offre diverse definizioni: «a fully imagined, unlimited creative space» (2021, p. 272), «a different kind of communication system» (2021, p. 274); «a place where assumptions won't help us... a place to be open-minded and see what human feels like when it doesn't feel confined to a single physical self in a time-bubble» (2021, p. 282). La scrittrice si chiede: «Perhaps the metaverse is the next stop on our evolutionary journey – but towards what?» (2021, p. 282) e conclude ricordando il personaggio scespiriano di Prospero e la sua isola (metaverso), sulla quale agli uomini è richiesto alla fine di riconoscere che hanno recitato una parte. Le indimenticabili parole che chiudono *The Tempest*: «Our revels now are ended [...]. We are such stuff / As dreams are made on, and our little life / Is rounded with a sleep» sono «rivisitate» da Winterson che sottolinea le future possibilità del mondo virtuale: «Do you see? Not solid. Not 3D. Not biological. The only thing Shakespeare got wrong is that our revels are ended. I expect they are about to begin» (2021, p. 283).

Quanto l'intelligenza artificiale sia legata alla questione del genere e alle tematiche femministe è dunque ripetutamente sottolineato da Winterson, tematica, tuttavia, già presente nel libro di Donna J. Haraway, *A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century* (1985). Qui Haraway afferma che il *cyborg* è insieme umano e macchina, individuo non sessuato, oltre le categorie di genere, che porta quindi alla caduta dei dualismi della tradizione occidentale, funzionali alle logiche e alle pratiche del dominio sulle donne, sulla gente di colore, la natura, gli animali, ecc. Come scrive Haraway:

High-tech culture challenges these dualisms in intriguing ways. It is not clear who makes and who is made in the relation between human and machine. It is not clear what is mind and what is body in machines that resolve into coding practices. Insofar as we know ourselves in both formal discourse (for example, biology) and in daily practice (for example, the homework economy in the integrated circuit), we find ourselves to be cyborgs, hybrids, mosaics, chimeras. (p. 58)⁸

8 Cf. <http://tinyurl.com/5n952kav> (consultazione 24/12/2023).



4. Le macchine generano racconti

Raccontare storie è stata prerogativa esclusiva dell'uomo in ogni tempo: infatti, la capacità di elaborazione simbolica e di linguaggio sono state sempre identificate come tipicamente umane, ma al giorno d'oggi *software*, sistemi artificiali e robot si stanno impadronendo dei segreti dello *storytelling*.

«Quanto è vicino il momento in cui saranno i robot a raccontarci le storie?» viene chiesto nella prefazione al bel libro di Joseph Sassoon, *Storytelling e intelligenza artificiale. Quando le storie le raccontano i robot* (2019) in cui la questione viene esaminata in tutta la sua complessità, vagliando i pro e i contro per la specie umana e quella artificiale.

Ragioniamo in prima istanza, come suggerisce Sassoon, da cosa le storie rappresentano per l'uomo: si associano alla condizione umana, vengono utilizzate per dare senso al mondo, affondano nel mito – come ben evidenziato da Joseph Campbell nel suo *The Hero with a Thousand Faces* (1949) – e hanno una grande rilevanza in tutte le religioni. Questa valenza profonda delle storie è ben nota anche ai moderni *storyteller* che da una decina d'anni a questa parte hanno cominciato a usare l'intelligenza delle macchine per scrivere storie, sceneggiature e articoli.

Sassoon afferma che le storie sono come programmi narrativi: «Essendo basati sul codice binario, gli algoritmi lavorano in modo ideale su insiemi e sottoinsiemi di informazioni, organizzate in moduli concatenati. Sebbene le storie non siano fatte precisamente così, non sono nemmeno molto diverse da questo» (2019, p. 24). E facendo riferimento sia all'analisi di Vladimir Propp (1996) sulla morfologia delle fiabe russe (in cui vengono identificate trentuno funzioni narrative), sia alla sintesi elaborata dalla scuola semiotica francese (la cosiddetta *École de Paris*)⁹, secondo la quale le fasi cruciali del racconto sono solo quattro (Manipolazione, Competenza, Performanza e Sanzione), Sassoon osserva che tutte le storie raccontate dagli uomini sono caratterizzate da una struttura narrativa profonda e questo agevola le prospettive d'intervento dell'intelligenza artificiale, in quanto la concatenazione dei programmi narrativi non è molto distante dalla logica del computer.

Rimane, comunque, il grande interrogativo se l'intelligenza artificiale possa essere creativa, quesito a cui la maggior parte degli esperti, artisti e scrittori risponde sostenendo che il ruolo migliore delle macchine è quello di assistere i creativi nel loro lavoro, ma il dibattito è aperto e diverse voci

⁹ A cavallo fra gli anni '60 e '90 un gruppo di ricerca semio-linguistica con sede all'École des hautes études en sciences sociales di Parigi attua e pubblica studi su funzioni e programmi narrativi. I principali esponenti sono Algirdas Greimas (*Semantica strutturale*, 1966) e Joseph Courtés.

si levano a favore o contro la creatività dell'AI. Fra queste ricordiamo le parole di Miranda Katz (2017) che attacca i creativi incapaci di collaborare con le macchine: «Knowledge workers are faced with a choice: Set aside your ego and embrace your new AI coworker, or get left behind»¹⁰, e quelle di Pedro Domingos (professore di *Computer science* alla Washington University e autore di *The Master Algorithm*) che afferma che le macchine sono creative. Notiamo, poi, che in ambito artistico si sono avute esperienze significative come quelle attuate da un *team* guidato da Ahmed Elgammal all'Art & AI Laboratory presso la Rutgers University nel New Jersey¹¹ che ha svolto un importante lavoro nel campo dell'arte, insegnando a una macchina come realizzare dipinti riconducibili a diversi generi artistici.

In questo contesto e parallelamente ai *chatbot* e ai *socialbot* (tipo di bot impiegato nei *social media* per gestire messaggi in modo automatico), le cui capacità di dialogare con gli umani e di intrattenerli sta aumentando a una velocità straordinaria, il cammino che può portare agli *storybot* sembra aperto. Come indica ancora Sassoon:

Potranno essere denominati *storybot* tutti quei software di intelligenza artificiale, machine learning, realtà virtuale, realtà aumentata che concorrono con gli umani nell'ideazione delle storie – per il cinema, la televisione, la narrativa, il giornalismo, la comunicazione di marca, e ogni altro ambito in cui servano dei buoni racconti. (2019, p. 45)

4.1. Quando la creatività non è più individuale e si applica alla macchina

La figura del romanziere o del narratore tramandata da secoli è quella di una singola persona, impegnata in un lavoro individuale e solitario, spesso accompagnato da frustrazioni, insuccessi e ansia, ma nel caso degli *storyteller* che sfruttano le nuove possibilità espressive offerte dall'intelligenza artificiale, la realtà virtuale e aumentata e i bot, la situazione cambia.

I creativi, affascinati dal potere delle storie e dalle nuove tecnologie e *media*, hanno bisogno di aggregarsi e creare delle vere e proprie *community* per condividere scelte e mettere insieme competenze diverse, che spaziano dai mezzi di comunicazione, all'arte, alla narrativa, alla sceneggiatura, alla musica¹². Insieme sfruttano le potenzialità di *software* capaci di generare storie, che spesso usano la tecnologia GPT di “apprendimento

10 Cf. <https://www.wired.com/story/welcome-to-the-era-of-the-ai-coworker/> (consultazione 15/08/2023).

11 Cf. <https://sites.rutgers.edu/ahmed-elgammal/> (consultazione 21/05/2023).

12 Un esempio interessante è la *community* “Future of Storytelling” (FoST), <https://futureofstorytelling.org/> (consultazione 21/05/2023).

profondo”, un sistema di tecniche di apprendimento automatico basato sulle reti neurali artificiali, cioè un modello computazionale che si ispira al funzionamento dei neuroni del cervello umano.

Se le opportunità di creare storie attraverso tali tecnologie sono numerose e certamente interessanti, esistono tuttavia anche dei rischi di portata etica cui fa riferimento Julia Bossmann (2016). Ne ricordiamo qui tre in particolare che possono avere rilevanza nel nostro approccio:

- *Artificial stupidity. How can we guard against mistakes?* L'intelligenza dei bot tende a essere settoriale, mancando dell'esperienza del mondo.
- *Racist robots. How do we eliminate AI bias?* Il sapere delle macchine deriva dagli umani e può essere contraddistinto da pregiudizi di vario tipo (genere, etnia, status, ecc.).
- *Singularity. How do we stay in control of a complex intelligent system?* La possibilità di “staccare la spina” non è scontata, perché una macchina sufficientemente avanzata potrà prevedere questa mossa e difendersi. Bossmann usa il termine “singularity” per indicare il momento temporale in cui gli umani non saranno più gli esseri più intelligenti sulla terra. Inoltre, proprio il linguaggio è il terreno sul quale le macchine si svilupperanno maggiormente in futuro, con conseguenze sul discorso pubblico e privato, al momento imprevedibili.

I limiti sopra evidenziati emergono quando si leggono alcuni racconti della serie *AI for Humanity* di Fridjof Struck, creati da GPT-3 e dedicati ad alcune tematiche (come ad esempio *Tales of Love and Healing* e *Tales of Adventure and Discovery*). In essi si nota un modello ricorrente, che va dalla descrizione iniziale (tempo e luogo), alla presentazione del/i personaggio/i e dei rapporti fra di loro, alla narrazione di eventi. Mancano quel fattore di imprevedibilità, quel *quid* che rende ogni storia “unica” e uno spessore narrativo e stilistico, che derivano dalla complessità umana frutto di esperienza ed emozioni. Sarebbe molto interessante a questo proposito attuare un'analisi più dettagliata dei limiti di tali racconti e dei *bias* di AI – ossia i pregiudizi che questa tecnologia può a volte presentare in tale contesto di uso – ma questo richiederebbe una trattazione più ampia e specifica, che non possiamo qui affrontare.

4.2. Apriamo un nuovo capitolo

Che cosa ci aspettiamo, quindi, dall'AI nello *storytelling*? Quali saranno le evoluzioni nel prossimo futuro? Quanto riusciremo ad apprendere, ad

avere pieno controllo delle macchine e insieme a essere creativi e prevalere sulla logica delle macchine (capaci di apprendere a loro volta)?

Il finale di questo articolo, in cui abbiamo voluto – come dice il titolo – intrecciare AI e letteratura e verificare l’influenza dell’una sull’altra, è certamente aperto e il percorso tracciato – dalla rivoluzione industriale ad oggi – suscettibile di possibili cambiamenti. Forse si avvererà la profezia di Dan Brown che nel suo romanzo *Origin* (2017) prevede che l’umanità, da qui al 2050, sarà inglobata in un’altra specie che sta crescendo con una velocità impressionante – il *Technium* (un insieme di macchine, robot, sensori, applicazioni, ecc.).

Per questo vogliamo terminare proprio con le parole di Edmond Kirsch, futurologo e genio dell’informatica, protagonista del libro di Brown:

New species of technology are being born daily, evolving at a blinding rate, and each new technology becomes a tool to create other new technologies. [...] We are witnessing a burst of innovation that is happening faster than our minds can comprehend. And we are the creators of this new kingdom – the Technium. [...] Human beings are evolving into something different, we are becoming a hybrid species – a fusion of biology and technology. The same tools that today live outside our bodies – smartphones, hearing aids, reading glasses, most pharmaceuticals – in fifty years will be incorporated into our bodies to such an extent that we will no longer be able to consider ourselves *Homo sapiens*. (2017, pp. 409-410)

Riferimenti bibliografici

- ASIMOV, I. (1950). *I, Robot*. New York: Doubleday & Company.
- BOSSMANN, J. (2016). *Top 9 ethical issues in artificial intelligence*, World Economic Forum, <https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/> (consultazione 28/09/2023).
- BROWN, D. (2017). *Origin*. London: Penguin Books (Kindle edition).
- BUTLER, S. (1890). *Erewhon or Over the Range*. New York: Longmans, Green and Co.
- CAMPBELL, J. (1949). *The Hero with a Thousand Faces*. New York: Pantheon Books. Reprinted in 2008. Novato, CA: New World Library; tr. it. (2016), *L’eroe dai mille volti*. Torino: Lindau.
- CLAEYS, G. (2017). *Dystopia. A Natural History*. Oxford: OUP.
- DOMINGO, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. New York: Basic Books.
- HARAWAY, D. (1991). *A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century*. New York: Routledge.
- HUXLEY, A. (1974). *Brave New World*. Segrate: Edizioni scolastiche Bruno Mondadori.



- KATZ, M. (2017). Welcome to the Era of the AI Coworker. *Wired* (15 Nov.), <https://www.wired.com/story/welcome-to-the-era-of-the-ai-coworker> (consultazione 28/09/2023).
- ISHIGURO, K. (2021). *Klara and the Sun*. London: Faber& Faber Limited.
- MC EWAN, I. (2019). *Machines like me*. London: Jonathan Cape.
- MORRIS, W. (1890). *News from Nowhere or an Epoch of Rest*. Boston: Roberts Brothers.
Edizione di riferimento 2022.
- ORWELL, G. (1954). *Nineteen Eighty-Four*. London: Penguin Books.
- PROPP, V.J. (1966). *Morfologia della fiaba*. Torino: Einaudi.
- SASSOON, J. (2019). *Storytelling e intelligenza artificiale. Quando le storie le raccontano i robot*. Milano: FrancoAngeli.
- SHELLEY, M. (1994). *Frankenstein*. Genova: Cideb. *Frankenstein*: edizione originale del 1818; (2018) introduzione di Nadia Fusini; traduzione di Alessandro Fabrizi. Vicenza: Neri Pozza.
- SHELLEY, M. (1992). *Frankenstein* (edited by Johanna M. Smith). Boston: Bedford Books.
- STARK, S. (2023). *The Future of Fiction Writing: A Guide to Using AI as a Creative Writing Tool*, Ebook, Kindle Edition
- STRUCK, F. (2023). *AI for Humanity: Tales of Love and Healing: A World of Stories*. Independently Published, Bookshop.org.
- VOGLER, C. (1998). *The Writer's Journey: Mythic Structure for Writers*. San Francisco, CA: MWP (trad. it. *Il viaggio dell'eroe*. Roma: Dino Audino, 2007).
- WINTERSON, J. (2019). *Frankissstein: A Love Story*. Jonathan Cape, United Kingdom.
- WINTERSON, J. (2021). *12 Bytes*. London: Penguin Random House.

Machine translation tools as foreign language learning activators

Cristina Richieri, Evan Knight

Instead of waiting for our attention to be pulled towards something unusual, we can set out frameworks for “directing” our attention in a conscious manner.

DE BONO (2008, p. viii)

Nowadays foreign language learners make use of free online machine translation (MT) which helps them understand and produce texts in a foreign language. The role of MT in education should not be underestimated. Indeed, it can be useful for students to learn how to use it profitably. The purpose of this article is to illustrate the challenges the users of MT have to tackle and draw attention to the importance of a critical use of it. Three one-hour training sessions were included in a 42-hour English language course for students enrolled for a degree in Sociological Studies at Padua University (Italy). The classes aimed both at making students aware of the pros and cons of MT and encouraging them to see it as a language learning activator. The analysis of the feedback at the end of the course seems to show that the focus on MT was useful for improving students' learning strategies. The teacher, for her part, had the opportunity to review learning objectives, teaching methodologies and evidence to observe and evaluate.

KEYWORDS: machine translation tools, MT, teacher professional development, learning strategies, technology use, critical thinking

Oggigiorno gli studenti che apprendono una lingua straniera si avvalgono sempre più della traduzione automatica online gratuita (in inglese machine translation, MT) che li aiuta a comprendere e produrre testi nella lingua desiderata. Il ruolo educativo che questo strumento può rivestire nei percorsi di apprendimento non deve essere sottovalutato e pertanto può essere utile insegnare agli studenti come usarlo in modo efficace. Lo scopo di questo articolo è quello di illustrare le sfide che gli utenti di MT devono affrontare e mettere in rilievo l'importanza di un suo uso critico. Tre sessioni di formazione della durata di un'ora sono state incluse in un corso di lingua inglese di 42 ore per gli studenti iscritti al corso di laurea in Sociologia presso l'Università di Padova (Italia). Le lezioni hanno avuto l'obiettivo di rendere gli studenti consapevoli dei pro e dei contro della MT e di incoraggiarli a considerarla un attivatore di apprendimento linguistico. L'analisi del feedback alla fine del corso sembra dimostrare che l'attenzione dedicata alla MT è stata utile in quanto gli studenti hanno ampliato le loro strategie di apprendimento. L'insegnante, dal canto suo, ha avuto l'opportunità di rivedere obiettivi formativi, metodologie didattiche ed evidenze da osservare e valutare.

PAROLE CHIAVE: strumenti di traduzione automatica, sviluppo professionale degli insegnanti, strategie di apprendimento, uso della tecnologia, pensiero critico



1. Background

Machine translation (MT) is almost certainly the oldest settled research field within computer science (Schwartz, 2018). The search for overcoming language barriers has always been a vital issue for human beings over the centuries as language is «the means for each civilization to access ‘the other’» (UNESCO, 2022, p. 4). Schwartz (2018) places machine translation’s intellectual roots in the 17th-century search for a universal language. She refers to the *Book of Genesis*, mentioning the birth of human language in the Garden of Eden and the loss of its perfection at the Tower of Babel, as well as the numerous proposals developed by distinguished thinkers in the century of the Scientific Revolution aimed at elaborating the basis on which to build a universal language to restore mutual understanding. Over time, this unattainable goal has produced studies aimed at bringing order to linguistic codes, elaborating taxonomies and developing an inter-language for machine translation. All this is closely related to the desire to develop a *pansophic language* which, according to the Czech philosopher John Comenius, could solve the world’s problems by attributing only one meaning to words (Schwartz, 2018).

It can be useful, at this point, to briefly outline the history of machine translation in order to establish the pros and cons of its use from a pedagogical point of view.

MT was first studied by the British engineer Andrew Donald Booth, who explored the mechanization of a bilingual dictionary (1953), and the American mathematician Warren Weaver, who wrote an influential *Memorandum* in 1949 (published in 1955) which drew attention to the concept of MT (Hutchins, 1995). Weaver believed that modern electronic computers would become capable of overcoming some translation problems, especially in technical documents, with at least a low rate of error. His wonderful image of two people shouting back and forth from their own closed towers in order to communicate and his suggested logical solution for them represented by descending to the ground to have a talk, foreshadows the path taken to develop MT. The implication is the need to get down to the common base of human communication (Weaver, 1955).

