Educare all'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali

Per una scuola capace di comprendere, progettare e governare il digitale

Vincenzo Vespri, Università di Firenze

Sommario

Questo contributo affronta il ruolo dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali, nato dall'esperienza diretta nel coordinamento della Commissione incaricata di elaborare le indicazioni per le discipline STEM. La tesi di fondo è che introdurre davvero l'informatica nella scuola non significhi aggiungere una materia tecnica, ma ridefinire il modello culturale dell'educazione nell'epoca della società algoritmica e dell'intelligenza artificiale generativa. Il testo distingue tra alfabetizzazione strumentale e comprensione critica del digitale, supera l'equivoco che riduce l'informatica al coding e propone di considerarla una nuova forma di pensiero e una disciplina culturale al pari della matematica. Attraverso il confronto con i modelli internazionali (Estonia, Finlandia, Regno Unito, Stati Uniti e Cina) e con il quadro europeo (DigComp, AI Act, sovranità digitale), l'articolo delinea una via culturale italiana all'educazione informatica, il cui obiettivo non è formare utenti efficienti, ma cittadini capaci di comprendere, progettare e governare criticamente la società digitale.

Parole chiave: informatica, scuola, Indicazioni Nazionali, intelligenza artificiale, pensiero computazionale, coding, cittadinanza digitale, società algoritmica, didattica

Introduzione

Questo contributo nasce da un'esperienza concreta, non da una riflessione puramente teorica. Nasce dai mesi trascorsi nel coordinamento della Commissione incaricata di elaborare le nuove Indicazioni Nazionali per le discipline STEM e, soprattutto, dalle discussioni — spesso intense, talvolta persino conflittuali — che hanno accompagnato il tentativo di introdurre l'informatica nel cuore del curricolo scolastico italiano.

A prima vista il tema sembrava semplice. Tutti, almeno formalmente, concordavano sul fatto che la scuola italiana non possa più ignorare il ruolo dell'informatica e dell'intelligenza artificiale nella società contemporanea. Nessuno metteva realmente in discussione che il mondo stia cambiando rapidamente e che la scuola debba affrontare questa trasformazione.

Ma il consenso terminava esattamente lì. Dietro la parola "informatica" emergevano infatti idee profondamente diverse, e talvolta incompatibili, su ciò che la scuola dovrebbe diventare nel XXI secolo. C'erano matematici preoccupati che l'introduzione dell'informatica finisse per comprimere ulteriormente gli spazi della matematica, già ridotti da anni di semplificazioni didattiche. Vi erano docenti convinti che l'informatica scolastica dovesse coincidere principalmente con il coding o con l'uso operativo degli strumenti digitali. Altri ancora proponevano scenari opposti, immaginando di introdurre già nella scuola primaria intelligenza artificiale, algoritmi genetici, machine learning e robotica avanzata. Accanto a queste posizioni emergeva poi un problema ancora più concreto: chi dovrebbe insegnare questa nuova disciplina? Con quale formazione? Con quali competenze? E soprattutto: l'informatica deve diventare una materia autonoma oppure una competenza trasversale distribuita tra tutte le discipline?

A poco a poco è diventato chiaro che il dibattito sull'informatica non riguardava soltanto una nuova materia scolastica. Riguardava invece il modello culturale stesso della scuola. Perché introdurre realmente l'informatica significa inevitabilmente ridefinire il rapporto tra memoria e conoscenza, il ruolo dell'insegnante, il significato dell'apprendimento, il rapporto tra esseri umani e macchine e, in ultima analisi, la funzione culturale della scuola nella società digitale. Molti dei conflitti emersi durante i lavori della Commissione derivavano proprio da questo. Si discuteva apparentemente di ore curriculari, coding, laboratori o programmi; in realtà si stava discutendo di qualcosa di molto più profondo: quale idea di essere umano, di conoscenza e di cittadinanza debba guidare la scuola del futuro.

L'irruzione dell'intelligenza artificiale generativa ha reso tutto ancora più evidente. Nel giro di pochi anni sistemi come ChatGPT hanno modificato radicalmente il panorama educativo. Per la prima volta nella storia una macchina è diventata capace di produrre testi coerenti, risolvere problemi, generare immagini, sintetizzare libri, tradurre linguaggi e persino scrivere codice. Molte attività tradizionalmente utilizzate dalla scuola per valutare l'apprendimento sono improvvisamente diventate automatizzabili. Di fronte a questa trasformazione la scuola ha reagito spesso in modo difensivo: vietare, controllare, limitare, sospettare. Ma una tecnologia di questa portata non può essere affrontata soltanto con strumenti disciplinari o

amministrativi. L'intelligenza artificiale non rappresenta semplicemente un nuovo software da utilizzare nelle aule; modifica il rapporto stesso tra conoscenza, lavoro cognitivo e produzione culturale. Per questo motivo il problema dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali non può essere ridotto alla domanda su quante ore di informatica introdurre nei curricoli. La vera domanda è molto più radicale: quale tipo di scuola può ancora avere senso in una società nella quale le macchine partecipano ormai direttamente ai processi cognitivi? Questa domanda attraversa l'intero contributo.

Negli ultimi anni il dibattito pubblico sul digitale si è spesso mosso tra due estremi opposti. Da una parte vi è stato un entusiasmo ingenuo e tecnocratico, secondo il quale sarebbe sufficiente riempire le scuole di tablet, piattaforme e dispositivi per produrre innovazione educativa. Dall'altra vi è stata una reazione nostalgica e difensiva che vede nella tecnologia soltanto una minaccia per il sapere tradizionale. Entrambe queste posizioni appaiono oggi insufficienti. La questione centrale non è introdurre più tecnologia nella scuola, ma comprendere il significato culturale della rivoluzione digitale.

Per molti anni l'educazione informatica è stata interpretata quasi esclusivamente come alfabetizzazione tecnologica: usare software, navigare in rete, compilare documenti, utilizzare piattaforme. Oggi questo approccio non basta più. Una società che sa usare tecnologie senza comprenderle è una società culturalmente dipendente. Gli algoritmi che organizzano informazioni, orientano consumi, influenzano opinioni politiche e governano piattaforme digitali non sono strumenti neutrali. Incorporano modelli culturali, interessi economici e strutture di potere. Per questo motivo l'informatica deve diventare parte della nuova alfabetizzazione critica del XXI secolo.Comprendere il digitale significa oggi comprendere il rapporto tra dati e potere, il funzionamento degli algoritmi, i limiti dell'automazione, il significato dell'intelligenza artificiale, la trasformazione del lavoro cognitivo e il ruolo delle piattaforme nella democrazia contemporanea. La scuola non può limitarsi a formare utenti efficienti di strumenti digitali. Deve formare cittadini capaci di comprendere criticamente la società algoritmica. Ed è qui che emerge il conflitto più profondo.

La scuola novecentesca era stata costruita per un mondo relativamente stabile, caratterizzato da conoscenze lente, professioni durevoli, tecnologie prevedibili e accesso limitato all'informazione. La società contemporanea è invece dominata dall'accelerazione continua, dall'automazione cognitiva, dai flussi informativi permanenti e dalla trasformazione incessante delle competenze. L'intelligenza artificiale rende evidente questa frattura storica. Se una macchina può produrre contenuti complessi, allora il valore specificamente umano dell'educazione non può più coincidere con la semplice riproduzione delle informazioni. Diventano centrali il pensiero critico, la creatività autentica, la capacità di formulare problemi, la comprensione interdisciplinare e la responsabilità etica. L'informatica assume così una funzione nuova. Non è soltanto una disciplina tecnica. Diventa uno dei linguaggi fondamentali della contemporaneità, al pari della matematica e delle scienze.

Questo contributo nasce precisamente da questa consapevolezza. Non vuole essere un manuale tecnico sull'insegnamento dell'informatica né una celebrazione ingenua della tecnologia. Vuole piuttosto riflettere

su una domanda decisiva per il futuro della scuola europea: come educare esseri umani liberi, critici e consapevoli dentro una società sempre più governata da algoritmi, piattaforme e sistemi intelligenti? La questione riguarda certamente l'informatica. Ma riguarda ancora di più il futuro della democrazia culturale.

Capitolo 1 — La fine della scuola novecentesca

1. Una scuola costruita per il mondo industriale

La scuola nella quale viviamo oggi è, in larga misura, una costruzione del Novecento. Le sue strutture profonde — l'organizzazione delle discipline, la scansione del tempo scolastico, la centralità della lezione frontale, la divisione per età, i programmi standardizzati, il rapporto gerarchico tra docente e studente — nascono all'interno della società industriale europea tra la fine dell'Ottocento e il secolo successivo.

