Logica e Intelligenza Artificiale:

Pratiche Didattiche per il Liceo Classico

Simone Cuconato [1] **Kristian Reale** [2,3]

[1] Dipartimento di Fisica & Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica, Università della Calabria, Rende (CS)
[2] Dipartimento di Matematica e Informatica, Università della Calabria, Rende (CS)
[3] Istituto d'Istruzione Superiore "Pietro Mazzone", Roccella Ionica (RC)

simone.cuconato@unical.it • kristian.reale@unical.it

[ITADINFO]
CONVEGNO ITALIANO SULLA DIDATTICA DELL'INFORMATICA

4ª edizione, Padova, 9–11 ottobre 2026

1 Contesto e motivazione

CL@SSICO DIGITALE è una sperimentazione nata dall'accordo-quadro tra l'**Università della Calabria** e il **Liceo Classico "G. da Fiore"** di Rende (CS). Ripensa il Liceo Classico nell'età dell'Intelligenza Artificiale **senza tecnofobia e senza adesione acritica** alla retorica dell'innovazione.

> **Tesi.** La logica è il ponte tra cultura classica e innovazione tecnologica: rende l'informatica una disciplina *concettuale*, non meramente tecnica.

Logica e Filosofia dell'IA (rigore formale) ⟷ **logica** ⟷ **Scienza e Tecnologie Digitali** (applicazioni concrete)

- **Spazio autonomo**: un'ora settimanale aggiuntiva per ciascuna delle due discipline.
- **Compresenza** costante con gli insegnamenti tradizionali del Liceo Classico.

2 Logica e Filosofia dell'IA: lezione e calcolo



Aristotele
(384–322 a.C.)

Il percorso (classe terza)

- **Filosofia greca.** *Epistéme*: preservare la possibilità di un sapere capace di giustificarsi.
- **Aristotele.** La logica come *organon* del ragionamento.
- **Euclide e i fondamenti.** La dimostrazione sotto esame.
- **Gentzen.** La *proof theory* strutturale.
- **IA neuro-simbolica.** Come integrare metodi *learning-based* e *logic-based*?

> **Il programma di Hilbert.** Dimostrazioni come **oggetti finiti, manipolabili e meccanicamente verificabili**. Per l'IA spiegabile: ***una spiegazione è tale solo se è un oggetto sintattico che un verificatore meccanico può controllare in tempo finito.***



David Hilbert
(1862–1943)

Il calcolo: *sequent-style tableaux*. Un **blocco** è un insieme finito di formule. Al sequente $\Gamma \Rightarrow \Delta$ corrisponde il blocco iniziale $\Pi_0 = \Gamma \cup \{\neg\psi \mid \psi \in \Delta\}$

Regole α
$$\frac{\Pi,\ \neg\neg\varphi}{\Pi,\ \varphi}(\neg\neg) \qquad \frac{\Pi,\ \varphi \wedge \psi}{\Pi,\ \varphi,\ \psi}(\wedge) \qquad \frac{\Pi,\ \neg(\varphi \vee \psi)}{\Pi,\ \neg\varphi,\ \neg\psi}(\neg\vee) \qquad \frac{\Pi,\ \neg(\varphi \to \psi)}{\Pi,\ \varphi,\ \neg\psi}(\neg\to)$$

Regole β
$$\frac{\Pi,\ \neg(\varphi \wedge \psi)}{\Pi,\ \neg\varphi \mid \Pi,\ \neg\psi}(\neg\wedge) \qquad \frac{\Pi,\ \varphi \vee \psi}{\Pi,\ \varphi \mid \Pi,\ \psi}(\vee) \qquad \frac{\Pi,\ \varphi \to \psi}{\Pi,\ \neg\varphi \mid \Pi,\ \psi}(\to)$$

Chiusura ($\times$): il blocco contiene una formula e la sua negazione.

3 Logica e Filosofia dell'IA: l'LLM vincolato

L'LLM come *proof assistant*. Una ***Gem* di Gemini** riceve come istruzioni le regole del calcolo, scritte in LaTeX: non può formulare un verdetto senza esibire una derivazione i cui passaggi siano istanze delle regole. È il ***Logic-Constrained Prompt Learning***.

Argomento (premesse Γ, tesi ψ) → **Blocco iniziale** $\Pi_0 = \Gamma \cup \{\neg\psi\}$ → **LLM vincolato** (soltanto le regole del calcolo) → **Tableau** (chiuso: valido; aperto: non valido)

Una derivazione nel formato richiesto:

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{p \to q,\ q \to r \ \Rightarrow\ p \to r}{\{p \to q,\ q \to r,\ \neg(p \to r)\}}(\neg\to)}{\{p \to q,\ q \to r,\ p,\ \neg r\}}(\to)}{\{p \to q,\ p,\ \neg r,\ \neg q\} \mid \{p \to q,\ p,\ \neg r,\ r\}\ \times}(\to)}{\{p,\ \neg r,\ \neg q,\ \neg p\}\ \times \mid \{p,\ \neg r,\ \neg q,\ q\}\ \times}$$

> **Il controllo dello studente.** Ogni riga è istanza di una regola? Ogni formula sta in $\mathrm{Sub}^{\neg}(\Pi_0)$, le sottoformule di Π_0 e le loro negazioni? Qui sono 13, fissate prima di cominciare.