In the early days of MT research «there was no concern about syntax, word order, or even translating all the words in a text» (Delavenay, 1960, p. 28). The first attempts to use artificial intelligence (AI) in translation in the 1960s were mainly aimed at elaborating first-drafts to be improved by humans. In the 1990s statistical models started being used which entailed the analysis of bilingual text corpora and the calculation of how likely

it is that, given a certain series, one text would be selected rather than another. One of the main problems of this procedure is that the models are formed on all reference texts, which means that the models are also formed on the wrong ones or ones containing errors. These flawed texts will therefore be part of the statistical calculation of possible outcomes. In such cases a human being is needed to check the accuracy of the result. Moreover, since statistical machine translation is «incapable of modeling long-distance dependencies between words, the translation quality [in this case] is far from satisfactory» (Tan *et al.*, 2020, p. 5).

Recently, a giant leap forward has been taken thanks to end-to-end neural machine translation (NMT), which has become the new prevailing method in practical MT systems (Tan *et al.*, 2020). Research in this field is advancing surprisingly quickly and is promising. Neural machine translation uses neural network algorithms, generated by information in databases. The text is no longer divided into separate and sometimes conflicting sentences. On the contrary, by mimicking brain functioning through a set of algorithms, the system combines the sentences into an individual concept with a logical sense. Thanks to neural networks, computers learn from their mistakes and continually improve and try to solve complex problems with greater accuracy.

In spite of recent growing success of NMT, however, there still remains great difficulty in dealing with social, emotional and cultural spheres as well as pragmatic aspects, not to mention the context that determines the use of a specific word or another. These are the main reasons why it is crucial to be critical users of MT, which can free us from mechanical repetition and allow us to focus more on the content and the aspects that machines cannot handle yet. This can represent a unique ground for developing students' critical thinking and higher-level language skills. As Kenny (2022, p. v) puts it, «[m]achine translation, if used wisely, can serve to support language learning efforts». Thus, in the following section the most relevant points discussed in the literature regarding the use of MT as a learning technique will be presented.

2. Literature review: MT as a language learning activator

The use of machine translation in the language classroom is generally unwelcome (Ducar & Houk Schocket, 2018) or even prohibited. Machine translation, Carré *et al.* report (2022, p. 187), «can encourage plagiarism, promote errors or deflect learners from what they should be doing» and



the question of whether using MT is a form of cheating or not seems to be unresolved (Ducar & Houk Schocket, 2018). Nonetheless, the ubiquity of digital devices and applications makes MT a highly familiar instrument for learners, who often expect it to be allowed in class. As a consequence, the didactic strategies adopted in any learning environment must change as times change. The Digital Competence Framework for Educators (Dig-CompEdu) (Punie & Redecker, 2017), which builds on work carried out in previous years, is a paradigmatic example of this effort¹.

As a result, instead of being worried about possible damage caused by the use of AI or rather than accepting the idea that students can rely on it covertly when performing their assigned tasks in a foreign language, «teachers must find new and effective teaching ideas to improve the actual effect of translation teaching, which has drawn the attention of university teachers in recent years» (Kong, 2022, 1/9). This is especially important for those students who are not going to get a degree in a foreign language but are still required to gain a certain level of competence – at least in English – in order to be able to effectively use their knowledge to solve practical problems in their future work life in a globalized world.

Nowadays, students increasingly use online dictionaries², search engines and machine translation tools, but they do not often receive adequate instruction on how to use them effectively (Nied Curcio, 2022). In spite of this, there is scarce attention given to translation didactics (De Martino, 2009) and «[r]esource combination and selection strategies have not yet been extensively investigated, particularly not in terms of didactic implications» (Gromann & Schnitzer, 2015, p. 87); although MT is becoming more popular among students, there is still limited knowledge about its use as a pedagogical tool in the EFL classroom (Pokrivcakova, 2019; Sangmin-Michelle, 2020).

Di Sabato (2007) underlines how Balboni (1998), more than twenty years ago, attributed a noteworthy pedagogical role to translation as a technique beyond and outside the grammatical translation method. This is possible when the focus is on the process which leads to the creation of a new text in a different language rather than on the production of a finished text to be evaluated by the teacher. In light of these considerations, what precedes the act of translating appears to carry important implications for the purposes of language learning since students can be guided,

1 Cf. also Council of the European Union (2018).

2 The very nature of an online dictionary is the subject of debate, and students often use the term “online dictionary” to refer to resources that are not proper dictionaries. Cf. <http://siba-ese.unisalento.it/index.php/linguolinguaggi/article/view/25765>.

for example, to notice cultural differences, practise meaning negotiation, and learn how to search for the same function and pragmatic effect as in the original text (Di Sabato, 2007). This also implies the need for adequate pre-service teacher education (Pokrivcakova, 2019) and the development of an attitude to shape a lifelong learning process, which can lead to the perception of the relevance of specific didactical approaches and, consequently, to their conscious integration into teaching and learning processes (Scherer *et al.*, 2019).

To go into more detail about what experts say about machine translation tools, let's first consider some areas which can encourage students' reflection. We will then examine some skills which should be developed in order to become more familiar with the predicaments induced by a superficial use of MT.

Monari (2021) points out that before neural machine translation was introduced, Google Translate used to translate surnames literally: for instance, the Italian "bevilacqua" used to become "drinkwater". Today, if you try to replicate the translation experiment, you will notice that this error is no longer committed; moreover, the system will suggest that first and last names be written with capital letters, showing that it has learned to recognize them correctly. Monari (2021) also points out that an Italian feminine name, Selvaggia, is still translated, wrongly, into "Wild". Monari (2021) elaborates on these examples:

This simple task of translating names and surnames is a great (and fun) start to reflecting on the underlying fragilities in the semantic analysis system of AI, but, at the same time, shows us how inevitable the increase in the performance of language management systems is. (Our translation)

Another symptom of the inexperience of MT, adds Monari (2021), lies in the translation of acronyms that, if decontextualized, can have multiple meanings. By detecting and analyzing errors in translations and trying to investigate the possible causes, teachers can offer their students the possibility of exploring the two languages (in Monari's case Italian and English) on several levels and becoming more aware of the importance of something MT is still unable to implement, namely our semiotic competence in the fields of interpretation and contextualization, necessary for interlingual communication and, more broadly, for intercultural communication (Monari, 2021).

In addition to the issue related to the necessary provision of a context which can determine the use of a word instead of another in case of polysemy, machine translation tools do not understand the emotional and

cultural impact of language together with attitudes such as sarcasm and irony which «are often lost and [...] can be misinterpreted or even offensive at times» (Brenda, 2019).

Slang and idiomatic expressions may represent a problem as well. Let's consider, for example, the expression "soy face." The literal translation into Italian is "faccia da soia", while the slang semantics indicates the gaping mouth during a selfie³ (Ferronato, 2022, p. 71).

As already pointed out, there are many reasons to believe that MT will never automatically be 100% perfect without any human intervention. Consequently, MT outputs should be treated as a suggestion rather than a fact (Benjamin, 2019). What are the implications of this? First of all, this means students should not give up their English classes. Secondly, they should be taught how to compensate for the limits of MT's understanding of the text in relation to the context (Ferronato, 2022) by putting their human control into action (García, 2022).

Moreover, in order to be able to be critical editors, to decide whether to accept what MT generates or not and to be creative, students not only need to develop and maintain the appropriate level of competence in the target language by acquiring at least an intermediate knowledge of it (Di Sabato, 2007; Benjamin, 2019; Campello, 2021; Carré *et al.*, 2022), which might seem contradictory; but they also need to have a good command of their native language (Di Sabato, 2007). And, finally, it is also advisable for them to be familiar with the topic of the text being translated (Campello, 2021).

Benjamin (2019) gives students a series of tips such as «never submit a raw GT [acronym for Google Translate] translation if you want a good grade», «remember to trust your own ear», «[use] the machine output as a springboard for investigating how a native speaker would render an expression», «do not use [GT] for individual words». Among them, one stands out as particularly helpful: «back-and-forth tweaking». This can also be called back translation, which entails translating the MT output into the original language: if the back translation does not correspond to the original text, it means that MT has performed an incorrect interpretation of the text.

You can often improve the output with some back-and-forth tweaking, massaging your wording until you get the output you are looking for – but that means your knowledge of the target language must be substantial enough to recognize when GT's results convey the meaning you intend. (Benjamin, 2019, p. 13/30)

3 Cf. <https://www.urbandictionary.com/define.php?term=soy%20face> (retrieved 01/08/2023).

If the back translation does not correspond to the original text, you should try again and facilitate the system by adjusting the text in your native language:

You can say things in your natural speech in an infinite amount of possible ways – way more than a computer has a prayer of predicting [...]. You can try to iron your original text so that it is smoother for the translation engine, using terms and methods of expression that might occur more often in the data on which GT is trained. (Benjamin, 2019, pp. 13-14/30)

The message Benjamin (2019) conveys can be looked at from two perspectives. From a philosophical viewpoint, students are invited to intentionally devote time to both facilitating MT to better “understand” what it is asked to translate, and to optimizing MT outputs in the target language. This implies adopting «slow thinking, theorized by the Nobel Prize winner for Economics Daniel Kahneman, [which] is opposed to fast thinking because it is based on reflection and reasoning» (Ferronato, 2022, p. 76, our translation). The mediation between fast thinking, belonging to machine translation systems, and human thinking, which needs time to approach texts and contexts critically, «represents the contemporary challenge of the new relationship between human and machine: being conscious users of the available technologies and not only fast performers» (Ferronato, 2022, p. 76, our translation). Slowness, to use Beccaria’s words, «is a distinctive feature of commitment to what is being done for oneself and for others» (2022, p. viii) and both «attention and hesitation are virtues to be cultivated for their positive effects. Speed brings with it a cultural erosion of which we are not yet able to assess the consequences» (Beccaria, 2022, our translation).

On the other hand, from a more technical viewpoint, Benjamin (2019) stresses the importance of pre-editing and post-editing processes. Pre-editing consists in processing the texts before machine translation; it implies awareness of the morphological, syntactic and stylistic resources offered by the language you translate from and their use to optimize texts (which should be clear, correct, without ambiguities) for automatic translation (Brusasco *et al.*, 2021). Post-editing – which has been gaining momentum in the literature⁴ – is a slow and detail-oriented process aimed at reviewing and correcting the MT output to remove any inconsistencies.

4 Cf. Koponen, 2016; Vieira, 2019; do Carmo *et al.*, 2021; Cui *et al.*, 2023.

On the basis of what research and good practice have focused on, it was decided to devote – within a 42-hour English language course for students enrolled for a first postsecondary degree in Sociological Studies at Padua University (Italy, a.y. 2022-2023) – three one-hour training sessions to developing students' awareness of the issues related to MT. Here below is an illustration of the areas investigated, the materials used and the activities set up.

3. Teaching and learning how to use MT effectively

The reasons why it was decided to dedicate time to MT in class were manifold:

- from a professional perspective, the growing use of artificial intelligence in education prompted an experiment;
- the students involved were not supposed to become expert linguists (being on a course for a degree in Sociological Studies) but they needed to become expert users of MT as citizens living in an increasingly technological world;
- for the last three years, a paper written as a group at home with time and tools available had been part of the examination: the desired outcome of the experiment was to give all students, moving forward, the necessary knowledge to use MT effectively and profitably by drawing on it as a learning activator.

The students involved in these initial MT training sessions were doing a 42-hour English language course (taught by one of the two authors of this article) for a degree in Sociological Studies at Padua University (Italy). The main focus of the course was a research article which was read, discussed and used as a springboard to further develop English grammar and vocabulary as well as to familiarize the learners with the specific format and key sections of scientific papers. This is the reason why the time devoted to MT in class was limited but, by asking the students to participate in specific homework activities on Moodle, it was possible to encourage more occasions that required them to use MT.

The training sessions were taught at the beginning of the course. Table 1 presents what the teacher and the students did, the materials used and the activities set up.

Table 1. Lesson plans: timing, materials and activities.

Training session	What the teacher did	What the students did
1 (1 hour)	<ul style="list-style-type: none"> – activated brainstorming focused on the use of MT and its pros and cons according to one's own experience – illustrated the development of machine translation tools throughout the last decades (PPT) 	<ul style="list-style-type: none"> – did a brainstorming session (individually) – experimented with the use of an online translation tool (in pairs) from Italian into English and pointed out inconsistencies – joined the forum on Moodle dedicated to the topic of the lesson (a specific sociological issue) after checking one's own post by using MT; added a comment on how MT was helpful (homework)
2 (1 hour)	<ul style="list-style-type: none"> – exemplified pros and cons of MT (PPT) – activated brainstorming focused on polysemy 	<ul style="list-style-type: none"> – experimented with the use of different online translation tools from Italian into English and compared the outputs (in pairs) – did a brainstorming session to develop lists of some occurrences of polysemy in Italian and English (small groups) – joined the forum on Moodle dedicated to the topic of the lesson (a specific sociological issue) after checking one's own post/voice message by using MT; added a comment on how MT was helpful (homework)
3 (1 hour)	<ul style="list-style-type: none"> – elicited tips for using MT effectively (pre- and post-editing procedures + back translation) 	<ul style="list-style-type: none"> – listed tips for using MT effectively and experimented with the use of back translation (small groups)

Training session 1

The students were asked whether they used MT or not when translating both from Italian into English and from English into Italian, given that they were required by other teachers to study books and articles in English throughout their entire student career. The question led to a brainstorming session focused on the pros and cons of MT that they had direct experience of (e.g. time-saving, easy; sometimes unreliable), which prompted a deeper analysis. Thus, the development of machine translation tools in recent decades was briefly illustrated by the teacher (Power Point), who highlighted some major steps in the development of machine translation, such as: the first tentative translations, where the meaning of entire sentences was often lost since the system translated word by word; the growth of statistical translation, which provided the most probable output; the most recent advances in neural machine translation, which mimicks brain functioning – since it is based on a network

of artificial neurons – and is able to combine sentences into an individual concept with a logical sense. In class the students experimented with the use of an online translation tool in pairs only after having thought of their own possible translation from Italian into English, thus using MT to check their translation and make amendments (cf. Sangmin-Michelle, 2020). As homework, they were asked to join a forum on Moodle dedicated to the main topic of the lesson (one of the specific sociological issues covered in the course) after checking one's own post by using MT and adding a comment on how MT had been helpful.

Training session 2

The second one-hour training session began with a discussion of some posts uploaded by the students onto the Moodle platform and the type of help they had received from MT. This led them to create a list of errors that machine translation tools can prevent (e.g. subject-verb agreement, verb tenses, spelling, word order, use of articles, punctuation, capitalization, relative pronouns, use of gerund/infinitive). The teacher gave examples of pros and cons of MT (PPT), focusing on the issue of the use of terminology appropriate to the domain of the document being translated – whether juridical, economic, sociological or otherwise – as well as on what MT cannot reproduce yet, namely irony, emotions, style, and cultural factors. In addition to this, the problem caused by polysemy was illustrated. The students were asked to do a brainstorming session and list some occurrences of polysemy in Italian and English. As homework, they were asked again to join a forum on Moodle dedicated to the main topic of the lesson (one of the specific sociological issues covered in the course) after checking one's own post or voice message by using MT and adding a comment on how MT had been helpful.

Training session 3

In the third one-hour training session pre- and post-editing procedures were dealt with by first considering the strategies the students had implemented automatically (pre-editing procedures: “I broke down an excessively long sentence”, “Before using MT, I checked the Italian sentence's correctness”; post-editing procedure: “I accepted MT output after making one or more corrections because to me it was not entirely correct”). Then the teacher completed the overview of the most common procedures to get the most out of MT, which include avoiding idioms, collo-

qualisms, metaphors, and ambiguous terms, as well as clarifying cultural references that might be obscure and checking the use of capital letters. In addition to this, it was stressed how helpful back-translation can be. The students experimented with pre- and post-editing procedures and finally made a list of tips for using MT effectively.

Throughout the entire course, the students were invited to use English by publishing posts on forums and uploading voice messages on the sociological issues discussed in class. The procedure they were asked to follow was the one already used in the three training sessions, namely:

- produce their post or voice message without the help of MT;
- use MT to translate from Italian into English the original content of their post or voice message;
- compare the MT output and one's own production;
- reflect on the pre- and post-editing strategies implemented and on what they had learnt.

4. Data collection and analysis: the final survey and exam outputs

At the end of the course, 102 students participated in a survey administered through Google Modules that aimed at collecting data about the value of the lessons on the use of MT. Table 2 below shows that the positive responses were 64.1%: 51.0% of the students perceived the lessons as useful and 13.1% as very useful. For only 5.9% the lessons were very useless, and for 3.9% they were useless. In addition to the two polarized groups (positive and negative opinions), the data show that for 25.5% of the students the lessons were a little useful.

Table 2. Students' opinions about the lessons on the use of MT.

<i>Question</i>	<i>% Very useless</i>	<i>% Useless</i>	<i>% A little useful</i>	<i>% Useful</i>	<i>% Very useful</i>
How useful were the lessons on the use of MT?	5.9	3.9	25.5	51.0	13.1

These data show that 35.3% of the students found the three training sessions “a little useful” or even less so. While specific reasons for each student will certainly vary, class discussion showed that for some students the lessons were almost redundant due to personal outstanding

skills in using MT and in problem-solving, or due to previous knowledge acquired in secondary school, as some of them had pointed out previously. Though, for a greater number of respondents the training was said to be useful or very useful (64.1%). This perceived usefulness was corroborated by the results the students obtained in the section of the exam consisting of a paper written in a group outside of class, thus with greater time and resources at their disposal. Indeed, they had developed their revision skills and their writing outcomes showed that MT had helped to reduce lexico-grammatical errors in comparison with the papers written by the previous academic year students. Also, viewing the use of MT as a foreign language learning activator was one of the positive outcomes of the training sessions. In fact, in order to avoid merely using MT as a translation tool, the students were asked to report in their paper on their writing process: how MT had been useful, what categories of errors they had detected by using MT, and what that had learned. The evaluation criteria included the discussion of one's own reflections on their learning process.