Quella scuola aveva una missione chiara: alfabetizzare masse sempre più ampie di popolazione, costruire identità nazionali condivise e formare lavoratori capaci di inserirsi in sistemi produttivi relativamente stabili. Era una scuola pensata per una società nella quale il sapere evolveva lentamente, le professioni cambiavano poco e l'accesso all'informazione era limitato. Per decenni quel modello ha funzionato. Ha prodotto mobilità sociale, crescita economica e democratizzazione culturale. In molti paesi europei la scuola novecentesca ha rappresentato il principale ascensore sociale del dopoguerra. La conoscenza scolastica coincideva in larga misura con il sapere necessario per partecipare alla vita economica e civile.Oggi, tuttavia, molti dei presupposti su cui quel modello era costruito stanno rapidamente scomparendo.

La rivoluzione digitale non ha semplicemente introdotto nuovi strumenti tecnologici; ha modificato il rapporto stesso tra esseri umani, conoscenza e potere. Internet, smartphone, piattaforme globali e intelligenza artificiale hanno creato un ambiente informazionale radicalmente diverso da quello nel quale nacque la scuola moderna. Per la prima volta nella storia l'accesso all'informazione non rappresenta più il problema principale. Qualunque studente possiede oggi, attraverso uno smartphone, una quantità di informazioni immensamente superiore a quella disponibile in una biblioteca scolastica di pochi decenni fa. Il problema non è più trovare informazioni, ma comprenderle, selezionarle, verificarle e interpretarle criticamente. Questo cambiamento mette in crisi il cuore stesso della scuola trasmissiva.

Se la funzione della scuola era principalmente trasmettere contenuti, cosa accade quando i contenuti diventano immediatamente accessibili? Se le macchine possono produrre testi, traduzioni, immagini e sintesi in pochi secondi, quale significato assume ancora l'apprendimento? La questione è molto più radicale di quanto spesso si pensi. Non riguarda soltanto la didattica o l'introduzione delle tecnologie nelle aule. Riguarda il modello culturale della scuola.

2. L'irruzione della società algoritmica

Negli ultimi vent'anni la società è diventata progressivamente algoritmica. Una parte crescente delle nostre vite viene mediata da sistemi automatici che raccolgono dati, elaborano informazioni e orientano comportamenti. Gli algoritmi decidono quali notizie leggiamo, quali contenuti vediamo sui social network, quali prodotti acquistiamo, quali percorsi seguiamo nelle città, quali pubblicità riceviamo e, sempre più spesso, quali opportunità ci vengono offerte. La caratteristica più sorprendente di questa trasformazione è la sua invisibilità.

Le grandi macchine della rivoluzione industriale erano fisicamente presenti: fabbriche, motori, catene di montaggio. Gli algoritmi invece operano silenziosamente. Agiscono dentro piattaforme apparentemente neutre, nascondendosi dietro interfacce semplici e intuitive. La maggior parte delle persone utilizza quotidianamente sistemi computazionali estremamente sofisticati senza avere alcuna idea del loro funzionamento. Questa situazione produce una frattura culturale enorme. Nel Novecento alfabetizzare significava insegnare a leggere, scrivere e calcolare. Oggi ciò non basta più. Un cittadino incapace di comprendere almeno i principi fondamentali del mondo digitale rischia di diventare dipendente da sistemi che non è in grado né di controllare né di interpretare.

La questione non riguarda soltanto il lavoro o la competitività economica. Riguarda la qualità stessa della democrazia. Una società nella quale le decisioni collettive vengono progressivamente influenzate da piattaforme opache e sistemi automatici richiede cittadini capaci di comprendere il rapporto tra dati, algoritmi e potere. Ed è qui che la scuola entra in crisi. La scuola novecentesca era stata progettata per trasmettere conoscenze relativamente stabili. La società algoritmica, invece, cambia continuamente linguaggi, strumenti e modelli cognitivi. I contenuti diventano rapidamente obsoleti. Le competenze tecniche si trasformano nel giro di pochi anni. Di conseguenza, il problema educativo non può più essere soltanto l'accumulazione delle conoscenze. Diventa centrale la capacità di comprendere sistemi complessi, interpretare il cambiamento e apprendere continuamente.

3. Dalla memoria alla comprensione

Per secoli la scuola si è basata sulla centralità della memoria. Memorizzare date, formule, definizioni e procedure rappresentava una componente essenziale dell'apprendimento. In una società con accesso limitato ai testi e alle informazioni, la memoria costituiva uno strumento fondamentale di partecipazione culturale. La rivoluzione digitale modifica profondamente questa situazione. Oggi una quantità enorme di conoscenze è disponibile istantaneamente. L'intelligenza artificiale generativa rende persino possibile ottenere sintesi, spiegazioni e testi completi in pochi secondi. Questo non significa che la memoria diventi inutile. Significa però che cambia il suo ruolo.

Il valore educativo si sposta progressivamente dalla semplice conservazione delle informazioni alla capacità di comprenderle criticamente. Diventa più importante saper formulare domande che ricordare

automaticamente risposte. Paradossalmente, proprio l'abbondanza informativa rende ancora più necessarie competenze culturali profonde. In un ambiente dominato da flussi continui di contenuti, il rischio principale non è l'ignoranza, ma la confusione. Gli studenti devono imparare a distinguere tra informazione e conoscenza, tra correlazione e spiegazione, tra autorevolezza reale e semplice visibilità algoritmica. La scuola dovrebbe quindi trasformarsi da luogo della trasmissione a luogo dell'interpretazione. Questo cambiamento modifica inevitabilmente anche il ruolo dell'insegnante. Il docente non è più soltanto colui che possiede informazioni che gli studenti non hanno. Diventa guida culturale, mediatore critico e progettista di percorsi cognitivi. È una trasformazione difficile. Molti insegnanti hanno la sensazione che il digitale stia indebolendo l'autorità tradizionale della scuola. In parte è vero. Ma proprio per questo la funzione educativa può diventare ancora più importante. In una società dominata da piattaforme commerciali e automazione cognitiva, la scuola rimane uno dei pochi spazi pubblici dedicati alla costruzione critica del sapere.

4. L'intelligenza artificiale cambia il significato dell'apprendimento

L'arrivo dell'intelligenza artificiale generativa rappresenta probabilmente il punto di rottura definitivo del modello scolastico tradizionale. Per molti anni il digitale era stato percepito soprattutto come uno strumento operativo. I computer servivano principalmente a scrivere testi, fare ricerche, costruire presentazioni o utilizzare software specialistici. L'intelligenza artificiale modifica radicalmente questa prospettiva perché entra direttamente nel cuore dei processi cognitivi. Oggi una macchina è in grado di scrivere un tema, tradurre un testo, sintetizzare un libro, produrre immagini, generare codice, risolvere problemi matematici e costruire contenuti articolati in pochi secondi. Molte attività tradizionalmente utilizzate dalla scuola per valutare l'apprendimento diventano così improvvisamente automatizzabili. La reazione più immediata è spesso difensiva: vietare, controllare, limitare, sospettare. Ma sarebbe un errore storico interpretare l'intelligenza artificiale soltanto come una minaccia.

L'AI costringe infatti la scuola a interrogarsi sulle proprie finalità profonde. Se una macchina può produrre contenuti complessi, allora il valore specificamente umano dell'educazione non può più coincidere con la semplice riproduzione delle informazioni. Diventano centrali il pensiero critico, la creatività autentica, la capacità di costruire significato, il ragionamento interdisciplinare, la comprensione etica e la formulazione di problemi complessi. L'intelligenza artificiale non rende inutile la scuola. Rende invece obsoleta una certa idea di scuola: quella costruita principalmente sulla trasmissione e sulla ripetizione del sapere.

5. Educare nell'epoca dell'automazione cognitiva

La grande sfida educativa del XXI secolo consiste probabilmente nell'evitare che l'automazione tecnologica produca passività culturale. Ogni tecnologia potente tende infatti a delegare all'esterno alcune capacità umane. L'automobile riduce il cammino, il navigatore indebolisce l'orientamento spaziale e l'intelligenza artificiale rischia di ridurre l'autonomia cognitiva. Se gli studenti si limitano a utilizzare sistemi intelligenti

senza comprenderli, la scuola rischia di produrre individui tecnologicamente competenti ma culturalmente dipendenti. Per questo motivo il problema dell'informatica non può essere ridotto al semplice uso delle tecnologie. La vera questione è comprendere il mondo digitale.

Comprendere il digitale significa capire come funzionano gli algoritmi, come vengono utilizzati i dati, quali logiche governano le piattaforme, quali limiti possiede l'automazione e quali rapporti esistono tra tecnologia, economia e democrazia. L'informatica assume così una funzione nuova. Non è più soltanto una disciplina tecnica, ma una forma di alfabetizzazione critica della contemporaneità. La scuola del futuro dovrà quindi formare non semplici utenti di strumenti digitali, ma cittadini capaci di comprendere, progettare e governare criticamente la società algoritmica. Ed è proprio da questa esigenza che nasce la necessità di ripensare radicalmente il ruolo dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali.