- **Integrazione neuro-simbolica per sottrazione**: lo spazio delle risposte è ristretto a ciò che il calcolo consente di derivare.
- **Analiticità**: una formula fuori da $\mathrm{Sub}^{\neg}(\Pi_0)$ è una violazione verificabile localmente.
- **Spiegabile per costruzione**: la derivazione è parte integrante del verdetto.
- **Limite dichiarato**: il modello può sbagliare, e **sul piano didattico è proprio questo il punto**: la risposta è ispezionabile, e dunque va verificata.

4 Scienza e Tecnologie Digitali: dalla logica ai dati reali

Informatica sul modello dei Licei Scientifici, opzione Scienze Applicate. Nel terzo anno l'obiettivo è mostrare come si definisce con strumenti formali il **ragionamento deduttivo di un sistema di IA a partire da dati reali**: è il campo del ***Knowledge Representation and Reasoning*** e dell'IA simbolica.

1. Basi di dati

Modellazione concettuale con schemi Entità-Relazioni; modellazione logica con schemi logici e query con join.

con Matematica tuple, prodotto cartesiano, join

con Inglese gli stessi contenuti in CLIL

2. Answer Set Programming

Paradigma dichiarativo basato sulla logica. Le tabelle diventano **predicati e fatti**; le **regole** derivano nuove informazioni da quelle già note.

metodo pratiche già sperimentate nelle scuole

3. Un caso reale: le leggi di Mendel

Predicati, fatti e regole per alleli, genotipi dei genitori e combinazioni ereditarie: si costruisce il quadrato di Punnett.

con Scienze Naturali

```
% fatti:  alleli dei genitori
allele(g1,"A").  allele(g1,"a").
allele(g2,"A").  allele(g2,"a").
% regola:  genotipo dei figli
figlio(X,Y) :- allele(g1,X),
     allele(g2,Y).
```

	A	a
A	**AA**	**Aa**
a	**Aa**	**aa**

Schema esemplificativo

La regola costruita con la classe. Un individuo ha genotipo **Aa** se è figlio di un genitore che possiede l'allele A e di un secondo genitore che possiede l'allele a.

> **Il raccordo tra i due casi.** Un LLM può produrre catene deduttive plausibili; un motore simbolico ASP è un candidato adatto a **verificarne la validità logica**.



John McCarthy
(1927–2011)

5 Valore didattico, conclusioni e sviluppi

- L'IA non è una scatola nera, ma un **ambiente epistemico** sotto una disciplina formale esplicita.
- La correttezza si controlla **come una prova**, con una procedura accessibile allo studente.
- L'IA diventa occasione per sviluppare competenze **argomentative e metacognitive**.
- L'informatica mostra la propria valenza speculativa, integrata nella *forma mentis* del Liceo Classico.

> **Sviluppi.** ASP come verificatore delle derivazioni prodotte dall'LLM; nell'ultimo biennio, logica del primo ordine e prime logiche non classiche.

Riferimenti essenziali

S. Cuconato, K. Reale. *Liceo classico digitale: proposta contenuti disciplinari e prime sperimentazioni.* ITADINFO 2025, Ledizioni, pp. 259–262.

S. Cuconato, K. Reale. *Liceo classico digitale: proposta curriculare e prime sperimentazioni per l'integrazione dell'IA.* In *Intelligenza Artificiale all'Università: Didattica, Orientamento e Formazione Docenti*, Università della Calabria, 2026 [in stampa].

S. Cuconato, F. Scarcello, R. Beneduci. *Logical proof in AI education: epistemological foundations and practical applications for a human-centered perspective.* SIpEIA Conference 2026 [in stampa].

S. Cuconato. *Proofs, not narratives: a proof-theoretic approach to explainable AI in education.* AI-LEAP 2026, CEUR-WS [in stampa].

S. Cuconato. *Sequent-style tableaux for intuitionistic propositional logic.* Reports on Mathematical Logic 61, 2026 [in stampa].

K. Reale. *Insegnare Answer Set Programming nelle scuole superiori.* ITADINFO 2023, pp. 167–170.

K. Reale. *Logic and answer set programming in high school: two learning unit experiences.* ICLP-WS-DC 2025, CEUR Workshop Proceedings 4117, CEUR-WS.org, 2025.