The focus on the critical use of MT also covered the acquisition of a "slow" attitude which can help to direct our attention to what MT can teach. The comments below are from students who pointed out this new attitude towards MT in their final papers:

Every time I use MT for a word, I always check synonyms; this allows me to connect the new term to terms I already know and so I memorize and internalize it. Without online translators I would probably rely only on my intuition of the meaning of the sentence and therefore I would not consider the terms I do not know, without learning them. (Out translation)

Now I am more aware of the strengths and weaknesses of MT, and now I know how to make the most of it. (Out translation)

By attending the course I realized the potential MT has, which is not limited to providing a simple translation of a word, but it helps to learn more and better understand the use of words. (Our translation)

On the basis of these reflections and the outcomes of the final paper, it is possible to infer that the activities set up in class and on Moodle may have induced some caution as far as the reliability of MT is concerned, and may have raised awareness of how MT can be used as a foreign language learning activator.

Moreover, students tend to use MT as if they were dictionaries. From the quotations below taken from the students' final papers, it is reason-

ble to think that the importance of contextualizing words in a sentence when using MT has been grasped:

For the development of this text I used online translators because, through the technique of reversability, which consists in comparing the back translations, they helped me to choose the most suitable terms for the context and the sentences. (Our translation)

I've used the platform "Reverso context" to check if the words I had the intention to use from the start, chosen from my background, had a coherent and correct translation and meaning within their sentence. For instance, I checked the words "hereby", "idioms" and "command". Moreover, I've used a synonym generator to avoid repetitions. (Our translation)

5. Conclusions

Sometimes we teachers tend to put off what may make us feel uneasy or what we are not familiar with. Also not having taken a position on a certain issue yet may lead us to cultivate the illusion that the issue itself does not exist. For some, this may happen with artificial intelligence and MT. The opening quotation from De Bono (2022) led us to reflect on the balance between the awareness of one's own teaching competence and the social expectations related to innovations that teachers have to confront. We are strongly convinced that we do have to make use of our ability to focus our attention deliberately in order to be able to detect what is beyond the well-known and address what may seem obscure: «[w]ithout the ability to direct attention, we see only familiar patterns» (De Bono, 2022, p. vii). By underlining this attitude we intend to encourage those teachers, especially foreign language teachers, who may feel a certain ambivalence towards, for example, artificial intelligence and MT, and who prefer postponing the decision of widening and updating their competence. Carrè and colleagues (2022, p. 191) remind us of a lesson from O'Neill (2019), saying that «[l]earners who are trained, even briefly, in how MT works, write better compositions than those with no training». This is an excellent reason to develop a new approach towards innovation without any pressure to perform, wishing, rather, to simply reach a good enough level⁵ in teaching students how to make the most out of MT. For, if they are «left to their own devices, learners may not explore fruitful avenues of analysis, and their group conversa-

⁵ Cf. the concept of "good enough motivator" developed by Dörnyei (2001) on the basis of Bettelheim's concept of "good enough parent" (1987).

tion may even reinforce misconceptions about language» (Carrè *et al.* 2022, p. 192) which highlights why «training, scaffolding techniques and guidance from the teacher are of paramount importance» (Thue Vold, 2018, p. 89).

The three one-hour training sessions were intended to illustrate to the students the pros and cons of using MT; alert them to the possible inconsistencies in MT outputs; make them aware of the strategies they should use to optimize texts in the target language; and, above all, show them how to use MT to improve their learning. Thanks to the findings of our admittedly limited study, we understand that receiving at least some information about how to use machine translation tools effectively could make a difference for a relevant number of students. There is some evidence to suggest that transformations in the students' approach to MT do occur, and their developed concern for and awareness of this technology may improve the quality of their papers.

By organizing the three one-hour training sessions on MT, the teacher, for her part, had the opportunity to review learning objectives and teaching methodologies. Also, the teacher was able to develop in several important pedagogical domains, particularly in her ability to observe and evaluate proof of learning in regard to MT and its uses.

Although these findings must be considered in the light of certain limitations – the relatively small number of the students involved and the small amount of time devoted to specific training just to mention only the most obvious –, we can tentatively conclude that machine translation tools are indeed foreign language learning activators and both the teacher and the students can benefit from the attention devoted to MT: the former has the chance to further develop teaching skills, the latter can improve their language skills by using machine translation tools critically.

Bibliographic References

- BALBONI, P.E. (1998). *Tecniche didattiche per l'educazione linguistica*. Torino: UTET Libreria.
- BECCARIA, G.L. (2022). *In contrattempo. Un elogio della lentezza*. Torino: Einaudi.
- BENJAMIN, M. (2019). When & How to Use Google Translate. *Teach You Backwards: An In-Depth Study of Google Translate for 108 Languages*, Kamusi Project International, <https://www.teachyoubackwards.com/how-to-use-google-translate/#dictionary> (retrieved 04/01/2023).
- BETTELHEIM, B. (1987). *A Good Enough Parent*. London: Thames and Hudson.

- BOOTH, A.D. (1953). Mechanical translation. *Computers and Automation*, 2(4), 6-8, <https://aclanthology.org/www.mt-archive.info/CompAutomation-1953-Booth.pdf> (retrieved 04/08/2023).
- BRENDA (2019). AI Translators: The Future of language Learning? Oxford House Language Courses. *OH Blog*, <https://oxfordhousebcn.com/en/artificial-intelligence-translators-the-future-of-language-learning/> (retrieved 04/08/2023).
- BRUSASCO, P., CAIMOTTO, M.C., & MARTELLI, A. (primavera 2021). Esperienze di didattica all'Università di Torino e una «modesta proposta». *Insegnare a tradurre*, <https://rivista.tradurre.it/modesta-propostaunito/> (retrieved 04/01/2023).
- CAMPELLO, M.C. (2021). Awareness about translation errors. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 6(2), 126-144.
- CARRÉ, A., KENNY, D., ROSSI, C., SÁNCHEZ-GIJÓN, P., & TORRES-HOSTENCH, O. (2022). Machine translation for language learners. In D. Kenny (ed.), *Machine translation for everyone: Empowering users in the age of artificial intelligence* (pp. 187-207). Berlin: Language Science Press.
- COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION (2018). *Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning*, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)) (retrieved 01/08/2023).
- CUI, Y., LIU, X., & CHENG, Y. (2023). A Comparative Study on the Effort of Human Translation and Post-Editing in Relation to Text Types: An Eye-Tracking and Key-Logging Experiment. *SAGE Open*, 13(1). <https://doi.org/10.1177/21582440231155849>.
- DE BONO, E. (2008). *Six Frames. For Thinking About Information*. London: Penguin Random House.
- DELAVENAY, É. (1960). *An Introduction to Machine Translation*. London: Thames and Hudson, <https://www.igntu.ac.in/eContent/IGNTU-eContent-821830552997-MA-Linguistics-4-HarjitSingh-ComputationalLinguistics-6.pdf>.
- DE MARTINO, E. (2009). Insegnare a tradurre: spunti dall'esperienza in ambito linguistico e apporto delle nuove tecnologie. *Studi di Glottodidattica*, 1, 40-81.
- DI SABATO, B. (2007). La traduzione e l'apprendimento/insegnamento delle lingue. *Studi di Glottodidattica*, 1, 47-57, <https://ojs.cimedoc.uniba.it/index.php/glottodidattica/article/view/253/124> (retrieved 04/01/2023).
- DO CARMO, F., SHTERIONOV, D., MOORKENS, J., WAGNER, J., HOSSARU, M., PAQUIN, E., SCHMIDTKE, D., GROVES, D., & WAY, A. (2021). A review of the state-of-the-art in automatic post-editing. *Machine Translation*, 35, 101-143, <https://doi.org/10.1007/Q10590-020-09252-y>.
- DÖRNYEI, Z. (2001). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge: Cambridge University Press.
- DUCAR, C. & HOUK SCHOCKET, D. (2018). Machine translation and the L2 classroom: Pedagogical solutions for making peace with Google translate. *Foreign language Annals*, 51(4), 779-795.

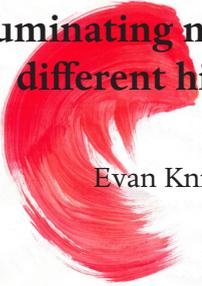
- FERRONATO, C. (2022). Didattiche di Realtà Virtuale, Aumentata e nel Metaverso. In C. Ferronato, P. Monari, L. Farinelli, & R.M. Caffio, *Proposte didattiche per un apprendimento aumentato delle lingue, tra cibo & AI* (pp. 68-77), Bricks, 5, https://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2022/09/05_2022_08_Ferronato.pdf (retrieved 01/08/2023).
- GARCÍA, M.A. (2022). AI Translation: The future of language learning. *Blog Pangeanic* <https://blog.pangeanic.com/ai-translation-the-future-of-language-learning> (retrieved 04/08/2023).
- GROMANN, D., & SCHNITZER, H. (2015). Where Do Business Students Turn for Help? An Empirical Study on Dictionary Use in Foreign-language Learning. *International Journal of Lexicography* 29(1), 55-99, DOI:10.1093/ijl/ecv027.
- HUTCHINS, W.J. (1995). Machine translation: a brief history. In E.F.K. Koerner & R.E. Asher, *Concise history of the language sciences: from the Sumerians to the cognitivists* (pp. 431-445). Oxford: Pergamon Press.
- KENNY, D. (ed.) (2022). *Machine translation for everyone. Empowering users in the age of artificial intelligence*. Berlin: Language Science Press, <http://langsci-press.org/catalog/book/342> (retrieved 04/01/2023).
- KONG, L. (2022). Artificial Intelligence-Based Translation Technology in Translation Teaching. *Hindawi Computational Intelligence and Neuroscience*, <https://doi.org/10.1155/2022/6016752>.
- KOPONEN, M. (2016). Is machine translation post-editing worth the effort? A survey of research into post-editing and effort. *The Journal of Specialised Translation*, 25, 131-148, https://www.jostrans.org/issue25/art_koponen.pdf (retrieved 09/10/2023).
- MONARI, P. (2021). Cinque grandi idee sull'IA e la riscoperta del linguaggio. *Ammagamma*, <https://magazine.ammagamma.com/traduzione-intelligenza-artificiale> (retrieved 04/01/2023).
- NIED CURCIO, M. (2022). *L'uso del dizionario nell'insegnamento delle lingue straniere*. Roma: Roma TrE-Press, <https://romatypress.uniroma3.it/wp-content/uploads/2022/07/Ebook-LUSO-DEL-DIZIONARIO-NELLINSEGNAMENTO-DELLE-LINGUE-STRANIERE.pdf> (retrieved 04/01/2023).
- O'NEILL, E.M. (2019). Training students to use online translators and dictionaries: The impact on second language writing scores. *International Journal of Research Studies in Language Learning*, 8(2). 47-65.
- POKRIVCAKOVA, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *Journal of Language and Cultural Education*, 7(3), 135-153, <https://doi.org/10.2478/jolace-2019-0025>.
- PUNIE, Y., & REDECKER, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*, EUR 28775 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466> (retrieved 01/08/2023).

- SANGMIN-MICHELLE, L. (2020). The impact of using machine translation on EFL students' writing. *Computer Assisted Language Learning*, 33(3), 157-175, DOI: 10.1080/09588221.2018.1553186.
- SCHERER, R., SIDDIQ, F., & TONDEUR, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13–35, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X18303622> (retrieved 09/10/2023).
- SCHWARTZ, L. (2018). The history and promise of machine translation. In I. Lacruz & R. Jääskeläinen (eds.), *Innovation and Expansion in Translation Process Research* (pp. 161-190). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, <https://experts.illinois.edu/en/publications/the-history-and-promise-of-machine-translation> (retrieved 04/08/2023).
- TAN, Z., WANG, S., YANG, Z., CHEN, G., HUANG, X., SUN, M., & LIU, Y. (2020). Neural machine translation: A review of methods, resources, and tools. *AI Open*, 1, 5-21, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/Q2666651020300024> (retrieved 04/08/2023).
- THUE VOLD, E. (2018). Using machine-translated texts to generate L3 learners' meta-linguistic talk. In Å. Haukås, C. Bjørke & M. Dypedahl (eds.), *Metacognition in language learning and teaching* (pp. 67–97). New York and London: Routledge. DOI: 10.4324/9781351049146.
- UNESCO (2022). Translation: from one world to another. *The UNESCO Courier*, April-June, 4, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381067_eng/PDF/381067eng.pdf.multi (retrieved 04/08/2023).
- VIEIRA, L.N. (2019). Post-Editing of Machine Translation. In M. O'Hagan (ed.), *The Routledge Handbook of Translation and Technology* (pp. 319-335). London: Routledge.
- WEAVER, W. (1955). Translation. Repr. (from a memorandum written in 1949) in: W.N. Locke, A.D. Booth & A. Donald (eds.), *Machine translation of languages: fourteen essays* (pp. 15-23). Cambridge, Mass.: Technology Press of the Massachusetts Institute of Technology, 1955.



**La voce
dei docenti
in formazione**

My most illuminating moment as a trainee: different histories



Evan Knight

As is the case in many universities in the United States, the labor of adjunct professors at the City College of New York where I taught for 6 years is crucial in insuring that each class has an instructor. Without adjunct labor, there would be no way of providing enough courses for the students enrolled. This is true throughout the City University of New York (CUNY), the public university system in New York City of which City College is but one of the 23 schools serving roughly 500,000 students.

In spite of budgetary shortcomings that make any formal, systematic training difficult if not impossible, the adjuncts in the CUNY system provide quality instruction. Certainly, many adjuncts have received formal training elsewhere before coming to CUNY; or they have taught elsewhere before, thus gaining experience on the job. But many of the adjuncts are in the graduate teaching program – a teaching duty required by their doctoral fellowships – and have no training whatsoever, merely their own experience as students in the classroom and a sense for “how it ought to be done”. Whatever the background, adjuncts at CUNY adapt and adjust to the task at hand.

The public university system of New York City makes for a unique experience regarding structuring and planning courses, particularly literature courses where canon and literary tradition often play an important role in the goals set out by the department. With a high population of recently-arrived immigrants and children of immigrants born in New York, the classes are filled with students from all over the world, for whom literary “canon” and literary “tradition” can mean very different things, if anything at all. In addition to that, the diverse population I found myself surrounded by at City College was far from what I was used to: having been raised on a ranch in Nebraska, with my high-school education occurring in a nearby town of around 5,000 inhabitants, the histories and traditions

I inherited focused heavily on American points of view, and were often uncritical of our nation's past.

In spite of gaining a more critical perspective on the histories and the discourses I had inherited during my university years at a liberal arts college in Nebraska and then in Paris where I did a master's degree, my perspective remained firmly "Western" and, thus, inflected by and under the influence of American traditions and discourses.

My students at City College helped me further widen this perspective. Facing a diverse classroom, I arrive at my most illuminating moment as a teacher: the question of formal history learned in school and, indeed, the *histories* we inherit from our family and our culture.

My most illuminating moment came when I was teaching a literature course of contemporary Francophone novels in English translation. My goal was to provide a counterpoint to the dominant narratives of Western tradition – specifically of the French tradition. We read things like *The Stranger* by Albert Camus followed by *The Meursault Investigation* by Kamel Daoud which tells Camus's original story from the point of view of the murdered Arab's family. A new perspective on old, well-known stories and histories was the idea.

Midway through the semester, we were reading *Dora Bruder* by Patrick Modiano, a novel that allowed us to consider the history of France and its Occupation during World War II through the retelling of the life of the titular Dora, a young Jewish girl deported to Auschwitz. We thus explored topics ranging from the French collaboration to collective memory. In my introductory lecture on the book, I went to great lengths to provide historical background and context to help my students situate themselves within the time-period in question. For I knew that not everyone would have studied World War II, particularly not from a French perspective.

We spent three days on *Dora Bruder*. I had the impression that everything was going well: the students seemed interested; they were responding to my questions; they were writing thoughtful response papers; they were discussing amongst themselves during the small in-class group sessions.

After one such group session, I returned to the topic I had given them as a prompt. I do not recall the exact question, but I know that I mentioned Dora Bruder's family being sent "to the camps" at the end of the book. This was not the first time I had mentioned "camps," meaning the Nazi concentration camps during World War II, of course. But, after three days of discussion, a student in the back of the room raised her hand and said, slightly hesitantly, "You keep saying 'camps.' What do you mean? What happened there?"

I paused. My mind raced. Had I done all my introduction and led three days of discussion about this book trying to trace a young Jewish woman's disappearance in occupied Paris and not explicitly explained what the concentration camps were? In the end, I believe I must not have: I had assumed that the term "camp" in relation to World War II would not need explanation, that the deportation and the fate of Jews and other marginalized communities was common knowledge.

But, in the year 2021 when this particular interaction took place, World War II was already nearly 80 years in the past. Certainly, other topics, other *histories* were being emphasized and taught in American schools, without even beginning to consider the various places my students had attended school before arriving at City College. And the student who asked the question was a first-generation Indian immigrant: the histories she would inherit from her family would not be those I inherited from my own.

With her question still in my ears, I opened the discussion up to the class: "Who can tell me what the concentration camps were?" Some looked sheepishly from one classmate to another, some seemed thoughtful, fewer than ten seemed ready and confident enough to explain.

I realized, then, that the vocabulary I used to frame the discussion of Dora Bruder was not as universal as I had imagined. I have not had a chance to teach this course again since then. When I do teach it, next, though, I will be more aware of two things. First, I will be more critical of the way I frame our discussions: for example, is the emphasis on deportation and concentration camps too abstract for the students so far removed from the events? Is there a more concrete way to begin discussing Dora Bruder that will allow us to later arrive at a better understanding of the Occupation and the deportations? Secondly, I will be even more aware of the vocabulary I use. As a teacher, it can be easy to forget that some terms are specialized or even jargon. We deal so often in the terminology of our specialty that it can begin to feel natural. A more critical eye to my own discourse is key to a successful class.

I learned more explicitly than ever that the great historical narratives I inherited are not, in fact, universal. That many things occur – many histories are written – outside of the West. I do not expect my students to have at hand all these Western narratives, which is why I always attempt to provide historical context. But, this moment emphasized for me the importance of recognizing just how vast the history books are and how you can never be sure that your students will have learned the same histories you take for granted. What you consider a gap in their knowledge is just as revelatory of a gap in your own methodology.

The balance is, of course, to make the material accessible while still challenging students and introducing them to new discourses and perspectives.