Capitolo 2 — Chi governa gli algoritmi governa la società

1. Dati, algoritmi e nuovi centri di potere

Per comprendere perché l'informatica sia diventata una questione educativa centrale, occorre prima comprendere come sia cambiata la struttura del potere nella società contemporanea. Per secoli il potere economico e politico si è fondato principalmente sul controllo della terra, delle risorse naturali, delle infrastrutture produttive o del capitale finanziario. La rivoluzione digitale ha introdotto un nuovo elemento strategico: il controllo dell'informazione. Le grandi piattaforme tecnologiche globali raccolgono oggi quantità immense di dati relativi ai comportamenti individuali. Ogni ricerca online, ogni acquisto, ogni spostamento, ogni interazione social, ogni contenuto visualizzato produce informazioni che vengono registrate, elaborate e trasformate in modelli predittivi.

I dati sono diventati il nuovo carburante dell'economia digitale. Ma il vero potere non risiede soltanto nella raccolta dei dati. Risiede soprattutto nella capacità di interpretarli attraverso algoritmi sempre più sofisticati. Gli algoritmi rappresentano oggi il cuore invisibile della società contemporanea. Essi selezionano contenuti, orientano consumi, filtrano informazioni, suggeriscono relazioni, prevedono comportamenti e influenzano decisioni collettive. La loro forza deriva anche dalla loro invisibilità. Le piattaforme digitali appaiono spesso come strumenti neutri e semplici da utilizzare. In realtà dietro quelle interfacce intuitive operano sistemi computazionali estremamente complessi, progettati per massimizzare attenzione, coinvolgimento e permanenza degli utenti. Il problema fondamentale è che la maggior parte delle persone utilizza quotidianamente questi sistemi senza comprenderne il funzionamento. Per la prima volta nella storia una parte crescente dell'esperienza sociale, culturale e politica viene mediata da infrastrutture algoritmiche controllate da soggetti privati globali. Questo modifica profondamente il rapporto tra cittadini, conoscenza e potere.

Nel Novecento il potere culturale passava principalmente attraverso istituzioni riconoscibili: scuola, università, giornali, partiti politici, televisioni pubbliche. Oggi una parte crescente della formazione

dell'opinione pubblica passa attraverso piattaforme private governate da logiche algoritmiche opache. È una trasformazione enorme, e spesso sottovalutata. Quando un algoritmo decide quali notizie mostrare, quali contenuti rendere visibili o quali temi far emergere nel dibattito pubblico, esso esercita inevitabilmente una forma di potere culturale e politico. La questione non riguarda soltanto la tecnologia. Riguarda la struttura stessa della democrazia contemporanea.

2. La democrazia nell'epoca delle piattaforme

Per molto tempo internet era stato immaginato come uno spazio di libertà diffusa, accesso universale alla conoscenza e democratizzazione dell'informazione. In parte questa promessa si è realizzata. Mai nella storia umana così tante persone hanno avuto accesso a una quantità così ampia di contenuti, strumenti e possibilità comunicative. Tuttavia, la maturazione dell'ecosistema digitale ha prodotto effetti molto più ambigui. Le piattaforme contemporanee non si limitano a ospitare informazioni. Esse organizzano l'attenzione collettiva. Decidono quali contenuti privilegiare, quali relazioni rendere visibili e quali messaggi amplificare. La società digitale non è semplicemente una società con più informazioni; è una società nella quale l'accesso all'informazione è costantemente mediato da algoritmi.

Questo cambia profondamente il funzionamento della sfera pubblica. Nel modello democratico classico il pluralismo si fondava almeno in parte sulla molteplicità delle fonti informative e sulla trasparenza relativa dei processi editoriali. Nella società delle piattaforme, invece, gran parte della selezione delle informazioni avviene attraverso meccanismi automatici difficili da comprendere persino per gli specialisti. La logica dominante non è quella della qualità culturale o della rilevanza democratica, ma quella dell'ottimizzazione dell'attenzione. I contenuti vengono selezionati perché generano coinvolgimento emotivo, permanenza online e interazione continua.

Questo produce conseguenze profonde. La polarizzazione del dibattito pubblico, la diffusione della disinformazione, la velocità delle campagne manipolative e il successo delle fake news non sono semplicemente effetti collaterali accidentali. Sono anche il risultato di un ecosistema algoritmico progettato per massimizzare l'intensità dell'interazione. In questo contesto la cittadinanza democratica richiede competenze completamente nuove. Non basta più saper leggere e scrivere nel senso tradizionale del termine. Occorre comprendere come funzionano le piattaforme, quali logiche economiche le governano, come vengono raccolti e utilizzati i dati e in che modo gli algoritmi influenzano la costruzione dell'opinione pubblica. L'alfabetizzazione digitale assume così una dimensione politica. La scuola non può ignorare questa trasformazione. Se gli studenti trascorrono una parte crescente della propria vita dentro ambienti algoritmici, allora comprendere quei sistemi diventa parte essenziale della formazione democratica.

3. Algoritmi invisibili e manipolazione dell'attenzione

Uno degli aspetti più inquietanti della società algoritmica è la progressiva invisibilità dei meccanismi di controllo. Nel passato le forme di potere erano generalmente riconoscibili. Le istituzioni politiche,

economiche e culturali possedevano strutture relativamente visibili. Oggi, invece, una parte crescente delle decisioni che influenzano la vita quotidiana viene delegata a sistemi automatici opachi. Gli algoritmi che regolano social network, motori di ricerca, piattaforme video o sistemi pubblicitari operano silenziosamente. L'utente percepisce soltanto il risultato finale: il contenuto che appare sullo schermo, il suggerimento ricevuto, la notizia visualizzata.Ma dietro quella apparente semplicità esistono modelli matematici estremamente sofisticati costruiti per prevedere e orientare comportamenti.

La vera materia prima della società digitale è l'attenzione umana. Le piattaforme competono continuamente per catturare tempo cognitivo. Ogni click, ogni visualizzazione e ogni interazione diventano dati utilizzabili per perfezionare ulteriormente i modelli predittivi. Si crea così un circuito nel quale gli algoritmi imparano progressivamente a conoscere desideri, paure, preferenze e fragilità degli utenti.

Questo produce una trasformazione antropologica significativa. L'essere umano contemporaneo vive immerso in un ambiente informazionale continuamente personalizzato. Due persone diverse non vedono più necessariamente lo stesso mondo digitale. Gli algoritmi costruiscono esperienze informative differenti sulla base dei dati raccolti. La conseguenza è una progressiva frammentazione dello spazio pubblico.

La scuola dovrebbe affrontare apertamente questi problemi. Non per demonizzare la tecnologia, ma per sviluppare consapevolezza critica. Gli studenti devono comprendere che le piattaforme non sono semplici strumenti neutrali. Sono ecosistemi economici e culturali progettati per orientare attenzione e comportamento. Senza questa comprensione, il rischio è la formazione di cittadini formalmente connessi ma sostanzialmente passivi.

4. Perché l'informatica è una questione politica

Per molti anni l'informatica è stata percepita soprattutto come disciplina tecnica. Si pensava che riguardasse principalmente computer, software, programmazione e infrastrutture tecnologiche. Oggi questa visione appare insufficiente. L'informatica è diventata una questione politica nel senso più profondo del termine, perché le infrastrutture digitali organizzano ormai una parte crescente della vita collettiva. Esse influenzano il lavoro, l'informazione, la comunicazione, il consumo, l'educazione e perfino la partecipazione democratica.

Gli algoritmi non sono neutri. Ogni sistema computazionale incorpora inevitabilmente scelte progettuali, priorità economiche e modelli culturali. Anche l'intelligenza artificiale riflette questo problema. I sistemi di AI apprendono da enormi quantità di dati storici e tendono quindi a riprodurre strutture culturali già presenti nella società. Bias, discriminazioni e squilibri non vengono eliminati automaticamente dalla tecnologia; spesso vengono amplificati. Per questo motivo comprendere il funzionamento dei sistemi digitali non può essere considerata una competenza riservata agli specialisti. Diventa una forma di cittadinanza. La scuola dovrebbe aiutare gli studenti a comprendere il rapporto tra tecnologia e potere nello stesso modo in cui insegna il funzionamento delle istituzioni democratiche, dei sistemi economici o della storia politica. In

assenza di questa consapevolezza, la società rischia di delegare progressivamente decisioni fondamentali a sistemi automatici che pochi comprendono realmente.

5. Sovranità digitale e cittadinanza

Negli ultimi anni è emerso con sempre maggiore forza il tema della sovranità digitale. Gran parte delle infrastrutture tecnologiche utilizzate quotidianamente in Europa appartiene infatti a grandi corporation extraeuropee. Motori di ricerca, social network, piattaforme cloud, sistemi operativi e modelli di intelligenza artificiale sono controllati principalmente da soggetti privati statunitensi o, in prospettiva crescente, cinesi. Questa situazione crea una nuova forma di dipendenza culturale e tecnologica. La questione non riguarda soltanto il mercato o la competitività industriale. Riguarda la capacità di una società di comprendere e governare gli strumenti che organizzano la propria vita collettiva.

Una popolazione incapace di comprendere il funzionamento dei sistemi digitali rischia inevitabilmente di subirli passivamente. Per questo motivo la scuola assume oggi un ruolo strategico. Educare all'informatica significa anche costruire autonomia culturale. Significa formare cittadini capaci di comprendere il mondo digitale invece di limitarsi a consumarlo. La vera posta in gioco non è semplicemente l'acquisizione di competenze tecniche. È la possibilità di mantenere uno spazio di libertà critica dentro una società sempre più organizzata da algoritmi, dati e sistemi intelligenti. L'informatica scolastica non dovrebbe quindi limitarsi a insegnare l'uso degli strumenti digitali. Dovrebbe contribuire alla formazione di una nuova cittadinanza democratica, capace di comprendere il rapporto tra tecnologia, potere e libertà nella società contemporanea.

Capitolo 3 — L'intelligenza artificiale e la crisi del sapere scolastico

1. ChatGPT e la fine del compito tradizionale

L'arrivo dei sistemi di intelligenza artificiale generativa ha prodotto nella scuola una delle più grandi discontinuità culturali degli ultimi decenni. Per la prima volta strumenti accessibili a chiunque sono diventati capaci di produrre testi coerenti, risolvere problemi, costruire argomentazioni, tradurre linguaggi, sintetizzare contenuti e persino simulare dialoghi complessi. Molti insegnanti hanno percepito immediatamente la portata di questa trasformazione. In pochi mesi attività scolastiche considerate per anni fondamentali — temi, relazioni, sintesi, esercizi, presentazioni — sono diventate facilmente automatizzabili. Uno studente può oggi ottenere in pochi secondi un elaborato formalmente corretto senza possedere realmente le competenze necessarie per produrlo autonomamente.

Questa situazione genera inevitabilmente smarrimento. Una parte della scuola reagisce cercando di difendere il modello tradizionale attraverso divieti, controlli o tentativi di limitazione dell'uso dell'AI. Ma il problema non può essere affrontato soltanto in termini disciplinari. L'intelligenza artificiale non rappresenta una semplice scorciatoia tecnologica. Rappresenta un cambiamento profondo del rapporto tra esseri umani

e conoscenza. Per secoli la scuola ha identificato l'apprendimento con la capacità di produrre contenuti. Scrivere un testo, risolvere un problema o sintetizzare un argomento costituivano prove relativamente affidabili del possesso di determinate competenze cognitive. Oggi questa equivalenza entra in crisi. Se una macchina può produrre risultati formalmente convincenti, allora il problema educativo non consiste più semplicemente nel verificare il prodotto finale. Diventa necessario comprendere i processi cognitivi che stanno dietro alla produzione del sapere. È una trasformazione enorme. La scuola novecentesca era costruita in larga misura sulla scarsità dell'informazione e sulla difficoltà della produzione culturale. L'intelligenza artificiale introduce invece una condizione opposta: abbondanza quasi illimitata di contenuti generabili automaticamente. Questo non significa che lo studio perda valore. Significa però che cambia radicalmente il significato dell'apprendimento.

2. Se le macchine scrivono, cosa deve fare la scuola?

La domanda che attraversa oggi il mondo dell'educazione è tanto semplice quanto destabilizzante: se le macchine possono scrivere, cosa deve fare la scuola? Per comprendere la profondità di questa domanda occorre evitare due errori opposti. Il primo consiste nel considerare l'intelligenza artificiale come una minaccia assoluta destinata a distruggere l'apprendimento umano. Il secondo consiste nell'entusiasmo ingenuo di chi immagina che l'AI possa sostituire automaticamente processi educativi complessi. Entrambe queste posizioni nascono da una comprensione superficiale del problema. Le macchine non comprendono realmente il significato dei contenuti che producono. I moderni sistemi generativi operano attraverso correlazioni statistiche apprese da enormi quantità di dati. Essi simulano efficacemente il linguaggio umano, ma non possiedono esperienza del mondo, intenzionalità o consapevolezza semantica. Eppure, questa distinzione filosofica non elimina il problema educativo. Perché, dal punto di vista pratico, i risultati prodotti dall'AI sono spesso sufficientemente convincenti da rendere inadeguati molti strumenti tradizionali di valutazione scolastica.

La scuola si trova quindi davanti a una scelta storica. Può tentare di conservare artificialmente modelli educativi pensati per un mondo precedente alla rivoluzione algoritmica, oppure può ridefinire le proprie finalità profonde. In realtà l'intelligenza artificiale rende visibile un problema che esisteva già da tempo. Molte attività scolastiche erano diventate progressivamente meccaniche e ripetitive molto prima dell'arrivo di ChatGPT. In molti casi gli studenti venivano addestrati soprattutto a riprodurre informazioni, applicare procedure standard o costruire elaborati formalmente corretti. L'AI mostra brutalmente i limiti di questo modello. Se una macchina può svolgere automaticamente attività puramente riproduttive, allora il valore specificamente umano dell'educazione deve spostarsi verso altre dimensioni: interpretazione, creatività, pensiero critico, capacità di formulare domande autentiche, comprensione interdisciplinare e responsabilità etica. Paradossalmente l'intelligenza artificiale potrebbe costringere la scuola a ritrovare la propria funzione culturale più profonda.

3. Intelligenza artificiale e creatività

Uno degli aspetti più sorprendenti dell'AI generativa riguarda il rapporto tra automazione e creatività. Per molto tempo si è pensato che le macchine potessero sostituire soprattutto attività ripetitive e standardizzate, mentre la creatività sarebbe rimasta una prerogativa esclusivamente umana. Oggi questa convinzione appare meno solida. I sistemi di intelligenza artificiale sono in grado di produrre immagini artistiche, testi letterari, musica, codice informatico e contenuti narrativi spesso molto sofisticati.

Questo fenomeno produce inevitabilmente inquietudine. Se una macchina può generare opere apparentemente creative, cosa distingue ancora la produzione umana? E soprattutto: quale ruolo può avere la scuola in un mondo nel quale la produzione di contenuti diventa automatizzabile? In realtà il problema non riguarda soltanto l'arte o la scrittura. Riguarda il significato stesso della creatività contemporanea. La creatività autentica non consiste semplicemente nella combinazione di elementi linguistici o stilistici. Essa implica esperienza, intenzionalità, capacità di attribuire significato al mondo, consapevolezza del contesto storico e responsabilità interpretativa. Le macchine possono produrre variazioni sofisticate di contenuti esistenti, ma non possiedono una relazione esistenziale con ciò che producono. Tuttavia, l'efficacia dell'AI generativa modifica inevitabilmente il lavoro intellettuale umano.

Molte professioni creative stanno già cambiando. Designer, giornalisti, programmatori, traduttori, illustratori e autori si trovano a collaborare quotidianamente con sistemi intelligenti. La scuola dovrebbe preparare gli studenti a questa nuova realtà, evitando sia il rifiuto nostalgico della tecnologia sia l'illusione che la creatività umana possa essere semplicemente sostituita. L'educazione dovrà probabilmente concentrarsi sempre più sulla capacità di dare senso, interpretare criticamente e costruire visioni originali del mondo.

4. Il rischio della dipendenza cognitiva

Ogni tecnologia potente modifica inevitabilmente il funzionamento cognitivo degli esseri umani. La scrittura ridusse il ruolo della memoria orale. La stampa trasformò il rapporto con il sapere. Internet modificò l'accesso all'informazione. L'intelligenza artificiale rischia ora di trasformare direttamente il rapporto tra esseri umani e processi cognitivi. Il rischio principale non è tanto la sostituzione completa dell'intelligenza umana quanto la progressiva delega delle funzioni cognitive fondamentali. Se gli studenti si abituassero a utilizzare continuamente sistemi automatici per scrivere, sintetizzare, tradurre, analizzare o argomentare, potrebbero progressivamente indebolire la propria autonomia intellettuale. La disponibilità immediata di risposte automatiche rischia di ridurre il tempo della riflessione, dell'approfondimento e della costruzione personale del sapere. La velocità dell'intelligenza artificiale entra infatti in tensione con i tempi lenti dell'apprendimento umano. Comprendere davvero un problema richiede spesso incertezza, errore, fatica cognitiva e rielaborazione personale. Le macchine tendono invece a eliminare proprio queste zone di attrito, offrendo risultati immediati e apparentemente completi. La scuola dovrebbe quindi affrontare apertamente il

problema della dipendenza cognitiva. Non si tratta di impedire l'uso dell'intelligenza artificiale, ma di insegnare a utilizzarla criticamente. Gli studenti devono comprendere quando l'automazione rappresenta un supporto utile e quando invece rischia di sostituire processi cognitivi essenziali. In assenza di questa consapevolezza il rischio è la formazione di individui capaci di utilizzare strumenti sofisticati ma progressivamente meno capaci di pensare autonomamente.