Moving forward, I will attempt to question my assumptions and not take for granted terms that seem to have – or that I think *should have* – entered into common knowledge of a university student in the United States. It is never too pedantic to explain terms, to be precise about history and context. At least this is true if you can do it in an original, engaging way.

To be sensitive to history and different perspectives is a must. To be sincere in your effort to understand where your students come from and to be sincere in your efforts to understand where your own blind spots and gaps are will both contribute greatly to a successful class. But, also, to know that you cannot always understand these histories and perspectives beforehand, that all you can do is create an atmosphere where students do not close themselves off for fear of revealing their own ignorance, or of thinking they will disappoint you.

It is a fine balancing act. And one I do not always succeed in. But the above moment has helped me understand that no history is universal, that no history is lived by all nor given the same importance by all. This knowledge has helped me be open to a re-framing of the histories I have inherited and to recognize that my literary or historic tradition will not always coincide with that of my students. To teach with this in mind makes me more conscientious, more nuanced in how I approach stories that, to me, fit clearly within the narrative I am constructing for a given course. But, nothing is ever certain, including history, which is why sensitivity to difference is key to working towards clarity and mutual understanding.



Letti per voi

Chiara Panciroli, Cesare Rivoltella

Pedagogia Algoritmica

Per una riflessione educativa sull'Intelligenza Artificiale

Editrice Scholé, Brescia, 2023, pp. 240, € 18,00

Recensione di Roberta Cadenazzi



Il libro di Panciroli e Rivoltella riguarda l'intelligenza artificiale (IA) e le sue applicazioni nei contesti educativi al fine di stimolare un dibattito sulle opportunità e, al contempo, sulle sfide e sulle preoccupazioni che generano i sistemi di IA. Le pagine del libro accompagnano il lettore lungo un percorso che, partendo dagli algoritmi, delinea una cultura dell'intelligenza artificiale in campo educativo e stimola alla riflessione, non solo sulle applicazioni concrete nella didattica, ma anche sulle implicazioni etiche, per arrivare a una proposta che permetta la conoscenza e la

fruizione consapevole dell'IA mettendo in luce il ruolo specifico dei sistemi educativi.

Nel primo capitolo gli autori prendono in considerazione la cultura dell'IA esaminando diverse prospettive (tecnologica, tecno-economica e antropologica) e forniscono il significato di alcune espressioni oggi molto utilizzate. Il *machine learning* (ML) consiste in un sistema di algoritmi che permette alle macchine di elaborare grandi quantità di dati e di svolgere autonomamente un'attività richiesta. Un esempio di ML è l'apprendimento non supervisionato utilizzato dai motori di ricerca nella restituzione dei risultati sulla base della richiesta di informazioni formulata dall'utente. Il *deep learning* (DL), impiegato nei sistemi di riconoscimento facciale, si basa invece sulle reti neurali artificiali costituite da algoritmi, ispirati alla struttura e alla funzione del cervello, che permettono di classificare autonomamente i dati e strutturarli gerarchicamente al fine di risolvere un problema.

Delineate le modalità di funzionamento della IA e le diverse implicazioni, gli autori descrivono le tappe di sviluppo dell'*artificial intelligence* in

education (AIED), un nuovo campo del sapere che si occupa delle applicazioni dell'IA nell'apprendimento. Tra queste si segnalano le tecnologie adattive: gli *intelligent adaptive learning system* (IALS) che sono in grado di monitorare e adattare il percorso di apprendimento degli studenti mediante l'analisi di informazioni provenienti dall'interazione degli studenti stessi con un sistema di IA finalizzato alla formazione.

Nel terzo capitolo, "Educare all'Intelligenza Artificiale", si propone il passaggio da una *digital literacy* a una *data literacy* che favorisca una cittadinanza consapevole e attiva attraverso lo sviluppo delle abilità di leggere, analizzare e discutere i dati processati dagli algoritmi e farne strumento di lavoro.

Gli autori profilano il ruolo del sistema educativo che, per lo sviluppo e la formazione di cittadini digitali attivi e consapevoli, può contribuire alla diffusione della cultura e di una corretta etica dell'IA mediante l'introduzione della *data literacy* nelle ore di educazione civica. Ancora, sulle indicazioni del *Digital education action plan*, elaborato a livello europeo¹, le istituzioni scolastiche possono individuare un curriculum trasversale alle discipline che delinei le competenze per gestire le prassi della IA nonché quelle per affrontare le nuove professioni legate all'IA.

Infine, indicazioni operative per le politiche degli Stati in questo campo, in particolare per le politiche dell'istruzione, provengono dalla Magna Carta dell'AIED², elaborata durante il *Consensus* di Pechino, da cui emerge la consapevolezza del supporto che l'IA può offrire alle scuole, in particolare nella professionalizzazione delle competenze per il lavoro, nella personalizzazione degli apprendimenti e nelle opportunità di inclusione. A tal proposito, nel quarto capitolo "Educare con l'intelligenza artificiale", gli autori offrono una panoramica sulle applicazioni dell'IA in ambito didattico e formativo riguardo alla creatività, al tutoraggio intelligente, alla valutazione, alla gestione dei *feedback* e ai sistemi assistivi.

Il quinto capitolo, intitolato "Educare l'Intelligenza Artificiale" è interamente dedicato agli aspetti etici che devono contraddistinguere il processo di progettazione e di sviluppo dell'IA. Gli autori suggeriscono di fare attenzione ai seguenti aspetti: approfondita conoscenza dei valori e dei principi, consapevolezza dei pregiudizi cognitivi (*bias*), comprensione del contesto, capacità di valutazione dei rischi, adozione di una visione sistemica.

Il libro si conclude con una serie di schede che, attraverso le opere di diversi autori in campo filosofico, cinematografico, letterario e artistico,

1 Cf. <https://www.invalsiopen.it/digital-education-action-plan/> (consultazione 12/10/2023).

2 Cf. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303> (consultazione 12/10/2023).

sottolineano come, già da tempo, siano in atto riflessioni sulle implicazioni future dell'uso dell'IA, e un glossario che aiuta a chiarire i principali termini legati all'IA.

Gli autori forniscono agli insegnanti anche conoscenze circa gli applicativi di IA generativa per la creazione di testi, immagini, video e brani musicali. Dunque, il libro centra il suo obiettivo nell'offrire spunti e proposte per aprire un dibattito e una riflessione, in ambito educativo, che mira a non demonizzare l'IA ma piuttosto a rendere il sistema educativo e i suoi professionisti consapevoli dei rischi e delle opportunità che tale risorsa comporta, così da formare cittadini digitali attivi nel gestire lo sviluppo di una ormai prossima società dell'IA.

Indice



Introduzione

Educare con l'Intelligenza Artificiale

Educare l'Intelligenza Artificiale

Educare all'Intelligenza Artificiale

I. La cultura dell'Intelligenza Artificiale

1. La società dei dati: una nuova fase dell'omizzazione?
2. La prospettiva tecnologica: definizione, ambiti e campi di applicazione
3. La prospettiva tecno-economica: nuove competenze e professionalità
4. La prospettiva antropologica: la vita artificiale e il rapporto uomo-macchina

II. Prima e dopo Skinner: una breve storia dell'Artificial Intelligence in Education

1. Chissà come si divertivano!
2. Origine e sviluppo dell'AIED: dalla Teaching Machine ai Self Adaptive Studies
3. La personalizzazione come esito dell'AIED: gli Intellectual Adaptive Studies
4. Big Data: opportunità e nuove sfide per l'educazione

III. Educare all'Intelligenza Artificiale: Cittadinanza Digitale e Data Literacy

1. Le due età della cittadinanza digitale
2. Visibilità e testualità
3. L'Explainability degli algoritmi: dall'informatica all'istruzione
4. Dalla Media alla Data Literacy: dati e algoritmi, tra consapevolezza critica e partecipazione

- IV. Educare con l'intelligenza artificiale: sistemi, didattica, formazione
 - 1. IA e decision making nei sistemi educativi
 - 2. L'IA in ambito didattico: potenzialità e opportunità di sviluppo
 - 3. Sviluppare la creatività con l'IA
 - 4. Sistemi di IA e processo di tutorship
 - 5. Valutare con l'IA
 - 6. Gestire il feedback con l'IA
 - 7. IA e tecnologie assistive
- V. Educare l'Intelligenza Artificiale: etica, macchine e Design
 - 1. Dal *Consensus* di Pechino al *White Paper* di Stanford: IA e costruzione della cittadinanza
 - 2. L'etica dell'IA
 - 3. Design e IA: le attenzioni da tenere
 - 4. Alunni umanoidi sui banchi di scuola? Come insegnare alle macchine

Schede

- 1. Filosofia e Intelligenza Artificiale
- 2. Letteratura e Intelligenza Artificiali
- 3. Cinema e Intelligenza Artificiale
- 4. Arte e Intelligenza Artificiale
- 5. Applicativi di Intelligenza Artificiale Generativi

Glossario

Bibliografia

Indice dei nomi

Indice dei nomi



Scheda autori

Chiara Pancioli è professoressa ordinaria di Didattica e Tecnologie Educative all'Università di Bologna. Ha fondato e dirige il MODe – Museo Officina dell'educazione nel sistema museale di Ateneo ed è responsabile dell'Unità Scientifica “Artificial Intelligence and Education” all'interno dell'Università di Bologna.

Pier Cesare Rivoltella è professore ordinario di Didattica generale, Didattica ed educazione mediale e Tecnologie dell'istruzione e dell'apprendimento all'Università Cattolica dove ha fondato e dirige il CREMIT – Centro di Ricerca sull'Educazione ai Media, all'Innovazione e alla Tecnologia.

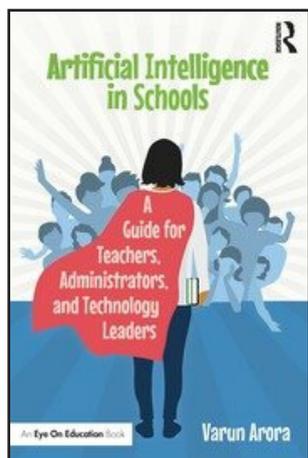
Varun Arora

Artificial Intelligence in Schools

A Guide for Teachers, Administrators, and Technology Leaders

Routledge, London, 2022, pp. 236, \$ 38.95

Recensione di Francesco Ferrari



È diventata ormai esperienza comune a tutti noi utenti di internet, qualunque sia il nostro grado di familiarità con le tecnologie informatiche, quella di imbatterci nell'acronimo AI ovvero *artificial intelligence*. Per esempio, basta scorrere la *newsfeed* dei nostri *social media* per trovarci di fronte a una immagine creata dell'intelligenza artificiale, o di leggere un articolo sulle sue applicazioni nel campo della robotica, per non parlare delle sue molteplici iterazioni nel campo della *fiction* che l'industria dell'intrattenimento costantemente propone.

Tuttavia, quello che l'intelligenza artificiale definisce è un orizzonte a noi certamente più vicino rispetto alle sue manifestazioni più spettacolarizzate. Per esempio, per quanto possa apparire banale, anche lo *smartphone* che utilizziamo quotidianamente ne è una perfetta espressione. Rientrano infatti nell'ambito dell'intelligenza artificiale tutti quegli strumenti e tecnologie che supportano, implementano, e ottimizzano le nostre capacità cognitive.

Lo stesso avviene nel contesto che qui maggiormente ci interessa, ovvero quello della scuola, dove nella categoria di AI dovremmo, per esempio, inserire l'uso di computer, piattaforme didattiche, lavagne luminose, *software* gestionali, fino a includere espressioni più avanzate e pionieristiche di intelligenza artificiale come la realtà virtuale applicata alla didattica. Si tratta perciò di un territorio estremamente sfaccettato che il libro di Varun Arora *Artificial Intelligence in Schools. A Guide for Teachers, Administrators, and Technology Leaders*, si propone di scandagliare e rendere accessibile a insegnanti, amministratori e sviluppatori di tecnologie orientate

alla didattica. Una guida, come il titolo stesso rivela fin da subito, che in quanto tale adotta un approccio pragmatico che prende le distanze da due atteggiamenti molto diffusi e, per quanto opposti, speculari. Da un lato – ci ricorda l'autore – c'è la tendenza a vedere nell'AI l'avvento di una sorta di rivoluzione copernicana della didattica; dall'altra ci sono i timori, vagamente distopici, che le tecnologie digitali possano marginalizzare il ruolo dell'insegnante.

La voce di Arora si colloca in una zona intermedia adottando, per stessa ammissione dell'autore, uno scetticismo che ridimensiona la portata di queste tecnologie e che proprio per questo forse le rende più accessibili. Si sfatano i miti e si apre la strada ad una disamina concreta degli strumenti a disposizione dell'insegnante. Anzi, si parte proprio dal ruolo di quest'ultimo. Ogni insegnante, infatti, non fa che rilevare ed elaborare dati di varia natura che gli permettono di riconoscere dei *pattern*, ovvero degli elementi ricorrenti che rendono l'andamento della classe prevedibile, per esempio per quello che riguarda livello di attenzione degli studenti, i punteggi o il numero di errori commesso in un test. Si tratta di quelli che sono, per usare un linguaggio informatico, i processi computazionali che ciascun insegnante compie quotidianamente, gli consentono di fare previsioni e intervenire scegliendo, tra gli strumenti a disposizione nella sua cassetta degli attrezzi, quello che meglio risponde alle esigenze dei suoi studenti. L'intelligenza artificiale semplicemente affianca, non sostituisce questi processi. Infatti – Arora tranquillizza – l'AI è debole da un punto di vista cognitivo, e cioè non è di per sé senziente, ma può espandere i processi cognitivi degli insegnanti elaborando dati in maniera più veloce ed efficiente. Non dobbiamo, però, immaginarci un contesto didattico ipertecnologico dotato di particolari strumentazioni. Al contrario il libro è pensato per classi *screenless* e cioè senza particolari dispositivi, e mira piuttosto a suggerire agli insegnanti le risorse tecnologiche utili ad affrontare quelle che l'autore chiama *complex problem spaces* riferendosi alle sfide diverse che un contesto didattico impone. Qui Arora forse complica il linguaggio invece di semplificarlo, contrariamente a quanto invece avviene per il resto nel corso del libro. Infatti, i *complex problem spaces* su cui Arora si concentra per parlare di intelligenza artificiale e mondo della scuola sono, per fare qualche esempio, la correzione degli errori e i metodi di valutazione, lo sviluppo di curriculum, il riconoscimento di studenti a rischio, le questioni legate a disabilità che impattano sulle *performance* degli studenti quali ADHD, disgrafia, dislessia, discalculia, ecc.

Forse il maggiore punto di forza del libro di Arora è il tentativo di rendere accessibili contenuti complessi a tutti coloro che lavorano nell'ambito

della didattica e che non hanno necessariamente un *background* informatico, né una particolare dimestichezza con le tecnologie digitali. Ciascuno dei *complex problem spaces* affrontati nel corso degli undici capitoli, è tripartito in sottosezioni come *new vocabulary*, *tool to try*, *new classroom*. Nell'ultima, l'autore si sforza di immaginare una classe del futuro per offrire uno scenario ideale in cui gli strumenti e i modelli computazionali offerti dal capitolo trovano applicazione. Sono però le prime due categorie a fornire un concreto orientamento per il lettore. In *new vocabulary* l'autore spiega alcuni termini chiave relativi alle idee matematiche o statistiche presenti nel capitolo; con *tool to try* Arora ci suggerisce concretamente quali sono le risorse disponibili in rete, acquistabili o gratuite, facendo cioè quello che ci si aspetterebbe da una guida. Proprio come il titolo promette.

Indice



Chapter 1

Where We Are Today

Chapter 2

Feedback and Scoring

Chapter 3

Improving College Readiness

Chapter 4

Empowering Students With Physical and Learning Challenges

Chapter 5

Behavior and Classroom Management

Chapter 6

Curriculum Development and Alignment

Chapter 7

Deeper, Higher-order, Authentic Learning

Chapter 8

Teacher Education and Professional Development

Chapter 9
Challenges

Chapter 10
Getting Started With Making New AI Innovations

Chapter 11
Future



Scheda autore

Varun Arora è CEO di OpenCurriculum, una compagnia che si occupa di tecnologie applicate all'istruzione e orientate in particolar modo alla scuola primaria e secondaria.

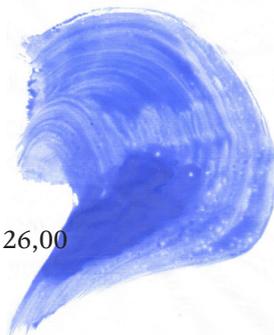
Luciano Floridi

Etica dell'intelligenza artificiale

Sviluppi, opportunità, sfide

Raffaello Cortina Editore, Milano, 2022, pp. 384, € 26,00

Recensione di Carmen Genchi



Nel 1987 Jader Jacobelli pubblicava *Aspettando Robot. Il futuro prossimo dell'Intelligenza Artificiale*¹, una raccolta di domande/interviste rivolte a esperti di varie discipline sul tema dell'intelligenza artificiale (IA). Alcune domande poste a scienziati, tecnologi, filosofi, economisti e sociologi erano elementari: a che punto siamo con l'intelligenza artificiale? Il robot viene per accrescere la nostra libertà o invece la diminuirà? Gli informatici risposero entusiasticamente convinti che la libertà sarebbe cresciuta, qualcuno apparve dubbioso, gli economisti non temerono riflessi sull'occupazione. I filosofi risposero un po' ostentatamente: «che Robot cresca o non cresca è indifferente, l'importante che non

si monti la testa credendo di assomigliare all'uomo: è nato servo e servo resterà»². Si convenne che tra robot e il nostro cervello non c'è analogia, il termine *intelligenza* denota tanto quella naturale che quella artificiale, si tratta di un'omonimia, non di un'omologia. Oggi robot è arrivato e non ha i caratteri dell'automa, è tecnologia, computazione, logica, scienza, è progresso, è arrivato con l'intelligenza artificiale e ha aperto altre questioni: le intelligenze artificiali cambieranno la società e gli umani? Sarà possibile trovare un punto di equilibrio tra lo sviluppo dell'IA e la condizione umana? Ancora più complesse sono le domande sul rapporto mente-corpo, mente-coscienza e, più problematica, l'assimilazione tra cervello

1 Jacobelli, J. (1987). *Aspettando Robot. Il futuro prossimo dell'Intelligenza Artificiale*. Bari: Laterza.

2 Jacobelli, J. (1987), p. vi.

e computer. Il rapporto tra pensiero umano e intelligenza artificiale ha trovato nell'intuizione di J. R. Searle un'utile chiarificazione:

se è certamente vero che il cervello genera la mente, questo fenomeno è passibile di essere simulato dal computer che genera un linguaggio, ma non è passibile di essere duplicato. Il cervello non è l'hardware e la mente non è un software, ci sono delle analogie: tra il livello sintattico del cervello e quello semantico della mente esiste un rapporto di causalità, tra l'hardware e il software ci sono solo corrispondenze dettate da un codice³.