5. La scuola come luogo del pensiero critico

Proprio mentre le piattaforme digitali e l'intelligenza artificiale trasformano il rapporto con la conoscenza, la scuola potrebbe diventare uno dei pochi spazi sociali dedicati alla costruzione critica del sapere. Questa funzione appare oggi più importante che mai. Viviamo immersi in flussi continui di informazioni, immagini e contenuti generati automaticamente. In questo ambiente il problema non è più soltanto accedere al sapere, ma distinguere tra verità e manipolazione, tra informazione e propaganda, tra conoscenza autentica e semplice plausibilità algoritmica. La scuola dovrebbe quindi assumere una nuova centralità culturale. Non più luogo della semplice trasmissione delle informazioni, ma spazio di interpretazione critica, confronto razionale e costruzione della consapevolezza.
Questo implica anche una trasformazione del ruolo dell'insegnante. Il docente non può più essere soltanto colui che possiede informazioni che gli studenti non hanno. Diventa guida culturale, mediatore critico e progettista di percorsi cognitivi capaci di sviluppare autonomia intellettuale. L'intelligenza artificiale non elimina la necessità della scuola. La rende invece ancora più necessaria. Perché in una società governata da algoritmi e sistemi automatici, il vero problema educativo non è produrre più informazioni, ma formare esseri umani capaci di comprenderne il significato.

Parte II — Che cos'è davvero l'informatica

Capitolo 4 — L'equivoco del coding

1. Come il coding ha cambiato la scuola

Negli ultimi quindici anni il coding è diventato uno dei simboli più visibili dell'innovazione scolastica. Poche parole hanno avuto una diffusione così rapida nel dibattito educativo italiano ed europeo. Laboratori, settimane del coding, robot educativi, ambienti visuali e piattaforme digitali sono entrati progressivamente nelle scuole di ogni ordine e grado, spesso accompagnati dall'idea che programmare rappresenti la nuova alfabetizzazione del XXI secolo. Questo fenomeno non è stato privo di effetti positivi. Per molti anni la scuola aveva vissuto il digitale quasi esclusivamente come tecnologia passiva. Gli studenti imparavano soprattutto a utilizzare software progettati da altri: videoscrittura, presentazioni, fogli elettronici, piattaforme online. Il coding ha introdotto invece un'idea diversa: il computer non come semplice strumento da consumare, ma

come ambiente da progettare e controllare. Per molti bambini e ragazzi scrivere un programma, anche molto semplice, ha rappresentato la scoperta che il digitale non è magia, ma costruzione umana. Attraverso ambienti come Scratch o la robotica educativa, molti studenti hanno iniziato a sviluppare intuizioni importanti sulla logica, sulla sequenzialità dei processi e sul rapporto tra istruzioni e comportamento delle macchine.
Il coding ha inoltre avuto il merito di reintrodurre nella scuola una dimensione laboratoriale spesso trascurata. Programmare significa sperimentare, verificare errori, correggere procedure, costruire soluzioni. In questo senso il coding ha contribuito a diffondere metodologie didattiche più attive e partecipative. Esso ha avuto anche un forte valore simbolico. In una società dominata dalle tecnologie digitali, il coding è apparso a molti come uno strumento di emancipazione culturale. Non limitarsi a utilizzare applicazioni costruite da altri, ma imparare almeno in parte a comprenderne la logica interna. Tuttavia, proprio il grande successo del coding ha generato un equivoco profondo: l'idea che il coding coincida con l'informatica. Ed è qui che iniziano i problemi.

2. Perché il coding non basta

Ridurre l'informatica al coding significa ridurre una disciplina scientifica complessa a una singola attività tecnica. È un po' come identificare la matematica con il semplice calcolo aritmetico o la letteratura con l'ortografia. La programmazione rappresenta certamente una componente importante dell'informatica, ma non esaurisce minimamente la natura culturale e scientifica della disciplina. Molte attività di coding scolastico rischiano infatti di rimanere superficiali. Gli studenti imparano a muovere personaggi sullo schermo, costruire semplici giochi o assemblare blocchi logici senza sviluppare una reale comprensione dei sistemi computazionali. In questi casi il coding diventa una sorta di nuova educazione tecnica semplificata, spesso più vicina all'intrattenimento tecnologico che alla formazione scientifica. Il problema non riguarda il coding in sé, ma il modo in cui viene interpretato. Quando il coding viene presentato come obiettivo finale dell'educazione informatica, la scuola rischia di perdere di vista questioni molto più profonde: che cos'è un algoritmo? Come funzionano i dati? In che modo le piattaforme organizzano l'informazione? Qual è il rapporto tra automazione e società? Come opera l'intelligenza artificiale? L'informatica contemporanea non riguarda soltanto la scrittura di codice. Riguarda la costruzione di modelli, la gestione dell'informazione, la simulazione della realtà, il funzionamento delle reti, la cybersecurity, l'intelligenza artificiale e il rapporto tra dati e potere.
Il rischio culturale è enorme. Una scuola che riduce l'informatica al coding potrebbe produrre studenti capaci di utilizzare strumenti di programmazione elementare ma incapaci di comprendere realmente il mondo digitale nel quale vivono.
L'equivoco appare ancora più evidente oggi, nell'epoca dell'intelligenza artificiale generativa. Se una macchina può produrre automaticamente codice informatico, allora il valore educativo non può più coincidere semplicemente con l'apprendimento della sintassi di un linguaggio di programmazione. Diventa invece

centrale comprendere problemi, progettare sistemi, interpretare risultati e valutare criticamente il comportamento delle tecnologie.

3. Programmare non significa comprendere

Esiste una differenza fondamentale tra saper programmare e comprendere l'informatica.
Molti studenti riescono oggi a costruire piccoli programmi senza possedere alcuna idea del funzionamento reale dei sistemi computazionali. Allo stesso modo milioni di persone guidano quotidianamente un'automobile senza conoscere la meccanica che ne permette il funzionamento. La scuola dovrebbe evitare questa stessa semplificazione nel rapporto con il digitale. Programmare può certamente sviluppare capacità logiche e progettuali. Ma se il coding rimane confinato a esercizi procedurali, esso rischia di produrre una forma di alfabetizzazione estremamente limitata.
Comprendere l'informatica significa invece comprendere che dietro ogni sistema digitale esistono modelli astratti, strutture dati, algoritmi, reti, architetture computazionali e logiche di rappresentazione dell'informazione. Significa comprendere che le piattaforme non sono semplici strumenti neutri, ma ecosistemi complessi che incorporano scelte economiche, culturali e politiche. L'informatica è una scienza della rappresentazione e dell'elaborazione dell'informazione. La programmazione costituisce soltanto uno dei linguaggi attraverso cui questa scienza si esprime. Il problema educativo centrale non è quindi insegnare semplicemente a scrivere codice, ma sviluppare una forma mentis capace di comprendere processi, relazioni e sistemi complessi. Questo sposta profondamente la prospettiva pedagogica. Il coding non dovrebbe essere presentato come fine, ma come possibile strumento introduttivo verso una comprensione più ampia del paradigma computazionale.

4. Il rischio dell'informatica ridotta a laboratorio

Negli ultimi anni molte scuole hanno affrontato il tema dell'informatica attraverso attività extracurricolari, laboratori occasionali o progetti speciali. In parte ciò è stato inevitabile, data l'assenza storica di una reale presenza strutturata dell'informatica nei curricoli italiani. Tuttavia, questo approccio ha prodotto un effetto collaterale significativo: l'informatica è stata spesso percepita come qualcosa di separato dalla cultura generale della scuola. Un laboratorio di coding il pomeriggio, una settimana dedicata alla robotica o qualche attività sulla sicurezza online rappresentano certamente iniziative utili, ma da sole non bastano a costruire una vera educazione informatica. Il rischio è quello di trasformare il digitale in una sorta di appendice tecnologica del curricolo, senza incidere realmente sul modello culturale dell'educazione. L'informatica non può essere confinata in uno spazio marginale o puramente laboratoriale. La rivoluzione digitale ha modificato il funzionamento stesso della conoscenza contemporanea. Essa attraversa ormai matematica, fisica, biologia, economia, comunicazione, arte e scienze sociali. Per questo motivo l'informatica dovrebbe diventare parte integrante della formazione culturale generale. Ciò non significa che ogni disciplina debba

trasformarsi in informatica. Significa piuttosto riconoscere che il paradigma computazionale costituisce oggi uno dei linguaggi fondamentali della contemporaneità. La scuola italiana fatica ancora a compiere questo passaggio. Molto spesso il digitale viene affrontato come semplice aggiornamento tecnologico, mentre la vera trasformazione riguarda il modo stesso in cui la società produce conoscenza, organizza informazioni e costruisce relazioni sociali.