L'Etica dell'intelligenza artificiale di Luciano Floridi ha radici filosofiche post analitico-continentali ma prospetta una filosofia che, nella sua forma migliore è design concettuale: «il design concettuale offre progetti mirati – comprendere il mondo per migliorarlo – e semantizzazione – dare senso e significato all'Essere, e prendersi cura del capitale semantico dell'umanità» (p. 15). Al centro dell'impresa filosofica non c'è più solo la logica e il linguaggio ma l'etica, la filosofia politica e il diritto. Proprio perché la rivoluzione digitale è iniziata da poco può essere modellata in senso positivo sia per l'umanità sia per l'ambiente. L'innovazione tecnologica non è un fenomeno magico ma «un avanzamento di umane umanissime conoscenze affette da errori e passibili di evoluzione e miglioramento»⁴. Floridi rimanda al documento di Dartmouth: «il problema dell'intelligenza artificiale è quello di far sì che una macchina agisca con modalità che sarebbero definite intelligenti se un essere umano si comportasse allo stesso modo» (p. 35). Forse è necessario chiedersi perché parliamo di *intelligenza*, termine in sé indefinibile⁵, affiancando l'aggettivo *artificiale*, che implica che a monte, rispetto al lavoro delle macchine, ci sono sempre operazioni umane, basate dunque sulla biologia. Sarebbe meglio, quindi, sostituire “intelligenza”, che ha un'accezione positiva, con «incoscienza poiché gli algoritmi producono risultati senza alcuna comprensione e coscienza di ciò che stanno facendo»⁶. Se la domanda *che cos'è l'intelligenza* ha sempre impegnato filosofi, psicologi e, oggi, le neuroscienze, Minsky, uno dei sottoscrittori del documento citato, afferma: «invece di tentare di dire che cosa significa è meglio cercare semplicemente di spiegare come la usiamo»⁷. Per Floridi l'IA non è un termine scientifico ma «un'utile scor-

3 Searle, J.R. (2023). *Intelligenza artificiale e pensiero umano*. Roma: Castelvecchi Editore, pp. 16-17.

4 Valerio, C. (2023). *La tecnologia è religione*. Torino: Einaudi, p. 25.

5 Richardson, K. (1999). *Che cos'è l'intelligenza*. Torino: Einaudi, pp. 3-27.

6 Chiriatti, M. (2021). *Incoscienza artificiale*. Milano: LUISS University Press, p. 19.

7 Minsky, M. (2021). *La società della mente*. Milano: Adelphi, p.131.

ciatoia per fare riferimento a una famiglia di scienze, metodi, paradigmi, tecnologie, prodotti e servizi» (p. 39) che «deve essere trattata come una normale tecnologia, non come un miracolo, come una delle tante soluzioni che l'ingegno umano è riuscito ad escogitare» (p. 81). Le circostanze in cui l'IA non è il modo più efficace per affrontare un determinato problema sociale, mentre in altre si sono avuti risultati positivi accidentali, dimostra che l'IA ha bisogno di fattori essenziali che la supportino come struttura tecnologica, disegnata e utilizzata per il bene sociale (pp. 225-226). La Quarta Rivoluzione pone oggi le stesse domande, gli stessi dubbi e le stesse paure della rivoluzione copernicana, darwiniana e freudiana: la fisica, la biologia, la psicoanalisi e il sistema scientifico, nell'insieme, hanno vissuto le resistenze e le opposizioni che si sono tradotte in processi, espulsioni e condanne capitali che ancora oggi non hanno avuto la necessaria revisione. Leggere l'*Etica* significa porsi le domande che storicamente hanno accompagnato l'uomo davanti alle trasformazioni: *perché? come? e allora?*⁸. Non sono domande ingenua, rappresentano il disagio nell'interpretare gli aspetti nuovi della realtà che scardinano le certezze, soprattutto tolgono all'uomo la visione prometeica o narcisistica di essere al centro dell'universo. Sono domande filosofiche che richiedono una filosofia "riavviata" (pp. 13-14), capace di dare senso ai cambiamenti radicali prodotti dalla rivoluzione digitale, una filosofia zetetica che si fa ricerca e indagine e ritrova la sua radice originaria nel comprendere la rivoluzione digitale e l'intelligenza artificiale legate dallo stesso fine: l'etica (p. 12). «Il compito di questo volume è quello di contribuire allo sviluppo di una filosofia del nostro tempo per il nostro tempo» (p. 13). Filosofia e IA costituiscono lo snodo esistenziale dell'umanità perché la tecnica «non può solo chiedersi "si può fare?", deve accompagnare un'altra domanda: "ha senso farlo?"»⁹. Salvaguardata la dignità dell'uomo, l'Autore assegna alla filosofia il metodo, la riflessione e la passione per il sapere e capire. Una passione che si trasmette nella "pedagogia" di Floridi quando, per sua stessa ammissione, rinuncia all'esoterismo e adotta il canone essoterico (p. 7) per rendere "accessibile e visibile" la parte nascosta della realtà. Le caratteristiche a cui si riferisce Floridi non sono "guida alla lettura", «non si tratta di una introduzione all'IA o all'etica dell'IA [...] si tratta di un libro filosofico *sulle radici* di alcuni problemi digitali del nostro tempo, non sulle loro *foglie*. Un libro che investe e mette a tema una nuova forma dell'agire, la sua natura, la sua portata e le sue sfide, e il modo con cui sfruttarla a bene-

8 Floridi, L. (2020). *Il verde e il blu*. Milano: Raffaello Cortina Editore, p. 23.

9 Hosle, V. (1992). *Filosofia della crisi ecologica*. Torino: Einaudi, p. 7.

ficio dell'umanità e dell'ambiente» (p. 18). Per fare una buona filosofia ci vuole coraggio nel porre le domande giuste al momento giusto e offrire le risposte corrette anche se spiacevoli o impopolari. Al motto kantiano del *sapere aude* bisogna aggiungere *quaerere: quaerere et sapere*, questa è la filosofia¹⁰. Le trasformazioni indotte dalle tecnologie digitali avvengono con una velocità sorprendente tanto che ormai si parla di *era dell'intelligenza artificiale*, o di un cambio d'epoca¹¹. L'IA è nella rivoluzione digitale e funge da elemento moltiplicatore rispetto alle questioni che ne derivano, dalla sicurezza dei dati alla capacità dell'uomo di agire consapevolmente rispetto alla macchina, siamo avvolti dalla tecnologia al punto da diventare dipendenti, c'è il rischio di macchinizzare l'uomo e umanizzare la tecnica? Serve l'algoritmo, una sorta di *guard-rail* etico che mantiene la macchina dentro un tracciato¹².

Se la prima parte dell'*Etica* è una interpretazione dell'IA, dal passato al presente e al futuro, la cui tesi principale è il divorzio, ad opera dell'IA, tra l'intelligenza e la capacità di agire, la seconda parte svolge una disamina teorica delle conseguenze di tale divorzio (p. 12). Non c'è una visione tecno-ottimista, Floridi si è definito un esploratore e non un colonizzatore (p. 17). Non bisogna eludere lo scetticismo, anzi bisogna considerarlo una opportunità perché «ci vogliono esercizio e forza per resistere a un cambiamento così forte» (p. 17). L'Autore afferma che il vero rischio sta nel non utilizzare al meglio le tecnologie, che «siamo noi il problema non la nostra tecnologia» (pp. 276-277) ed elenca cinque sfide che devono essere considerate per governare responsabilmente l'IA: adattare l'IA all'ambiente e all'uomo, adattare la stupidità dell'IA al servizio dell'intelligenza umana, adattare il potere predittivo dell'IA al servizio della libertà e dell'autonomia e, infine, fare in modo che l'IA ci renda più umani. Il rischio grave è che possiamo usare male, troppo o troppo poco le nostre tecnologie *smart*, a danno della maggior parte dell'umanità e dell'intero pianeta. Da un'attenta analisi comparativa sui diversi principi etici che possono essere alla base dell'IA, Floridi ne individua quattro già presenti in bioetica a cui aggiunge un quinto, l'esplicabilità che include sia il senso epistemologico di intelligibilità sia il senso etico di responsabilità. Questo principio completa gli altri quattro:

10 Floridi, L. (2020). *Pensare l'Infosfera*. Milano: Raffaello Cortina Editore, pp. 9-11.

11 Benanti, P. (2020). *Digital Age*. Roma: San Paolo Edizioni, p. 9.

12 Rutelli, G. (8 aprile 2023). Intelligenza artificiale tra rivoluzione e "guard-rail". Intervista a Benanti. *Formiche*, <https://formiche.net/2023/04/benanti-gpt4-intelligenza-artificiale/>.

affinché l'IA sia benefica o malefica, dobbiamo essere in grado di comprendere il bene o il danno che può recare alla società; l'AI deve promuovere e non limitare l'autonomia umana, deve essere giusta e, soprattutto, deve essere intelligibile e responsabile (*accountability*), deve essere spiegabile perché il suo funzionamento rientri nella responsabilità». (p. 101)

La velocità dello sviluppo tecnologico non è pari all'analisi etica perché la iperconnessione crea uno stato di emergenza che limita l'autonomia. Essere sempre *onlife* (p. 56) è come essere "qui e altrove" con una discontinuità tecnologica che toglie lo stato mentale importante per il soggetto: la solitudine. Floridi elenca le conseguenze non etiche dell'IA e sottolinea che, anche quando l'IA viene impiegata con intenzioni buone, può riprodurre discriminazioni. I rischi di un uso improprio di migliorare il benessere individuale e sociale si accompagna a notevoli rischi etici, gli algoritmi non sono neutri (pp. 145-146). Tra gli usi impropri le frodi informatiche, la cybercriminalità, l'identità digitale – «(un agente può essere artificiale: questo è il motivo per cui ci viene richiesto di dimostrare che non siamo robot, cliccando su CAPTCHA, p. 57)» – in modo particolare la modalità della raccolta dati, determinano l'imperativo etico della responsabilità. Come è possibile tenere il passo con un'accelerazione che supera la dimensione temporale? Potranno esserci regole per gli algoritmi e le competenze per governarli? La riflessione investe la tecnologia, la politica, l'economia, gli investitori, ma soprattutto gli aspetti di equità, responsabilità e trasparenza hanno trovato una sistemazione nel lavoro prodotto dal gruppo di ricerca di Floridi (Digital Ethics Lab) che nel 2016 ha pubblicato uno studio completo espresso in una mappa degli algoritmi (pp. 147-148). Ciò che va messo in evidenza è il "progetto umano" dell'IA, dalle buone pratiche per il bene sociale, alle raccomandazioni per una società della buona IA ossia incorporare in modo predefinito i principi etici nelle pratiche dell'IA:

L'IA per il bene sociale è parte integrante di un nuovo matrimonio tra il verde di tutti i nostri habitat, naturali, sintetici e artificiali, dalla biosfera all'infosfera, da ambienti urbani a contesti economici, sociali e politici, e il blu delle nostre tecnologie digitali [...]. Il matrimonio tra il verde e il blu, con i suoi vantaggi, controbilancia il divorzio tra l'agire e l'intelligenza con i suoi rischi. (p. 333)

Gli ultimi capitoli di questo volume richiamano gli altri due di Floridi già citati e pubblicati nel 2020 che potrebbero fungere da premessa, ma sarebbe un improprio riferimento giacché sia *Il verde e il blu*, sia *Pensare l'Infosfera* hanno trattazioni autonome ma le finalità convergono tutte sul valore della categoricità dell'etica non prescrittiva. Non trascura l'Autore

il significato dell'*Agenda 2030* delle Nazioni Unite e gli obiettivi dello sviluppo sostenibile, allo stesso modo indica le *Linee Guida* del Parlamento Europeo per l'uso dell'Intelligenza Artificiale (2021) e il primo regolamento sull'IA (AI ACT) del 14 giugno 2023. Sono documenti che dovrebbero stimolare interventi per l'umanità e l'ambiente da parte dei governi e della scienza perché si definiscano i confini dell'IA e le spinte transumaniste. «La filosofia come *design* concettuale dovrebbe aiutarci a mutare la comprensione che abbiamo di noi stessi, in quanto bellissimo errore di Natura» (p. 336).



Indice

Prefazione

PRIMA PARTE

Comprendere l'intelligenza artificiale

1. Passato: l'origine dell'intelligenza artificiale
2. Presente: IA come nuova forma dell'agire e non dell'intelligenza
3. Futuro: lo sviluppo prevedibile dell'IA

SECONDA PARTE

Valutare l'intelligenza artificiale

4. Un quadro unificato di principi etici per l'IA
5. Dai principi alle pratiche: i rischi di comportamenti contrari all'etica
6. Etica soft e governance dell'IA
7. La mappatura dell'etica degli algoritmi
8. Cattive pratiche: l'uso improprio dell'IA per il male sociale
9. Buone pratiche: l'uso dell'IA per il bene sociale
10. Macchine ultraintelligenti, singolarità e altre distrazioni fantascientifiche
11. La società per la buona IA
12. Il gambetto: l'impatto dell'IA sul cambiamento climatico
13. L'IA e gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite
14. Conclusione: il verde e il blu

Ringraziamenti

Bibliografia

Scheda autore



Luciano Floridi è professore ordinario di Filosofia ed Etica dell'informazione all'Università di Oxford, dove dirige il Digital Ethics Lab, e *chairman* del Data Ethics Group dell'Alan Turing Institute, l'istituto britannico per la *data science*. È professore ordinario di Sociologia della Cultura e della Comunicazione all'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna.



Le traduzioni

Rivoluzionare l'istruzione con l'intelligenza artificiale: esplorare il potenziale trasformativo di ChatGPT¹

Tufan Adiguzel, Mehmet Haldun Kaya e Fatih Kürşat Cansu

Traduzione di Cristina Richieri e Luisanna Paggiaro²

L'intelligenza artificiale (IA) introduce nuovi strumenti nell'ambiente educativo con il potenziale di trasformare i processi di insegnamento e apprendimento convenzionali. Questo studio offre una panoramica sulle tecnologie di IA, sulle loro potenziali applicazioni in ambito educativo e sulle difficoltà sottese. Vengono presi in esame chatbot e relativi algoritmi in grado di simulare le interazioni umane e di generare testi simili a quelli umani sulla base di input provenienti dal linguaggio naturale. A prescindere dai vantaggi di chatbot all'avanguardia come ChatGPT, il loro utilizzo in ambito educativo solleva importanti sfide etiche e pratiche. Gli autori si propongono di fornire informazioni utili su come l'IA possa essere integrata con successo nel contesto educativo, a beneficio di insegnanti e studenti, promuovendo al contempo un suo uso responsabile ed etico.

PAROLE CHIAVE: intelligenza artificiale, educazione, chatbot, ChatGPT, apprendimento personalizzato

1. Introduzione

L'intelligenza artificiale (IA) ha generato una nuova era di innovazione e trasformazione in molti campi, tra cui quello dell'istruzione. Le tecnologie IA offrono nuovi strumenti e applicazioni che hanno il potenziale di trasformare i tradizionali metodi di insegnamento e apprendimento. L'IA ha un'ampia gamma di possibili utilizzi nel settore dell'istruzione, tra cui miglioramento della produttività, risultati di apprendimento, istruzione personalizzata, *feedback* istantaneo e coinvolgimento degli studenti.

¹ Titolo originale: Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. L'articolo è stato pubblicato in *Contemporary Educational Technology*, 2023, 15(3), ep429, <https://www.cedtech.net/article/revolutionizing-education-with-ai-exploring-the-transformative-potential-of-chatgpt-13152>. L'articolo è ad accesso libero distribuito secondo i termini e le condizioni della Licenza Creative Commons (nota delle traduttrici).

² L'articolo è stato tradotto utilizzando Deep Learning Translator. Il testo elaborato dall'intelligenza artificiale è stato perfezionato mettendo in atto procedure di *post-editing*. Cf. articolo di Richieri & Knight (2024), Machine translation tools as foreign language learning activators, presente in questo numero della rivista *Idee in form@zione* (nota delle traduttrici).

Sistemi di tutoraggio intelligenti, sistemi di valutazione automatizzati e piattaforme di apprendimento su misura sono solo alcune delle applicazioni educative in cui l'IA è già utilizzata. Questi programmi hanno un elevato grado di funzionalità relativamente al miglioramento del rendimento scolastico degli studenti e alla personalizzazione dell'istruzione. Ad esempio, offrendo *feedback* e assistenza *ad personam*, i sistemi di tutoraggio intelligenti sono in grado di adattare le lezioni alle esigenze dei singoli studenti. Grazie all'uso di sistemi di valutazione automatizzati che possono far risparmiare una notevole quantità di tempo, gli insegnanti possono concentrarsi su attività più importanti, come la pianificazione delle lezioni e l'assistenza agli studenti. Fornendo esperienze di apprendimento che si adattano alle esigenze e agli interessi di ogni allievo, le piattaforme di apprendimento personalizzato possono potenziare l'impegno e la motivazione.

Nonostante questi vantaggi, l'utilizzo dell'IA nel campo dell'istruzione solleva anche importanti questioni etiche e pratiche. Questi problemi includono la possibilità che aumentino le disuguaglianze, già esistenti nel sistema educativo, come pure la natura intrinseca degli algoritmi di IA che è, di per sé, incline ai pregiudizi. Inoltre, affinché gli insegnanti siano in grado di incorporare con successo l'IA nelle loro pratiche didattiche, è necessario mettere in atto adeguati percorsi formativi e di supporto.

Questo studio intende presentare una panoramica della letteratura esistente sull'utilizzo dell'IA nell'istruzione con particolare attenzione ai chatbot e a ChatGPT, sistemi avanzati di intelligenza artificiale in grado di generare risposte simili a quelle umane sulla base di modelli di linguaggio naturale. Oltre ai potenziali benefici dell'IA nell'istruzione, verranno discusse anche considerazioni etiche e pratiche sull'uso di queste tecnologie. Identificando le principali aree di ricerca, gli autori intendono offrire informazioni utili su come l'IA possa essere incorporata con successo nell'ambiente educativo a beneficio sia degli insegnanti che degli studenti. Inoltre, si propongono di incoraggiare l'uso etico e responsabile di queste tecnologie per migliorare i processi di insegnamento e apprendimento, nonché contribuire al continuo dibattito sul ruolo dell'IA nell'istruzione.