5. Dalla sintassi alla comprensione dei sistemi

La vera sfida educativa consiste quindi nel passare dalla sintassi alla comprensione dei sistemi. Per molti anni l'educazione informatica si è concentrata soprattutto sugli strumenti: imparare un linguaggio, utilizzare una piattaforma o conoscere un software. Ma nella società contemporanea gli strumenti cambiano rapidamente. Linguaggi e applicazioni diventano obsoleti nel giro di pochi anni. Ciò che rimane stabile è invece la capacità di comprendere strutture profonde. Comprendere un sistema digitale significa capire come interagiscono dati, algoritmi, reti e processi decisionali. Significa comprendere che ogni piattaforma rappresenta un ecosistema complesso nel quale dimensioni tecnologiche, economiche e culturali si intrecciano continuamente. Questo approccio modifica radicalmente anche il significato del pensiero computazionale. Il pensiero computazionale non dovrebbe essere interpretato come semplice addestramento alla programmazione, ma come capacità di leggere la complessità del mondo attraverso modelli, relazioni e processi. In questa prospettiva l'informatica dialoga naturalmente con la matematica, le scienze, la filosofia, l'economia, i linguaggi, l'arte e l'educazione civica. La scuola del futuro dovrà probabilmente insegnare meno sintassi e più comprensione sistemica. Perché il problema centrale non sarà più semplicemente utilizzare tecnologie digitali, ma comprendere una società sempre più organizzata da sistemi computazionali invisibili. Ed è proprio qui che il coding mostra contemporaneamente il suo valore e il suo limite. Esso può rappresentare un primo accesso alla logica del digitale, ma non può essere scambiato per l'informatica stessa. L'informatica, oggi, è molto di più.

Capitolo 5 — Informatica: una nuova forma di pensiero

1. Algoritmi, dati e modelli

Per comprendere davvero che cosa sia oggi l'informatica occorre liberarsi da un equivoco molto diffuso: l'idea che essa coincida principalmente con i computer. I computer rappresentano soltanto la manifestazione materiale di qualcosa di molto più profondo. L'informatica contemporanea riguarda infatti il modo in cui le informazioni vengono rappresentate, organizzate, trasformate e utilizzate. Al centro di questo paradigma si trovano tre concetti fondamentali: dati, algoritmi e modelli. I dati costituiscono la materia prima della società digitale. Ogni attività umana produce ormai informazioni trasformabili in dati: movimenti, comunicazioni,

acquisti, immagini, testi, preferenze, relazioni sociali. La società contemporanea genera quantità di dati immensamente superiori a qualsiasi epoca precedente.

Ma i dati da soli non significano nulla. Per acquisire significato devono essere organizzati e interpretati attraverso algoritmi. Un algoritmo è una procedura capace di trasformare informazioni iniziali in risultati finali mediante una sequenza definita di operazioni. Gli algoritmi non appartengono soltanto all'informatica: esistono da secoli nella matematica, nella logica e persino nelle attività quotidiane. Tuttavia, la rivoluzione digitale ha trasformato gli algoritmi nel principale meccanismo di organizzazione della realtà contemporanea. Essi decidono quali contenuti visualizziamo sui social network, suggeriscono prodotti, classificano informazioni, gestiscono flussi finanziari, orientano sistemi logistici e controllano infrastrutture critiche.

Il terzo elemento fondamentale è rappresentato dai modelli. L'informatica contemporanea non si limita infatti a elaborare dati; costruisce rappresentazioni astratte della realtà. Un modello computazionale è una semplificazione del mondo costruita per essere elaborata da una macchina. Attraverso questi modelli è possibile simulare fenomeni fisici, sistemi biologici, reti sociali, mercati economici e processi cognitivi. L'intelligenza artificiale rappresenta oggi il punto più avanzato di questa evoluzione. I sistemi di machine learning costruiscono modelli matematici capaci di riconoscere correlazioni e produrre previsioni attraverso enormi quantità di dati. La vera rivoluzione culturale dell'informatica nasce proprio qui: dalla capacità di rappresentare il mondo attraverso strutture computazionali. La scuola dovrebbe aiutare gli studenti a comprendere questa trasformazione. Non si tratta semplicemente di imparare a usare tecnologie digitali, ma di comprendere il nuovo linguaggio attraverso cui la società contemporanea organizza la conoscenza.

2. Il pensiero computazionale

Negli ultimi anni il concetto di pensiero computazionale è diventato centrale nel dibattito educativo internazionale. Tuttavia, esso viene spesso interpretato in modo riduttivo, quasi come sinonimo di coding o programmazione elementare. In realtà il pensiero computazionale è qualcosa di molto più ampio. Esso rappresenta una modalità di affrontare problemi complessi attraverso processi di analisi, scomposizione, modellizzazione e costruzione di procedure. Significa imparare a riconoscere strutture, relazioni e regolarità all'interno della complessità. Il pensiero computazionale non coincide con la programmazione. Programmare rappresenta soltanto una delle possibili applicazioni di una forma mentis più generale. Uno studente può imparare la sintassi di un linguaggio senza sviluppare un reale pensiero computazionale. Al contrario, è possibile sviluppare intuizioni computazionali profonde anche senza utilizzare direttamente un computer.

Il vero nucleo del pensiero computazionale consiste nella capacità di astrarre problemi, individuare relazioni, costruire modelli, analizzare sistemi e progettare processi. Questa modalità di pensiero possiede una portata culturale enorme perché non riguarda soltanto l'informatica. Essa dialoga naturalmente con la matematica, la fisica, la biologia, l'economia, la filosofia e persino con le scienze umane. La società contemporanea è caratterizzata da sistemi sempre più complessi e interconnessi. Cambiamento climatico, reti sociali,

economia globale, intelligenza artificiale e cybersecurity sono problemi che non possono essere compresi attraverso modelli lineari semplici. Il pensiero computazionale offre strumenti per affrontare questa complessità. La scuola dovrebbe quindi evitare di trasformarlo in una semplice tecnica specialistica. Esso rappresenta invece una nuova forma di alfabetizzazione cognitiva capace di integrare logica, creatività e capacità sistemica.

3. Simulazione e rappresentazione della realtà

Uno degli aspetti più rivoluzionari dell'informatica contemporanea è la capacità di simulare la realtà. Per secoli la conoscenza scientifica si è basata principalmente su osservazione, sperimentazione e formalizzazione matematica. Il paradigma computazionale introduce una dimensione nuova: la possibilità di costruire modelli eseguibili capaci di riprodurre dinamicamente fenomeni complessi. Questo cambia profondamente il modo stesso di fare scienza. Attraverso simulazioni computazionali oggi è possibile studiare fenomeni climatici, sistemi biologici, evoluzioni cosmologiche, reti economiche o dinamiche sociali che sarebbero impossibili da osservare direttamente. La simulazione modifica anche il rapporto tra teoria e pratica. Un modello computazionale non è soltanto una descrizione astratta; è un sistema capace di produrre comportamenti osservabili.

La scuola dovrebbe valorizzare molto di più questa dimensione. Gli studenti non dovrebbero limitarsi a memorizzare formule o definizioni statiche. Potrebbero invece esplorare fenomeni dinamici attraverso simulazioni, visualizzazioni e modelli computazionali. Questo approccio favorisce comprensione sistemica e interdisciplinarità. L'informatica permette infatti di collegare matematica, fisica, biologia, economia e scienze sociali dentro ambienti di simulazione condivisi. La realtà contemporanea appare sempre meno separabile in discipline isolate e sempre più interpretabile come rete di sistemi complessi interconnessi. In questo senso l'informatica non è soltanto una nuova tecnologia. È una nuova forma di rappresentazione del mondo.

4. Informatica e matematica

Uno dei conflitti più significativi emersi durante il dibattito sulle nuove Indicazioni Nazionali riguarda il rapporto tra matematica e informatica. Molti matematici temono che l'introduzione dell'informatica possa ridurre ulteriormente gli spazi della matematica scolastica. Questa preoccupazione non è priva di fondamento, soprattutto in un sistema educativo nel quale il tempo curricolare è limitato.

Ma il problema è spesso impostato male. Informatica e matematica non sono discipline antagoniste. Al contrario, condividono strutture profonde e si sono sviluppate storicamente in stretta relazione reciproca. L'informatica nasce in larga misura dalla matematica. Algoritmi, logica, teoria della computazione, strutture formali e modellizzazione possiedono radici matematiche molto profonde. Allo stesso tempo l'informatica modifica profondamente anche il modo di fare matematica. La simulazione computazionale, l'analisi dei dati, il calcolo simbolico e l'intelligenza artificiale stanno trasformando numerosi settori della ricerca matematica

contemporanea. La scuola dovrebbe quindi superare la contrapposizione artificiale tra queste discipline. L'obiettivo non deve essere sostituire matematica con informatica, ma costruire un dialogo più profondo tra pensiero matematico e paradigma computazionale. Entrambi rappresentano oggi linguaggi fondamentali della contemporaneità. La matematica fornisce rigore, astrazione e capacità dimostrativa. L'informatica aggiunge dinamica, simulazione e gestione della complessità. Separarle rigidamente rischia di impoverire entrambe.