2. L'intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale ha raggiunto una diffusa presenza nel nostro quotidiano. Numerosi esempi illustrano come l'IA si sia insinuata in vari aspetti della vita umana, tra cui l'accesso alle informazioni sul *web*, l'utiliz-

zo di notizie e intrattenimento, i sistemi di sorveglianza che identificano gli individui, l'andamento dei mercati finanziari, l'attribuzione di forme di assistenza economica a fasce di cittadinanza e il modo in cui si muovono automobilisti e pedoni (Williamson & Eynon, 2020). Con il progredire dell'IA, le possibilità che un tempo erano solo ipotetiche potrebbero presto diventare tangibili. L'IA ha il potenziale per rivoluzionare diversi aspetti della società, dal settore commerciale, all'assistenza sanitaria, all'istruzione (Alawi, 2023), ma cos'è esattamente?

Il termine "intelligenza artificiale", coniato da John McCarthy nel 1955, fa riferimento alla capacità di indurre una macchina a comportarsi in modi che sarebbero descritti come intelligenti se a comportarsi così fosse un essere umano (McCarthy *et al.*, 1955). Anche per Kurzweil (1990) l'IA ha attinenza con l'arte di sviluppare macchine in grado di svolgere compiti che di solito richiedono l'intelligenza umana. Sebbene queste prime definizioni risalgano a molti decenni fa, rappresentano un utile punto di partenza per definire il concetto di intelligenza artificiale, stabilire se essa sia veramente intelligente e, in caso contrario, capire quale sia la sua peculiarità. In effetti, l'IA non è intrinsecamente intelligente, ma ha piuttosto la capacità di eseguire con un certo grado di successo compiti generalmente considerati intelligenti (Chiu *et al.*, 2022; Mertala *et al.*, 2022).

Nonostante la capacità di distinguere tra l'immagine di un'automobile e quella di un arcobaleno, l'IA non possiede una comprensione intrinseca dei concetti di automobile o arcobaleno. Il nucleo operativo dell'IA consta di algoritmi e programmi basati essenzialmente su *big data* (Zhang, 2023). Pertanto l'IA è anche descritta come una componente dell'informatica che si concentra sullo studio della natura essenziale dell'intelligenza utilizzando un insieme di procedure algoritmiche per creare artefatti intelligenti che assomigliano all'intelligenza umana (Dwivedi, 2021); tuttavia, essa si è sviluppata in una nuova scienza multidisciplinare e interdisciplinare che integra varie conoscenze e tecnologie, come la stessa informatica, la statistica, la teoria dell'informazione e la matematica (Mata *et al.*, 2018). Per questo motivo è possibile darne una definizione più completa: può essere considerata IA qualsiasi teoria, metodologia o tecnica che faciliti l'analisi, la simulazione, lo sfruttamento e l'esplorazione dei processi di pensiero e dei comportamenti umani da parte delle macchine, in particolare dei computer (Lu, 2019).

L'IA non è perfetta, né lo è alcun essere umano (OpenAI, 2023). Annunciata come una tecnologia trasformativa (Dwivedi *et al.*, 2021), le sue peculiari funzioni intelligenti hanno facilitato la graduale transizione della società umana nell'era dell'IA (Ye, 2021). Le tecnologie associate

comprendono un'ampia gamma di settori, tra cui la robotica intelligente, l'elaborazione del linguaggio naturale, il riconoscimento linguistico, il riconoscimento avanzato delle immagini, i sistemi esperti intelligenti, le reti neurali e l'apprendimento automatico (Anweiler & Ramet, 2019; Mondal *et al.*, 2020).

2.1. Chatbot

Una delle tecnologie basate sulla IA comunemente utilizzate per supportare le attività di insegnamento e apprendimento è il sistema chatbot (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2020). Un chatbot è un agente intelligente in grado di interagire con un utente rispondendo a una serie di domande e fornendo una risposta appropriata (Clarizia *et al.*, 2018). Un chatbot, in quanto sistema di dialogo, dovrebbe essere in grado di comprendere il contenuto dell'interazione e di identificare i bisogni sociali ed emotivi degli utenti durante la conversazione. Emula e interpreta la comunicazione umana, consentendo agli individui di interagire con i dispositivi digitali come se stessero conversando con un vero essere umano (Ciechanowski, 2019). Inoltre, le prestazioni di un chatbot dipendono dalla dimensione e dall'accuratezza dei suoi *database*, il che significa che una maggiore dimensione del *database* porta a prestazioni migliori (Aleedy *et al.*, 2022). La creazione di un chatbot implica l'uso dell'elaborazione del linguaggio naturale (NLP, *natural language processing*). L'elaborazione del linguaggio naturale è una tecnologia che consente a una macchina di comprendere, analizzare e interpretare il linguaggio umano naturale. La Figura 1 mostra il funzionamento di un chatbot.

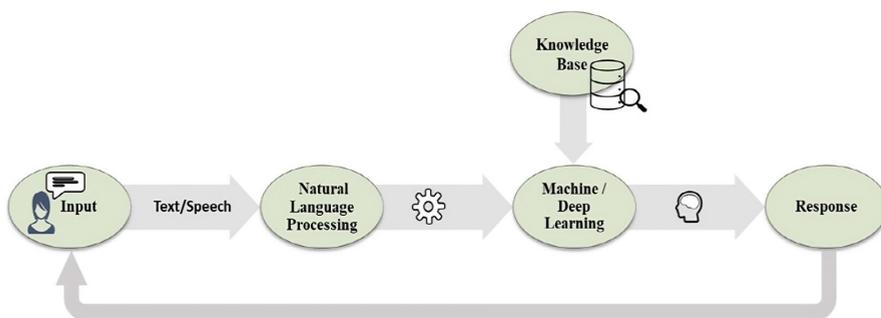


Figura 1. Come funziona un chatbot (Aleedy *et al.*, 2022, p. 662).

Il primo chatbot, Eliza, è stato creato con il ruolo di psicoterapeuta nel 1966, seguito da Parry nel 1972 e da Alice nel 1995. Con il progredire della

tecnologia, sono stati creati chatbot moderni, come SmarterChild, Apple Siri, Amazon Alexa, IBM Watson, Microsoft Cortana e Google Assistant (Reis *et al.*, 2018).

2.2. ChatGPT

Lanciato da OpenAI (San Francisco, CA) nel novembre 2022, ChatGPT è descritto come «un potente software di apprendimento automatico che utilizza l’algoritmo Generative Pre-trained Transformer (GPT) per generare risposte simili a quelle umane a input basato su testo». ChatGPT è stato addestrato su un vasto corpus di dati, tra cui articoli, siti web, libri e conversazioni scritte. Nonostante ciò, grazie a un processo di messa a punto che include l’ottimizzazione della forma dialogica, ChatGPT è in grado di rispondere alle richieste in modo interattivo come in una vera e propria conversazione tra umani (Health, 2023). I trasformatori generativi pre-addestrati (GPT) sono una classe di modelli linguistici avanzati che utilizzano l’apprendimento profondo per migliorare i loro risultati. Questi modelli sono addestrati su ampie serie di dati.

Attraverso l’identificazione di schemi e regolarità nei dati, i GPT generano frasi e parole appropriate o producono immagini pertinenti in risposta alle domande dell’utente (Rospigliosi, 2023). I ChatGPT possono svolgere un’ampia gamma di compiti, tra cui la traduzione linguistica, il riassunto di testi, la risposta a domande, la scrittura creativa (come poesie o narrativa), la generazione di contenuti di alta qualità in forma lunga o breve (come i post di un blog), la risposta a richieste di conversazione, la spiegazione di argomenti, concetti o temi complessi e la correzione di errori nel codice esistente o la generazione di nuovi codici (Eke, 2023). Le capacità intrinseche di ChatGPT sono state messe in evidenza da studi che ne indicano il successo nel superamento di un esame di diritto (Choi *et al.*, 2023) e di un esame di Master of Business Administration (MBA) (Terwiesch, 2023).

La capacità di ChatGPT di comprendere quesiti in linguaggio naturale e di generare risposte simili a quelle umane lo ha reso uno strumento popolare per ottenere risposte rapide a un’ampia varietà di domande, da argomenti comuni a quelli più complessi. Ad esempio, è in grado di riassumere istantaneamente un lungo articolo accademico con una sola frase, le cui parole possono anche iniziare solo con una lettera particolare come “q”. Non solo individua il problema, ma fornisce anche soluzioni accurate perfino quando si programma da solo. ChatGPT si è rapidamente affermato come una risorsa preziosa per studenti e professionisti. L’ultima versione di ChatGPT (ChatGPT-4) è stata divulgata il 14 marzo 2023 e

si sostiene che sia più potente e in grado di eseguire funzioni più complesse. ChatGPT-4 è stato addestrato su un insieme di dati più ampio e diversificato. Le maggiori dimensioni del modello consentono capacità di elaborazione del linguaggio naturale più avanzate. La sua capacità di ragionare e comprendere le richieste in più domini lo rende più adattabile e in grado di gestire compiti impegnativi. Ad esempio, se un utente invia un'immagine e richiede una descrizione, il modello descrive l'immagine in dettaglio. Risponde perfino alle richieste scritte a mano presentate sotto forma di grafici (OpenAI, 2023).



3. L'intelligenza artificiale nell'istruzione

Le tecnologie IA hanno avuto un impatto significativo sul modo in cui apprendiamo (Chen *et al.*, 2020), in particolare a causa del loro rapido sviluppo con l'emergere delle tecnologie di apprendimento profondo (Chan & Zary, 2019). In effetti, almeno dagli anni '80, l'IA di ambito educativo (AIED, *artificial intelligence in education*) si è affermata come un campo di ricerca accademica coeso (Williamson & Eynon, 2020). Nell'ambito dell'AIED, esistono due approcci: lo sviluppo di strumenti basati sull'IA per le classi e l'utilizzo dell'IA per ottenere informazioni, valutare e migliorare l'apprendimento (Holmes *et al.*, 2019).

L'AIED comporta l'integrazione di dimensioni sociali, culturali, economiche e pedagogiche (Selwyn, 2016). Comporta anche l'utilizzo di tecnologie IA tra cui i sistemi di tutoraggio intelligente, chatbot, robot, interfacce grafiche per l'analisi dell'apprendimento, sistemi di apprendimento adattivo e valutazione automatizzata, in modo da supportare e migliorare il processo educativo (Chen *et al.*, 2020). In particolare, le capacità di un chatbot possono variare in base alle sue tecnologie, tra cui l'elaborazione del linguaggio naturale, l'apprendimento automatico, l'apprendimento profondo e le reti neurali artificiali (Nirala *et al.*, 2022). I primi chatbot utilizzavano sia meccanismi di corrispondenza di parole chiave (Weizenbaum, 1966) sia meccanismi di elaborazione del linguaggio naturale (Melián-González *et al.*, 2021). Con il progredire della tecnologia informatica e del riconoscimento vocale, sono nate le interfacce interattive vocali (Guttormsen *et al.*, 2011). I chatbot iniziali mancavano di affidabilità perché non erano in grado di fornire risposte precise agli studenti durante una conversazione. Le risposte erano ambigue e a volte li fuorviavano, per cui la loro funzione risultava di scarso valore didattico (Yin *et al.*, 2021). Tuttavia, i chatbot contemporanei sono migliorati in modo significativo

acquisendo maggiori potenzialità nel loro utilizzo educativo (Fryer *et al.*, 2019). Finora i chatbot sono stati applicati prevalentemente nel campo dell'istruzione con obiettivi pertinenti a salute e benessere, acquisizione del linguaggio, restituzione di *feedback*, sviluppo metacognitivo e gestione delle domande degli studenti (Chen *et al.*, 2023).

Sebbene l'impatto dell'IA sull'istruzione sia ancora incerto (Holmes, 2021), essa ha un notevole potenziale per migliorare l'apprendimento, l'insegnamento, le innovazioni pedagogiche, la valutazione e la gestione del processo educativo (Chen *et al.*, 2020). Sebbene l'IA abbia la capacità di rivoluzionare l'istruzione, il raggiungimento di risultati educativi positivi richiede qualcosa di più del semplice utilizzo di sofisticate tecnologie informatiche IA (Castaneda & Selwyn, 2018). Il loro impiego dovrebbe essere strettamente correlato alle teorie pedagogiche e dell'apprendimento per guidare la progettazione didattica e l'avanzamento tecnologico (Bower, 2019). Per quanto riguarda il quadro concettuale dell'apprendimento supportato dall'IA, Zheng, Niu, Zhong, e Gyasi (2021) sostengono che l'utilizzo delle tecnologie IA in ambito pedagogico, i contenuti didattici e gli approcci educativi sono spesso interconnessi e dovrebbero essere integrati per ottimizzare l'efficienza e l'efficacia dell'apprendimento. Quando si progettano attività di apprendimento supportate dall'IA, gli insegnanti e gli operatori dovrebbero considerare sei elementi cruciali per raggiungere gli obiettivi previsti: studenti, contesto, compiti, approcci pedagogici, modalità di interazione e applicazione delle tecnologie IA (Zheng *et al.*, 2021).

3.1. Paradigmi per l'IA in ambito educativo

Ouyang e Jiao (2021) classificano l'AIED sulla base di tre paradigmi:

- 1) diretta dall'intelligenza artificiale (in cui il discente è visto come il destinatario);
- 2) supportata dall'intelligenza artificiale (in cui il discente è visto come un collaboratore);
- 3) attivata dall'intelligenza artificiale (in cui il discente è visto come leader).

Nel primo paradigma, sotto l'influenza del comportamentismo, l'IA è usata per erogare e guidare l'apprendimento cognitivo in un contesto in cui gli studenti sono i destinatari delle prestazioni esplicitate dall'IA. Nel secondo paradigma, basato su fondamenti teorici cognitivi e socio-costruttivisti, l'IA sostiene l'apprendimento grazie alla collaborazione tra studenti

e IA. Nel terzo paradigma, basato sul connettivismo, l'IA potenzia l'apprendimento: lo studente assume un ruolo attivo nei confronti del proprio apprendimento e la collaborazione sinergica tra più entità – studente, istruttore, informazioni e tecnologia – incrementa le sue capacità intellettive. In ambito educativo l'IA è stata considerata uno strumento potente per consentire nuovi paradigmi nella progettazione didattica, nell'avanzamento tecnologico e nella ricerca educativa che altrimenti non sarebbero realizzabili attraverso le modalità di insegnamento convenzionali (Hwang *et al.*, 2020).



4. AIED: potenziali benefici

4.1. Potenziali benefici per gli studenti

Per gli studenti, un risultato primario dell'implementazione dell'IA è l'aumento della motivazione e del coinvolgimento (Xia *et al.*, 2022). Aumenta il loro interesse per l'apprendimento (Lin & Chang, 2020), facilita gli ambienti di apprendimento interattivi attraverso strumenti particolari, come Smart Sparrow, che promuovono il coinvolgimento degli studenti con i contenuti didattici (Karsenti, 2019). Numerosi studi hanno anche dimostrato miglioramenti sostanziali nel rendimento scolastico grazie all'aiuto delle tecnologie basate sulla intelligenza artificiale (Khan *et al.*, 2021; Kim *et al.*, 2021). L'IA migliora significativamente i risultati dell'apprendimento e la felicità degli studenti (Winkler & Söllner, 2018), massimizzando le capacità di apprendimento e i risultati degli studenti (Clarizia *et al.*, 2018). Una delle ragioni alla base di questa elevata motivazione e dei risultati ottenuti potrebbe essere la promozione e il miglioramento di esperienze di apprendimento personalizzate (Cunningham-Nelson *et al.*, 2019). Proprio a questo scopo, strumenti basati sull'intelligenza artificiale, come ALEKS e Knewton, creano percorsi di apprendimento personalizzati per cui tali esperienze e materiali per l'apprendimento adattivo si conformano ai punti di forza e di debolezza specifici di ciascuno studente (Brown *et al.*, 2020).

Negli ambienti caratterizzati dall'intelligenza artificiale, non vengono presentati solo compiti individualizzati (Hiranker & Kittisunthonphisarn, 2020), ma anche *feedback* personalizzato e immediato attraverso l'analisi del lavoro effettuato e del processo di apprendimento messo in atto (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2020; Porter & Grippa, 2020). Ad esempio, Grammarly, InstaText e QuillBot forniscono agli studenti un riscontro personalizzato sui loro compiti scritti e Codecademy sui compiti di *coding*. Questa guida per-

sonalizzata passo dopo passo e il *feedback* tempestivo incoraggiano l'auto-riflessione, l'apprendimento autodiretto e l'autoregolazione attraverso l'identificazione dei propri errori e l'apprendimento che ne consegue (Chiu *et al.*, 2023a). L'intelligenza artificiale fornisce anche consigli agli studenti su questioni scolastiche, aiutandoli così a prendere decisioni importanti relative ai programmi e alle attività di studio (Ismail & Ade-Ibijola, 2019). Inoltre, l'impiego di tecnologie basate sull'intelligenza artificiale favorisce lo sviluppo delle competenze del XXI secolo, tra cui il pensiero critico e la creatività, facilitando così la valutazione e l'analisi di competenze complesse (Luckin *et al.*, 2016) e promuovendo il pensiero profondo attraverso l'IA (Chiu *et al.*, 2023b).

In particolare, l'IA facilita il dialogo continuo e aiuta gli studenti a migliorare le loro capacità comunicative in contesti di apprendimento linguistico (Vazquez-Cano, 2021) poiché incoraggia l'apprendimento collaborativo (Ruan *et al.*, 2019) e migliora le capacità di comunicazione tra pari (Hill *et al.*, 2015). Inoltre, questi ambienti di apprendimento personalizzato non solo migliorano la qualità dell'istruzione, ma promuovono anche l'apprendimento informale e il sostegno a gruppi svantaggiati e vulnerabili (Jain *et al.*, 2018), compresi gli studenti che necessitano di percorsi educativi speciali (Chassignol *et al.*, 2018). Nel loro studio, ad esempio, Llorente e colleghi (2021) hanno dimostrato che gli interventi educativi basati sull'IA possono migliorare la comprensione di testi scritti da parte degli studenti con dislessia. Allo stesso modo, uno studio di Zhang e colleghi (2020) ha evidenziato che gli strumenti didattici basati sull'IA possono favorire gli studenti con disturbo dello spettro autistico nel raggiungimento dei loro obiettivi di apprendimento. Questi risultati suggeriscono che l'IA può svolgere un ruolo prezioso nel sostenere gli studenti con difficoltà e aiutarli a raggiungere il loro pieno potenziale.