5. L'informatica come disciplina culturale

Il punto forse più importante è comprendere che l'informatica non è semplicemente una disciplina tecnica. Essa rappresenta una delle grandi trasformazioni culturali della modernità contemporanea. Così come la matematica ha modificato il modo di interpretare il mondo fisico e le scienze sperimentali hanno trasformato il rapporto con la natura, l'informatica sta modificando il rapporto tra esseri umani, conoscenza e realtà. Il paradigma computazionale attraversa ormai l'economia, la comunicazione, la medicina, l'arte, la ricerca scientifica, la politica e l'organizzazione sociale. Non comprendere l'informatica significa oggi non comprendere una parte crescente del mondo contemporaneo.
Per questo motivo la scuola dovrebbe riconoscere all'informatica una piena dignità culturale. Non si tratta soltanto di preparare futuri specialisti ICT o programmatori. Si tratta piuttosto di fornire a tutti gli studenti strumenti cognitivi capaci di aiutarli a comprendere la società algoritmica nella quale vivono. L'informatica dovrebbe quindi entrare nella scuola non come semplice aggiornamento tecnico, ma come nuova alfabetizzazione critica della contemporaneità. Il vero problema educativo non è insegnare a usare macchine sempre più sofisticate. È insegnare a comprendere il significato culturale del mondo che quelle macchine stanno costruendo.

Capitolo 6 — L'informatica tra scienza, filosofia e società

1. Il problema dell'intelligenza artificiale

Per molti anni l'informatica è stata considerata soprattutto una disciplina tecnica legata al calcolo automatico, alla gestione delle informazioni e allo sviluppo di software. L'avvento dell'intelligenza artificiale ha però modificato profondamente questa percezione. L'AI non riguarda più soltanto le macchine. Riguarda direttamente il significato stesso dell'intelligenza, della conoscenza e della creatività umana. Per la prima volta nella storia sistemi artificiali sono diventati capaci di produrre testi, immagini, musica, traduzioni e soluzioni complesse con risultati spesso indistinguibili da quelli umani. Questo fenomeno obbliga la scuola, la filosofia e la società nel suo complesso a interrogarsi su questioni che fino a pochi anni fa sembravano appartenere quasi esclusivamente alla fantascienza.

Che cosa significa realmente comprendere? Una macchina può essere considerata intelligente? Qual è la differenza tra simulazione e pensiero? E soprattutto: quale ruolo rimane agli esseri umani in una società nella quale sempre più attività cognitive vengono automatizzate? L'intelligenza artificiale ha riportato al centro del dibattito educativo e culturale domande che riguardano direttamente la natura dell'essere umano. Per questo motivo l'informatica non può più essere insegnata come semplice insieme di tecniche operative. Essa si colloca ormai al confine tra scienza, filosofia, etica e organizzazione sociale. La scuola dovrebbe aiutare gli studenti a comprendere che l'AI non rappresenta soltanto una nuova tecnologia, ma una trasformazione antropologica e culturale profonda.

2. Che cosa significa "comprendere"?

Uno dei problemi più affascinanti posti dall'intelligenza artificiale riguarda il concetto stesso di comprensione. Quando un sistema come ChatGPT produce un testo coerente, traduce una poesia o risolve un problema matematico, possiamo dire che "comprenda" ciò che sta facendo? Oppure si tratta semplicemente di una sofisticata simulazione statistica? Questa domanda attraversa ormai non soltanto la ricerca scientifica, ma anche il mondo dell'educazione. Per secoli il sapere umano è stato associato all'esperienza, alla coscienza e alla capacità di attribuire significato al mondo. I sistemi di intelligenza artificiale, invece, operano attraverso correlazioni matematiche apprese da enormi quantità di dati. Essi producono risultati spesso impressionanti senza possedere esperienza diretta della realtà. Una macchina può parlare del mare senza aver mai visto il mare. Può scrivere di dolore, amore o paura senza aver mai provato emozioni.

Questo crea una situazione culturalmente nuova. La società contemporanea si trova infatti davanti a sistemi capaci di simulare efficacemente il linguaggio umano pur senza possedere coscienza o intenzionalità nel senso tradizionale del termine. La scuola dovrebbe affrontare apertamente questo problema. Non per trasformare l'insegnamento dell'informatica in filosofia astratta, ma perché il rapporto tra esseri umani e sistemi intelligenti modifica inevitabilmente il modo in cui gli studenti percepiscono il sapere, l'intelligenza e perfino la creatività. Comprendere queste differenze diventa parte della nuova alfabetizzazione contemporanea.

3. Macchine che producono conoscenza

L'intelligenza artificiale non si limita più a eseguire istruzioni. Essa produce contenuti, organizza informazioni e partecipa sempre più direttamente ai processi di costruzione del sapere. Questo fenomeno modifica profondamente il rapporto tra conoscenza e autorità culturale. Per secoli la produzione del sapere è stata associata a soggetti umani riconoscibili come studiosi, insegnanti, ricercatori, giornalisti e artisti. Oggi, invece, una parte crescente delle informazioni che circolano nella società viene filtrata, sintetizzata o addirittura generata da sistemi automatici. Molti studenti utilizzano già l'intelligenza artificiale come strumento di studio, supporto alla scrittura, tutor personale, motore di ricerca avanzato, sistema di sintesi o vero e proprio

assistente cognitivo. La distinzione tradizionale tra "conoscenza umana" e "strumento tecnico" diventa così sempre più sfumata.

Questo produce conseguenze educative enormi. La scuola non può più limitarsi a trasmettere contenuti facilmente accessibili attraverso sistemi automatici. Deve invece aiutare gli studenti a sviluppare capacità interpretative, critiche e riflessive che nessuna macchina può sostituire completamente. Inoltre, emerge un problema epistemologico particolarmente delicato: come valutare l'affidabilità di contenuti prodotti automaticamente? I sistemi generativi possono infatti produrre testi convincenti ma errati, citazioni inesistenti, interpretazioni distorte o informazioni false con grande sicurezza linguistica. L'autorevolezza formale non coincide più necessariamente con la verità. Per questo motivo il pensiero critico diventa ancora più importante. Gli studenti dovranno imparare non soltanto a utilizzare l'intelligenza artificiale, ma anche a interrogare criticamente ciò che essa produce.

4. Automazione e libertà

Ogni rivoluzione tecnologica modifica il rapporto tra esseri umani e libertà. Le macchine industriali trasformarono il lavoro fisico. Le tecnologie digitali stanno ora trasformando il lavoro cognitivo. Una parte crescente delle decisioni, delle analisi e dei processi organizzativi viene progressivamente delegata a sistemi automatici. Questo fenomeno produce vantaggi enormi in termini di velocità, efficienza e capacità di elaborazione. Tuttavia, pone anche un problema fondamentale: fino a che punto una società può automatizzare i propri processi decisionali senza ridurre l'autonomia umana?

La questione riguarda direttamente l'educazione. Se gli studenti si abituano a delegare continuamente a sistemi intelligenti attività come la scrittura, la memoria, la sintesi, la traduzione, la progettazione o il problem solving, rischiano progressivamente di perdere parte della propria autonomia cognitiva. La libertà non consiste infatti soltanto nella possibilità di scegliere, ma anche nella capacità di comprendere criticamente il mondo. Una società che utilizza sistemi intelligenti senza comprenderli rischia di trasformarsi in una società tecnologicamente avanzata ma culturalmente dipendente. Per questo motivo l'educazione informatica assume inevitabilmente una dimensione etica e politica. La scuola deve formare cittadini capaci non soltanto di utilizzare strumenti sofisticati, ma anche di mantenere autonomia di giudizio dentro ecosistemi sempre più automatizzati.

5. L'informatica come nuova alfabetizzazione

Nel Novecento alfabetizzare significava insegnare a leggere, scrivere e calcolare. Oggi queste competenze rimangono fondamentali, ma non sono più sufficienti per partecipare pienamente alla società contemporanea. La rivoluzione digitale ha introdotto una nuova forma di alfabetizzazione: la capacità di comprendere il paradigma computazionale. Questo non significa trasformare tutti gli studenti in programmatori o specialisti ICT. Significa piuttosto fornire strumenti culturali per interpretare una società

nella quale dati, algoritmi e sistemi intelligenti organizzano una parte crescente della vita collettiva. L'informatica dovrebbe quindi essere insegnata come una disciplina culturale capace di mettere in relazione logica, matematica, filosofia, scienze, etica, politica e organizzazione sociale.

Essa rappresenta oggi uno dei principali linguaggi della contemporaneità. Non comprendere l'informatica significa non comprendere pienamente il funzionamento del mondo contemporaneo. Per questo motivo la scuola dovrebbe riconoscere all'informatica un ruolo analogo a quello che la matematica ebbe durante la rivoluzione scientifica moderna. Non una semplice tecnica specialistica, ma una forma fondamentale di interpretazione della realtà. La vera sfida educativa del XXI secolo non consiste quindi nell'insegnare a utilizzare strumenti digitali sempre più sofisticati. Consiste nel formare esseri umani capaci di comprendere criticamente il significato culturale, sociale ed etico della rivoluzione algoritmica.