Per quanto riguarda il dominio dell'affettività degli studenti, è stato riportato che essi hanno una disposizione più favorevole e una maggiore sicurezza di sé nei risultati dell'apprendimento grazie all'utilizzo dell'IA (Hsieh, 2020) poiché l'IA consente agli studenti di studiare in ambienti stimolanti e confortevoli (Rooein, 2019), il che aumenta la loro fiducia e riduce l'ansia che nasce dal loro senso di inadeguatezza (Kim *et al.*, 2021). Le interazioni uomo-robot, ad esempio, hanno aiutato gli studenti con difficoltà e scarso profitto a sentirsi più sicuri e utili e a provare meno imbarazzo (Chiu *et al.*, 2023a). Uno studio di Crompton e colleghi (2019) ha rilevato che un intervento educativo basato sull'IA è stato efficace nel ridurre l'ansia degli studenti delle scuole medie. Pertanto, l'IA ha il potenziale necessario per esercitare un buon impatto sulle preoccupazioni degli

allievi, aiutandoli a sviluppare le competenze e la fiducia necessarie per conseguire risultati positivi nella loro vita scolastica.

4.2. Potenziali vantaggi per insegnanti e amministratori

Per l'altra faccia della medaglia, ossia per gli insegnanti, l'IA si presenta come una risorsa inestimabile. L'integrazione delle tecnologie IA nell'insegnamento, nell'apprendimento e nell'amministrazione ha suscitato atteggiamenti positivi (Aldosari, 2020). Innanzitutto, è stato riscontrato che l'uso di queste tecnologie migliora le capacità di insegnamento (Jaiswal & Arun, 2021) e le competenze didattiche, fornendo ispirazione e promuovendo l'autoriflessione (Aldeman *et al.*, 2021). L'IA, tenendo conto delle azioni e delle emozioni degli studenti (Graesser, 2016), introduce strategie di insegnamento adattive (Aldeman *et al.*, 2021) – perché gli insegnanti meglio comprendono i personali processi di apprendimento – e suggerisce forme di supporto per gli allievi (Jia *et al.*, 2021; Vincent-Lancrin & Van der Vlies, 2020). Inoltre, l'IA fornisce agli insegnanti la possibilità di uno sviluppo professionale in quanto può offrire loro modelli di valutazione dell'insegnamento e suggerimenti per migliorare le proprie pratiche didattiche (Gunawan *et al.*, 2021; Hu, 2021).

In particolare, l'IA presenta valutazioni degli studenti basate sulle loro capacità di rendimento (Durall & Kapros, 2020). I chatbot alimentati dall'IA possono essere utilizzati per creare un sistema automatizzato e intelligente che consente agli insegnanti di analizzare e valutare le capacità di apprendimento degli studenti (Durall & Kapros, 2020). Una volta espletata la fase di valutazione, i chatbot raccolgono i risultati e li inviano agli insegnanti, consentendo loro di tenere traccia dei progressi degli studenti e di accelerare le attività (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2020) attraverso alcuni strumenti come Gradescope, Autolab e AI tutor. Inoltre, l'intelligenza artificiale consente di monitorare il processo di apprendimento degli allievi (Chiu *et al.*, 2023b) e acquisire dati sul loro apprendimento (Westera *et al.*, 2020). Ad esempio, è stata impiegata una diversificata gamma di dati multimodali – tra cui rilevamento fisiologico, tracciamento degli occhi ed elettroencefalogramma – per acquisire una comprensione pluridimensionale delle fasce di livello degli studenti, consentendo una previsione di alta qualità delle loro prestazioni di apprendimento (Giannakos *et al.*, 2019). Inoltre, le funzionalità avanzate dell'intelligenza artificiale, come il riconoscimento vocale e la correzione della pronuncia, hanno il potenziale necessario per facilitare l'acquisizione di competenze nelle lingue straniere (Vincent-Lancrin & Van der Vlies, 2020).

Grazie al serrato monitoraggio e alla capacità di prevedere le prestazioni degli studenti (Akmese *et al.*, 2021), le tecnologie IA facilitano i ruoli amministrativi in quanto sono utili per affrontare lo scarso impegno degli studenti e ridurre efficacemente i tassi di abbandono scolastico (Karsenti, 2019; Villegas-Ch *et al.*, 2021) poiché tali sistemi di allerta precoce basati su serie di dati a lungo termine facilitano la previsione e l'identificazione dei rischi (Brown *et al.*, 2020). Inoltre, le tecnologie IA possono sostituire una quantità significativa di lavoro ripetitivo, riducendo il carico di lavoro di insegnanti e personale amministrativo (Chan & Zary, 2019). Così facendo, un chatbot riduce il carico di lavoro burocratico degli insegnanti valutando i compiti degli studenti, assegnando punteggi e fornendo loro *feedback* (Chen *et al.*, 2020; Cunningham-Nelson *et al.*, 2019). Ad esempio, AutoGradr e Repl.it valutano automaticamente i compiti e i test, facendo risparmiare agli insegnanti molte ore che possono essere dedicate alla progettazione delle lezioni, al supporto agli allievi e allo sviluppo professionale. I sistemi di gestione dell'apprendimento IA possono offrire numerosi vantaggi anche agli studenti. Diverse università hanno iniziato a utilizzare i chatbot per rispondere alle loro domande e assisterli nelle ore di pausa. Vengono utilizzati anche nelle biblioteche, negli uffici per l'assistenza agli studenti, nelle mense scolastiche e nei programmi volti a fornire apprendimento personalizzato, sostegno, aiuto nei compiti amministrativi e miglioramento della valutazione (Hopcan *et al.*, 2022). Con l'avanzare della tecnologia IA si prevede lo sviluppo di sistemi di gestione dell'apprendimento ancora più sofisticati.

5. Questioni etiche

Sebbene l'uso delle tecnologie IA sia altamente raccomandato, è necessario considerarne i limiti. Secondo Rapp *et al.* (2021), valutare un chatbot solo in base alla sua efficacia, utilità e capacità di soddisfare e coinvolgere le persone non sembra essere sufficiente. In primo luogo, il suo uso solleva preoccupazioni etiche legate a potenziali abusi e inganni. Gli utenti potrebbero erroneamente credere di comunicare con persone reali piuttosto che con chatbot (Adamopoulou & Moussiades, 2020). Il vicedirettore generale del *Bureau Européen des Unions de Consommateurs* (BEUC)³ ha espresso serie preoccupazioni su come ChatGPT «potreb-

3 Ufficio europeo dei consumatori (nota delle traduttrici).



be manipolare e ingannare le persone» (McCallum, 2023). È già stato vietato in Russia, Cina, Venezuela, Bielorussia e Iran, che sostengono che ChatGPT diffonde la propaganda politica statunitense (Wodecki, 2023). La privacy degli utenti (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2020) è un'altra questione importante. L'Italia è diventata il primo paese occidentale a vietare ChatGPT per questioni di privacy (McCallum, 2023)⁴. In particolare, molte figure di spicco dell'IA, tra cui Elon Musk e il cofondatore di Apple© Steve Wozniak, non hanno solamente espresso le loro preoccupazioni in merito all'etica o alla *privacy*, ma hanno anche firmato una lettera aperta in cui avvertono che ChatGPT «può comportare seri rischi per la società e l'umanità intera» (Vallance, 2023).

Un'altra sfida fondamentale riguarda lo sviluppo e la programmazione dei chatbot (Rahman *et al.*, 2017). Secondo Grosz (2018), la linguistica computazionale e i sistemi NLP sollevano anche alcuni potenziali problemi più gravi, come il collasso del sistema di dialogo, l'impatto dei chatbot sociali sul modo in cui le persone comunicano tra loro e i problemi di prestazione del sistema. L'accuratezza dei chatbot nel fornire informazioni dipende dai dati in ingresso. Gli utenti si aspettano che il sistema chatbot fornisca risposte precise alle loro richieste, il che è possibile solo se i dati di *input* sono accurati (Cunningham-Nelson *et al.*, 2019). Okonkwo e Ade-Ibijola (2020) sostengono che la costruzione di un sistema di chatbot è un processo continuo che richiede una supervisione e una manutenzione costanti che possono essere difficili. Inoltre, il sistema potrebbe rispondere a istruzioni dannose come fornire i codici di un *malware*. Per superare questi problemi, Jobin *et al.* (2019) hanno delineato i seguenti undici principi etici per l'intelligenza artificiale: (1) trasparenza, (2) giustizia ed equità, (3) non-maleficenza, (4) responsabilità, (5) *privacy*, (6) beneficenza, (7) libertà e autonomia, (8) fiducia, (9) dignità, (10) sostenibilità e (11) solidarietà.

I limiti generici dei chatbot menzionati in precedenza si ripresentano inevitabilmente quando vengono utilizzati per scopi didattici. In generale, il loro utilizzo solleva questioni sulla onestà degli studenti e provoca la preoccupazione dei professori sulla opportunità di proporre l'elaborazione di saggi come forma di valutazione (Eke, 2023). Alla domanda sui

4 Il 30 marzo 2023 il Garante della *privacy* italiano «aveva disposto il blocco immediato alla raccolta dei dati personali degli utenti italiani da parte di OpenAI, costringendo la startup guidata da Sam Altman a bloccare ChatGpt in Italia» (Pier Luigi Pisa, ChatGpt è di nuovo disponibile in Italia, *la Repubblica*, 28 aprile 2023, https://www.repubblica.it/tecnologia/2023/04/28/news/chatgpt_riapre_in_italia-397985150/, consultazione 04/01/2024). ChatGpt è tornata a essere accessibile in Italia a seguito dell'adeguamento alle misure richieste dal Garante della *privacy* italiano che dovevano essere attuate entro il 30 aprile 2023 (nota delle traduttrici).

potenziali problemi etici legati all'uso di chatbot e ChatGPT in educazione, sono state elencate le seguenti preoccupazioni:

- affidabilità e accuratezza delle informazioni presentate;
- potenziali pregiudizi nei dati, con conseguenti risposte discriminatorie o fuorvianti;
- problemi di *privacy*, poiché potrebbero raccogliere e memorizzare informazioni personali sugli studenti;
- domande sul ruolo degli insegnanti e sull'impatto sul mercato del lavoro per gli educatori;
- mancanza di interazione umana, che riduce la qualità dell'esperienza educativa per gli studenti;
- eccessivo affidamento e dipendenza dalla tecnologia;
- preoccupazioni sui diritti di proprietà intellettuale;
- trasparenza e responsabilità, in quanto potrebbe essere difficile identificare le modalità secondo le quali vengono prese le decisioni dal chatbot.

La ricerca sull'IA in ambito educativo rivela anche un debole legame con le prospettive pedagogiche e gli approcci didattici, e trascura le sfide complesse e multiformi e i rischi coinvolti nell'apprendimento e nell'insegnamento con l'IA (Guilherme, 2019; Williamson & Eynon, 2020). Inoltre, Goel e Polepeddi (2018) sottolineano l'importanza dell'equità e dell'accessibilità per tutti gli studenti. È essenziale garantire che gli strumenti didattici basati sull'IA siano progettati tenendo conto della *privacy* degli utenti e della sicurezza dei dati, e che non rafforzino i pregiudizi o perpetuino le disuguaglianze (Jia *et al.*, 2021). Sebbene si sostenga che le tecnologie IA, in particolare ChatGPT, minino l'onestà degli studenti, l'insufficiente familiarità con queste tecnologie pone delle sfide alla loro introduzione e integrazione negli istituti scolastici (Hussin, 2018) ed è necessario che le istituzioni accademiche le accolgano come una componente indispensabile della ricerca e della pedagogia (Eke, 2023). Non è difficile prevedere che l'impatto di ChatGPT in ambito educativo crescerà negli anni a venire poiché una versione di ChatGPT, Microsoft 365 Copilot, è stata aggiunta alle applicazioni di Office – tra le quali Word, Excel, PowerPoint e Outlook – utilizzando l'apprendimento automatico per analizzare i dati provenienti da una varietà di fonti, tra cui i dati telemetrici, il *feedback* degli utenti e la stessa esperienza di Microsoft, tutto ciò allo scopo di fornire raccomandazioni proattive, risoluzione automatica dei problemi e guida personalizzata (Stallbaumer, 2023). Pertanto,

sono necessarie ulteriori ricerche per accertare i potenziali benefici di queste tecnologie emergenti per l'educazione e per verificare come possano essere utilizzate in modo corretto ed efficace (Chiu, 2023b; Hwang & Chang, 2021) allo scopo di poter distinguere chiaramente l'origine di testi e idee (Halaweh, 2023). Possiamo contribuire a preparare la prossima generazione di studenti a un futuro in cui l'IA sarà una parte sempre più importante della loro vita (UNESCO, 2021) integrando gli strumenti educativi IA nei loro programmi di studio e, conseguentemente, nelle politiche scolastiche.



6. Conclusioni

L'uso dell'IA in educazione presenta diversi vantaggi ma anche alcune difficoltà. L'IA può migliorare i risultati dell'apprendimento, la produttività e il coinvolgimento degli studenti, aprendo nuove strade per l'educazione, il *feedback* e l'assistenza personalizzati. Tuttavia, è impossibile ignorare questioni etiche e pratiche indissolubilmente connesse con l'applicazione dell'IA in ambito educativo. Tra le questioni importanti da risolvere vi sono la possibilità di pregiudizi negli algoritmi basati sull'IA e la necessità di sufficiente preparazione e supporto per gli insegnanti.

In particolare, il potenziale per l'apprendimento personalizzato, l'educazione linguistica e le applicazioni di *feedback* nell'istruzione è dimostrato dall'uso di chatbot e ChatGPT. La letteratura recente ha fatto progressi significativi nella comprensione e nell'applicazione pratica degli ambienti di apprendimento e insegnamento integrati con l'IA. Questi contesti consentono di utilizzare le tecnologie AIED nella veste di formatori, facilitatori, collaboratori o come strumenti in una serie di contesti e ruoli. Ciononostante, questi scenari sono diventati più complessi, spingendo a chiedersi fino a che punto ChatGPT possa rivoluzionare l'istruzione richiedendo, quindi, ulteriori indagini ed esplorazioni.

In definitiva, è necessario uno sforzo collaborativo che coinvolga educatori, ricercatori e responsabili politici per garantire un uso etico e responsabile dell'AIED. Possiamo costruire un sistema educativo più equo e più efficace che offra ai ragazzi l'insegnamento personalizzato, il *feedback* e il supporto di cui hanno bisogno, risolvendo i problemi posti dalle tecnologie basate sulla intelligenza artificiale e sfruttandone i punti di forza.

Riferimenti bibliografici



- ADAMOPOULOU, E., & MOUSSIADES, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*, 2, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>.
- AKMESE, O.F., KOR, H., & ERBAY, H. (2021). Use of machine learning techniques for the forecast of student achievement in higher education. *Information Technologies and Learning Tools*, 82(2), 297-311, <https://doi.org/10.33407/itl.v82i2.4178>.
- ALAWI, F. (2023). Artificial intelligence: The future might already be here. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*, 12, S2212-4403(23)00003-2, <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2023.01.002>.
- ALDEMAN, N.L.S., AITA, K., MACHADO, V.P., DA MATA SOUSA, L.C.D., COELHO, A.G.B., DA SILVA, A.S., MENDES, A.P.D., NERES, F.J.D., & DO MONTE, S.J.H. (2021). Smartpaths^k: A platform for teaching glomerulopathies using machine learning. *BMC Medical Education*, 21(1), 248, <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02680-1>.
- ALDOSARI, S.A.M. (2020). The future of higher education in the light of artificial intelligence transformations. *International Journal of Higher Education*, 9(3), 145-151. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n3p145>.
- ALEEDY, M., ATWELL, E., & MESHOU, S. (2022). Using AI Chatbots in Education: Recent Advances Challenges and Use Case. In *Artificial Intelligence and Sustainable Computing: Proceedings of ICSISCET 2021* (pp. 661-675), https://doi.org/10.1007/978-981-19-1653-3_50.
- ANWEILER, O., & RAMET, P. (2019). The reform of the Soviet educational system: Between modernization and ideological control. In L.W. Lerner, & D.W. Treadgold (eds.), *Gorbachev and the Soviet Future* (pp. 142-163). Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780429043505-7>.
- BOWER, M. (2019). Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1035-1048, <https://doi.org/10.1111/bjet.12771>.
- BROWN, M., McCORMACK, M., REEVES, J., BROOK, D.C., GRAJEK, S., ALEXANDER, B., BALI, M., BULGER, S., DARK, S., ENGELBERT, N., GANNON, K., GAUTHIER, A., GIBSON, D., GIBSON, R., LUNDIN, B., VELETSIANOS, G. & WEBER, N. (2020). *2020 Educause Horizon Report Teaching and Learning Edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE, <https://www.learntechnlib.org/p/215670/> (retrieved 9/11/2023).
- CASTANEDA, L., & SELWYN, N. (2018). More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(22), 2-10, <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0109-y>.
- CHAN, K.S., & ZARY, N. (2019). Applications and challenges of implementing artificial intelligence in medical education: Integrative review. *JMIR Medical Education*, 5(1), e13930, <https://doi.org/10.2196/13930>.

- CHASSIGNOL, M., KHOROSHAVIN, A., KLIMOVA, A., & BILYATDINOVA, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>.
- CHEN, X., XIE, H., ZOU, D., & HWANG, G.J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>.
- CHEN, Y., JENSEN, S., ALBERT, L.J., GUPTA, S., & LEE, T. (2023). Artificial intelligence (AI) student assistants in the classroom: Designing chatbots to support student success. *Information Systems Frontiers*, 25(1), 161-182, <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10291-4>.
- CHIU, T.K.F., MENG, H., CHAI, C.S., KING, I., WONG, S., & YEUNG, Y. (2022). Creation and evaluation of a pre-tertiary Artificial Intelligence (AI) curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 65(1), 30-39, <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3085878>.
- CHIU, T.K.F., MOORHOUSE, B.L., CHAI, C.S. & ISMAILOV, M. (2023a). Teacher support and student motivation to learn with Artificial Intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments*, <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044>.
- CHIU, T.K.F., XIA, Q., ZHOU, X., CHAI, C.S., & CHENG, M. (2023b). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>.
- CHOI, J.H., HICKMAN, K.E., MONAHAN, A., & SCHWARCZ, D.B. (2023). ChatGPT goes to law school. *Minnesota Legal Studies Research Paper*, 23(03). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4335905>.
- CIECHANOWSKI, L., PRZEGALINSKA, A., MAGNUSKI, M., & GLOOR, P. (2019). In the shades of the uncanny valley: An experimental study of human–chatbot interaction. *Future Generation Computer Systems*, 92, 539-548, <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.055>.
- CLARIZIA, F., COLACE, F., LOMBARDI, M., PASCALE, F., & SANTANIELLO, D. (2018). Chatbot: An education support system for student. *International symposium on cyberspace safety and security*. Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-01689-0_23.
- CROMPTON, H., BURKE, M., GREGORY, K.H., & JOHNSON, L. (2019). An investigation of the effects of an AI math tutor on student anxiety. *Educational Technology Research and Development*, 67(2), 453-472.
- CUNNINGHAM-NELSON, S., BOLES, W., TROUTON, L., & MARGERISON, E. (2019). A review of chatbots in education: Practical steps forward. *30th annual conference for the Australasian association for engineering education (AAEE 2019): Educators becoming agents of change: Innovate, integrate*. Motivate: Engineers Australia.
- DURALL, E., & KAPROS, E. (2020). Co-design for a competency self-assessment chatbot and survey in science education. *International conference on human-computer interaction*. Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_2.
- DWIVEDI, Y.K., HUGHES, L., ISMAGILOVA, E., AARTS, G., COOMBS, C., CRICK, T., DUAN, Y., DWIVEDI, R., EDWARDS, J., EIRUG, A., GALANOS, V., ILAVARASAN, P.V., JANSSEN, M., JONES,

- P., KAR, A.K., KIZGIN, H., KRONEMANN, B., LAL, B., LUCINI, B., ... & WILLIAMS, M.D. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>.
- EKE, O.D. (2023). ChatGPT and the rise of generative AI: Threat to academic integrity? *Journal of Responsible Technology*, 13, 100060, <https://doi.org/10.1016/j.jrt.2023.100060>.
- FRYER, L.K., NAKAO, K., & THOMPSON, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. *Computers in Human Behavior*, 93, 279-289, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.023>.
- GIANNAKOS, M.N., SHARMA, K., PAPPAS, I.O., KOSTAKOS, V., & VELLOSO, E. (2019). Multimodal data as a means to understand the learning experience. *International Journal of Information Management*, 48, 108-119, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.003>.
- GOEL, A.K., & POLEPEDDI, L. (2018). Jill Watson: A virtual teaching assistant for online education. In C. Dede, J. Richards, & B. Saxberg (eds.), *Learning engineering for online education: Theoretical contexts and design-based examples* (pp. 120-143). Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781351186193-7>.
- GRAESSER, A.C. (2016). Conversations with auto tutor help students learn. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 124-132, <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0086-4>.
- GROSZ, B.J. (2018). Smart enough to talk with us? Foundations and challenges for dialogue capable AI systems. *Computational Linguistics*, 44(1), 1-15, https://doi.org/10.1162/COLI_a_00313.
- GUILHERME, A. (2019). AI and education: The importance of teacher and student relations. *AI & Society*, 34(1), 47-54, <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0693-8>.
- GUNAWAN, K.D.H., LILIASARI, L., KANIAWATI, I., & SETIAWAN, W. (2021). Implementation of competency enhancement program for science teachers assisted by artificial intelligence in designing HOTS-based integrated science learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 55-65, <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i1.8655>.
- GUTTORMSEN, M., BÜRGER, A., HANSEN, T.E., & LIETAER, N. (2011). The SiRi particle-telescope system. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A*, 648(1), 168-173, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2011.05.055>.
- HALAWEH, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep421, <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>.
- HEALTH, T.L.D. (2023). ChatGPT: Friend or foe? *The Lancet: Digital health*, 5(3), e102, [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00023-7).
- HILL, J., FORD, W.R., & FARRERAS, I.G. (2015). Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human-human online conversations and human-chatbot conversations. *Computers in Human Behavior*, 49, 245-250, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.026>.

- HIRANKERD, K., & KITTISUNTHONPHISARN, N. (2020). E-learning management system based on reality technology with AI. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(4), 259-264, <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.4.1373>.
- HOLMES, W., BIALIK, M., & FADEL, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston: Centre for Curriculum Redesign, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23207-8_20.
- HOLMES, W., HUI, Z., MIAO, F., & RONGHUI, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.
- HOPCAN, S., POLAT, E., OZTURK, M.E., & OZTURK, L. (2022). *Artificial intelligence in special education: A systematic review*. *Interactive Learning Environments*. Published online: 06 May 2022, <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2067186>.
- HSIEH, Y.Z., LIN, S.S., LUO, Y.C., JENG, Y.L., TAN, S.W., CHEN, C.R., & CHIANG, P.Y. (2020). ARCS-assisted teaching robots based on anticipatory computing and emotional big data for improving sustainable learning efficiency and motivation. *Sustainability*, 12(14), 5605, <https://doi.org/10.3390/su12145605>.
- HU, J.J. (2021). Teaching evaluation system by use of machine learning and artificial intelligence Methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 87-101, <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20299>.
- HUSSIN, A.A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92-98, <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v6n.3p.92>.
- HWANG, G.J., & CHANG, C.Y. (2021). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615>.
- HWANG, G.J., XIE, H., WAH, B.W., & GASEVIC, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>.
- ISMAIL, M., & ADE-IBIJOLA, A. (2019). Lecturer's apprentice: A chatbot for assisting novice programmers. In *2019 international multidisciplinary information technology and engineering conference (IMITEC)* (pp. 1-8). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IMITEC45504.2019.9015857>.
- JAIN, M., KUMAR, P., BHANSALI, I., LIAO, Q., TRUONG, K., & PATEL, S. (2018). FarmChat: A conversational agent to answer farmer queries. *Proceedings of ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 2(4), 1-22, <https://doi.org/10.1145/3287048>.
- JAISWAL, A., & ARUN, C.J. (2021). Potential of artificial intelligence for transformation of the education system in India. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 17(1), 142-158.
- JIA, J., ZHANG, D., & GAO, F. (2021). Learning analytics and artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *International Journal of Educational Research*, 107, 101831.

- JOBIN, A., IENCA, M., & VAYENA, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399, <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>.
- KARSENTI, T. (2019). Artificial intelligence in education: The urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools. *Formation et Profession*, 27(1), 112-116, <https://doi.org/10.18162/fp.2019.a166>.
- KHAN, I., AHMAD, A.R., JABEUR, N., & MAHDI, M.N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1-18, <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00161-y>.
- KIM, H.S., KIM, N.Y., & CHA, Y. (2021). Is it beneficial to use AI chatbots to improve learners' speaking performance? *Journal of ASIA TEFL*, 18(1), 161-178, <https://doi.org/10.18823/asiatefl.2021.18.1.10.161>.
- KOEDINGER, K.R., CORBETT, A.T., & PERFETTI, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction (KLI) framework: Bridging the science-practice chasm to enhance robust student learning. *Cognitive Science*, 36(5), 757-798, <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2012.01245.x>.
- KURZWEIL, R. (1990). *The age of intelligent machines*. MIT Press.
- LIN, M.P.-C., & CHANG, D. (2020). Enhancing post-secondary writers' writing skills with a chatbot. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 78-92.
- LLORENTE, A.M., LADERA, V., CONTRERAS, P., & CONDE, L. (2021). Efficacy of a computerized intervention based on artificial intelligence for improving reading comprehension in students with dyslexia. *Frontiers in Psychology*, 12, 641005.
- LU, Y. (2019). Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal of Management Analytics*, 6(1), 1-29, <https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365>.
- LUCKIN, R., HOLMES, W., GRIFFITHS, M., & FORCIER, L.B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*, <http://discovery.ucl.ac.uk/1475756/>.
- MATA, J., DE MIGUEL, I., DURAN, R.J., MERAYO, N., SINGH, S.K., JUKAN, A., & CHAMANIA, M. (2018). Artificial intelligence (AI) methods in optical networks: A comprehensive survey. *Optical Switching and Networking*, 28, 43-57, <https://doi.org/10.1016/j.osn.2017.12.006>.
- MCCALLUM, S. (2023, April 1). ChatGPT Banned in Italy over Privacy Concerns. *BBC*, <https://www.bbc.com/news/technology-65139406>.
- MCCARTHY, J., MINSKY, M.L., ROCHESTER, N., & SHANNON, C.E. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12-14.
- MELIÁN-GONZÁLEZ, S., GUTIÉRREZ-TAÑO, D., & BULCHAND-GIDUMAL, J. (2021). Predicting the intentions to use chatbots for travel and tourism. *Current Issues in Tourism*, 24(2), 192-210, <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1706457>.
- MERTALA, P., FAGERLUND, J., & CALDERON, O. (2022). Finnish 5th and 6th grade students' pre-instructional conceptions of artificial intelligence (AI) and their implications for AI literacy education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100095, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100095>.

- MONDAL, B. (2020). Artificial intelligence: State of the Art. In V. Balas, R. Kumar, R. Srivastava (eds.), *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things. Intelligent Systems reference Library*, 172, 389-425, https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_32.
- NIRALA, K.K., SINGH, N.K., & PURANI, V.S. (2022). A survey on providing customer and public administration-based services using AI: Chatbot. *Multimedia Tools and Applications*, 1-32, <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11458-y>.
- OKONKWO, C.W., & ADE-IBIJOLA, A. (2020). Python-bot: A chatbot for teaching python programming. *Engineering Letters*, 29(1), 25-35.
- OPENAI. (2023, March). *GPT-4 Developer Livestream* [Video]. YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=outcGtbnMuQ>.
- OUYANG, F., & JIAO, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>.
- PORTER, B., & GRIPPA, F. (2020). A platform for AI-enabled real-time feedback to promote digital collaboration. *Sustainability*, 12(24), 1-13, <https://doi.org/10.3390/su122410243>.
- RAHMAN, A., AL MAMUN, A., & ISLAM, A. (2017). Programming challenges of chatbot: Current and future prospective. In *2017 IEEE region 10 humanitarian technology conference (R10-HTC)* (pp. 75-78). IEEE, <https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2017.8288910>.
- RAMESH, V., & LAKSHMI, R. (2018). Use of artificial intelligence in learning management system for adaptive assessment. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 7(7S), 240-243.
- RAPP, A., CURTI, L., & BOLDI, A. (2021). The human side of human-chatbot interaction: A systematic literature review of ten years of research on text-based chatbots. *International Journal of Human-Computer Studies*, 151, 102630, <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102630>.
- REIS, A., PAULINO, D., PAREDES, H., BARROSO, I., MONTEIRO, M.J., RODRIGUES, V., & BARROSO, J. (2018). Using intelligent personal assistants to assist the elderly: an evaluation of amazon Alexa, Google Assistant, Microsoft Cortana, and Apple Siri. In *2018 2nd international conference on technology and innovation in sports, health and wellbeing (TISHW)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TISHW.2018.8559503>.
- ROOEIN, D. (2019). Data-driven edu chatbots. In *Companion Proceedings of The 2019 World Wide Web Conference* (pp. 46-49), <https://doi.org/10.1145/3308560.3314191>.
- ROSPIGLIOSI, P.A. (2023). Artificial intelligence in teaching and learning: what questions should we ask of ChatGPT? *Interactive Learning Environments*, 31(1), 1-3, <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2180191>.
- RUAN, S., WILLIS, A., XU, Q., DAVIS, G.M., JIANG, L., BRUNSKILL, E., & LANDAY, J.A. (2019). Bookbuddy: Turning digital materials into interactive foreign language lessons through a voice chatbot. In *Proceedings of the sixth (2019) ACM conference on learning@scale* (pp. 1-4), <https://doi.org/10.1145/3330430.3333643>.

- SAHA, S., & AL AMRI, S. (2019). A review of artificial intelligence applications in learning management systems. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(1), 162-176.
- SELWYN, N. (2016). *Is technology good for education?* Malden: Polity Press.
- STALLBAUMER, C. (2023, March 16). *Introducing Microsoft 365 Copilot – A Whole New Way to Work*. *Microsoft 365*, <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2023/03/16/introducing-microsoft-365-copilot-a-whole-new-way-to-work/>.
- TERWIESCH, C. (2023). *Would chat GPT3 get a Wharton MBA? A prediction based on its performance in the operations management course*. Mack Institute for Innovation Management at the Wharton School, University of Pennsylvania. <https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2023/01/Christian-Terwiesch-Chat-GTP-1.24.pdf>.
- UNESCO. (2021). *Artificial intelligence in education: Opportunities, challenges and risks*. UNESCO.
- VALLANCE, C. (2023, March 31). *Ellon Musk among experts urging a halt to AI training*. BBC, <https://www.bbc.com/news/technology-65110030>.
- VÁZQUEZ-CANO, E., MENGUAL-ANDRES, S., & LOPEZ-MENESES, E. (2021). Chatbot to improve learning punctuation in Spanish and to enhance open and flexible learning environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00269-8>.
- VILLEGAS-CH, W., SÁNCHEZ-VITERI, S., & ROMAN-CAÑIZARES, M. (2021). Academic activities recommendation system for sustainable education in the age of COVID-19. *Informatics*, 8(2), 29, <https://www.mdpi.com/2227-9709/8/2/29>.
- VINCENT-LANCRIN, S., & VAN DER VLIES, R. (2020). Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges. *OECD Education Working Papers*, 218. Paris: OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en>.
- WEIZENBAUM, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45, <https://doi.org/10.1145/365153.365168>.
- WESTERA, W., PRADA, R., MASCARENHAS, S., SANTOS, P.A., DIAS, J., GUIMARAES, M., GEORGIADIS, K., NYAMSUREN, E., BAHREINI, K., YUMAK, Z., CHRISTYOWIDIASMORO, C., DASCALU, M., GUTU-ROBU, G., & RUSETI, S. (2020). Artificial intelligence moving serious gaming: Presenting reusable game AI components. *Education and Information Technologies*, 25(1), 351-380, <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09968-2>.
- WILLIAMSON, B., & EYNON, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223-235, <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>.
- WINKLER, R., & SÖLLNER, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. In *Academy of management annual meeting (AOM)*. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.15903abstract>.

- WODECKI, B. (2023, February 24). China cracks down on ChatGPT access. *AI Business*, <https://aibusiness.com/nlp/china-cracks-down-on-chatgpt-access>.
- XIA, Q., CHIU, T.K. F, LEE, M., TEMITAYO I., DAI, Y., & CHAI, C.S. (2022). A self-determination theory design approach for inclusive and diverse artificial intelligence (AI) K-12 education. *Computers & Education*, 189, 104582. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104582>.
- YE, H. (2021, June). A review on the application of virtual reality technology in ideological and political teaching. In *2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 712-715). IEEE, <https://doi.org/10.1109/ICAIE53562.2021.00156>.
- YIN, J., GOH, T.T., YANG, B., & XIAOBIN, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 154-177, <https://doi.org/10.1177/0735633120952067>.
- ZHANG, T. (2023). The contributions of AI in the development of ideological and political perspectives in education. *HELİYON*, 9(3), E13403, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13403>.
- ZHANG, Y., WEI, J., CHEN, J., WANG, Y., & ZHANG, Y. (2020). The application of artificial intelligence in the education of children with autism spectrum disorder: A review. *Frontiers in Psychology*, 11, 1338.
- ZHENG, L., NIU, J., ZHONG, L., & GYASI, J.F. (2021). The effectiveness of artificial intelligence on learning achievement and learning perception: A meta-analysis. *Interactive Learning Environments*. Published online: 19 Dec 2021, <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2015693>.

Cristina Richieri insegna inglese e si occupa di formazione del personale docente. Fa parte del Consiglio Direttivo di ANFIS ed è Direttrice Responsabile di *Idee in Form@zione* – periodico per la formazione degli insegnanti, organo ufficiale dell’ANFIS. È coautrice di testi per l’insegnamento della lingua inglese. È docente a contratto di Lingua Inglese presso il dipartimento di Scienze Biomediche dell’Università degli Studi di Padova. Le sue pubblicazioni scientifiche sono attinenti l’insegnamento della lingua inglese, la formazione degli insegnanti, l’educazione interculturale, l’autoformazione, la riflessività e la reciprocità nei processi di apprendimento e insegnamento.

Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Cristina_Richieri2.

Luisanna Paggiaro ha insegnato inglese al Liceo “F. Buonarroti” di Pisa ed è stata supervisore al tirocinio presso la SSIS Toscana. Attualmente è formatrice per le lingue straniere e per il CLIL. Fa parte del Consiglio Direttivo di ANFIS e collabora nella redazione di *Idee in form@zione* e *AnfisInforma*. Organizza laboratori e corsi in presenza e online, in collaborazione con le scuole, l’Università di Pisa, l’USR Toscana, l’ambito 18 (formazione area pisana) e l’associazione *lend-lingua e nuova didattica* di cui è referente locale. Ha creato un blog dedicato alle lingue straniere (<https://www.bloomingteachers.com/>) e ha pubblicato testi scolastici, articoli sulla metodologia delle lingue straniere e del CLIL su riviste specializzate.

Luisa Broli insegna Scienze giuridiche ed economiche nella scuola secondaria di secondo grado. È impegnata nella formazione dei docenti con riferimento alle nuove tecnologie, alla gestione della classe, all’educazione civica e alla metodologia CLIL. Attualmente è co-direttrice, con Riccardo Larini, del corso “Intelligenza Artificiale e apprendimento” promosso dalla Fondazione Golinelli. Fa parte del consiglio direttivo dell’ANFIS. Collabora con alcune Università Italiane, nella realizzazione di progetti ERA-SMUS+ focalizzati sull’educazione alla cittadinanza e sull’apprendimento socio-emotivo, e con la Fondazione L’Albero della Vita, nel settore scuola.

Finito di stampare nel mese di marzo del 2024
dalla tipografia «The Factory S.r.l.»
via Tiburtina, 912 – 00156 Roma