Parte III — Come cambia la scuola

Capitolo 7 — Quale informatica insegnare davvero

1. Una domanda più difficile di quanto sembri

Una delle illusioni più diffuse nel dibattito pubblico sull'educazione digitale consiste nel credere che il problema principale sia decidere "quanta" informatica introdurre nella scuola. In realtà la questione decisiva è molto più complessa: quale informatica insegnare? Dietro questa domanda si nasconde infatti un conflitto culturale profondo. Per alcuni l'informatica scolastica dovrebbe coincidere principalmente con il coding e la programmazione. Per altri dovrebbe essere una forma di alfabetizzazione digitale legata all'uso consapevole delle tecnologie. Vi è poi chi immagina una disciplina fortemente scientifica, vicina alla matematica e alla teoria dei sistemi, e chi invece insiste maggiormente sugli aspetti sociali, etici e culturali del digitale. Tutte queste prospettive contengono elementi validi. Il problema nasce quando una di esse pretende di esaurire da sola il significato dell'informatica contemporanea.

La rivoluzione digitale ha infatti prodotto una trasformazione molto più ampia di quella rappresentabile attraverso una singola disciplina tecnica. Oggi l'informatica attraversa ricerca scientifica, economia, comunicazione, medicina, arte, politica e organizzazione sociale. Di conseguenza anche la scuola deve costruire una visione più articolata e matura del suo insegnamento. L'obiettivo non può essere semplicemente preparare futuri programmatori. La scuola deve invece formare cittadini capaci di comprendere il funzionamento della società algoritmica. Questo implica una conseguenza importante: l'informatica scolastica non può essere organizzata come semplice addestramento tecnologico. Deve diventare una disciplina culturale capace di sviluppare logica, capacità sistemica, comprensione critica e consapevolezza del rapporto tra tecnologia e società.

2. La scuola primaria: intuizioni, logica e scoperta

Nella scuola primaria il problema principale non è insegnare contenuti specialistici, ma costruire intuizioni cognitive fondamentali. Uno degli errori più frequenti consiste nel voler anticipare precocemente argomenti complessi o tecnicismi inutili. L'informatica nella primaria non dovrebbe trasformarsi né in mini-programmazione professionale né in semplice intrattenimento digitale. Il suo obiettivo dovrebbe essere molto più profondo: sviluppare nei bambini la capacità di ragionare per relazioni, sequenze, regole e processi. A questa età il pensiero computazionale può essere introdotto anche senza computer. Giochi logici, attività manipolative, percorsi, costruzioni, simulazioni e attività collaborative permettono di sviluppare intuizioni fondamentali sulla struttura dei processi e sulla rappresentazione delle informazioni.

Il digitale dovrebbe entrare nella primaria soprattutto come linguaggio creativo ed esplorativo. Ambienti visuali come Scratch possono avere un valore importante se utilizzati non come semplice addestramento tecnico, ma come strumenti espressivi attraverso cui i bambini costruiscono storie, simulazioni, giochi e rappresentazioni del mondo. In questa fase è essenziale mantenere equilibrio tra esperienza concreta e mediazione tecnologica. La scuola primaria non deve produrre dipendenza precoce dagli schermi, ma aiutare i bambini a comprendere gradualmente che dietro il funzionamento delle tecnologie esistono regole, modelli e decisioni progettuali. Anche i primi elementi di cittadinanza digitale possono essere introdotti già a questa età, attraverso riflessioni sul rispetto degli altri online, sulla gestione delle informazioni e sull'uso equilibrato delle tecnologie. La vera finalità non è formare piccoli programmatori, ma sviluppare curiosità, capacità logica e consapevolezza critica.

3. La scuola secondaria: sistemi, dati e reti

Nella scuola secondaria il percorso può diventare progressivamente più strutturato. Gli studenti sviluppano infatti maggiori capacità di astrazione e possono iniziare a comprendere il funzionamento dei sistemi digitali in modo più rigoroso. È in questa fase che l'informatica dovrebbe smettere di apparire come semplice laboratorio tecnologico e iniziare a presentarsi come disciplina culturale e scientifica. Gli studenti dovrebbero acquisire gradualmente familiarità con concetti fondamentali come algoritmo, dato, rete, rappresentazione dell'informazione, modellizzazione e automazione. La programmazione può certamente avere un ruolo importante, ma come strumento per comprendere processi e costruire modelli, non come fine in sé.

Particolarmente importante diventa il tema dei dati. La società contemporanea si basa sempre più sulla raccolta, interpretazione e gestione di enormi quantità di informazioni. Gli studenti dovrebbero quindi comprendere come funzionano motori di ricerca, piattaforme sociali, sistemi di raccomandazione e algoritmi predittivi. In questa fase emerge anche il tema della cybersecurity e della cittadinanza digitale. I ragazzi vivono ormai una parte significativa della propria esistenza online. La scuola dovrebbe quindi affrontare in modo esplicito problemi come identità digitale, disinformazione, manipolazione algoritmica, privacy, dipendenza tecnologica e sicurezza delle informazioni. La secondaria dovrebbe inoltre favorire il dialogo tra

informatica e altre discipline. La matematica può dialogare con algoritmi e modellizzazione, le scienze con simulazioni e dati, la filosofia con l'etica dell'intelligenza artificiale, le discipline umanistiche con il rapporto tra piattaforme digitali e costruzione dell'identità. L'informatica dovrebbe diventare progressivamente uno strumento per leggere la complessità del mondo contemporaneo.

4. La scuola superiore: AI, simulazione e complessità

Nella scuola secondaria di secondo grado l'informatica dovrebbe assumere pienamente il ruolo di disciplina culturale della contemporaneità. Gli studenti possiedono ormai strumenti cognitivi sufficienti per affrontare problemi astratti, riflessioni epistemologiche e sistemi complessi. È proprio in questa fase che la scuola dovrebbe introdurre in modo esplicito il rapporto tra informatica, intelligenza artificiale e organizzazione della società. L'obiettivo non deve essere semplicemente insegnare tecnologie destinate a diventare obsolete nel giro di pochi anni. La vera sfida consiste nel fornire strutture concettuali durature. Gli studenti dovrebbero comprendere il significato dei modelli computazionali, il funzionamento dei sistemi intelligenti, il rapporto tra dati e previsione, i limiti dell'automazione, il ruolo degli algoritmi nella vita sociale e la trasformazione del lavoro cognitivo.

L'intelligenza artificiale dovrebbe entrare stabilmente nel curricolo scolastico non come moda tecnologica, ma come problema culturale centrale del XXI secolo. La scuola superiore dovrebbe inoltre valorizzare molto di più simulazione, modellizzazione e interdisciplinarità. Il paradigma computazionale permette oggi di affrontare problemi climatici, economici, biologici e sociali attraverso sistemi dinamici complessi. Comprendere questi modelli significa sviluppare capacità cognitive molto più profonde della semplice memorizzazione delle informazioni. L'informatica, in questa prospettiva, diventa uno strumento per interpretare il mondo contemporaneo.

5. Cosa non bisogna insegnare

Nel dibattito pubblico sull'educazione digitale emergono spesso due errori opposti. Il primo consiste nel ridurre l'informatica all'uso operativo delle tecnologie. In questo caso la scuola rischia di trasformarsi in un centro di addestramento all'utilizzo di piattaforme commerciali destinate a cambiare rapidamente. Il secondo errore consiste invece nell'introdurre precocemente tecnicismi astratti privi di reale significato educativo. La scuola non dovrebbe inseguire continuamente le ultime mode tecnologiche. Non ha senso costruire curricoli centrati su linguaggi specifici, applicazioni temporanee o strumenti destinati a diventare rapidamente obsoleti. Allo stesso modo sarebbe un errore trasformare l'informatica scolastica in una forma di specializzazione professionale anticipata. L'obiettivo non è preparare tecnici iperspecializzati già a dodici o tredici anni. È sviluppare capacità cognitive, comprensione critica e flessibilità culturale. La scuola dovrebbe evitare sia il tecnicismo sia la superficialità. L'informatica non può ridursi né a semplice coding ludico né a

sterile teoria astratta. Deve invece aiutare gli studenti a comprendere il significato culturale della trasformazione digitale.

6. Perché servono curricoli progressivi

Uno dei problemi più evidenti della scuola italiana è la frammentazione delle esperienze digitali. Molte attività legate all'informatica dipendono ancora dall'iniziativa individuale dei singoli docenti o da progetti temporanei privi di una reale continuità educativa. Questo approccio non è più sufficiente. La trasformazione digitale richiede curricoli progressivi, coerenti e verticali, capaci di accompagnare gli studenti lungo tutto il percorso scolastico. L'informatica non può essere introdotta attraverso episodi isolati. Deve diventare parte strutturale della formazione contemporanea. Un curricolo realmente progressivo dovrebbe sviluppare gradualmente intuizioni logiche nella scuola primaria, comprensione dei sistemi nella scuola secondaria e capacità critica insieme a forme più avanzate di modellizzazione nella scuola superiore. Ma soprattutto dovrebbe mantenere una forte continuità culturale. La vera finalità non è insegnare singole tecnologie, ma costruire una nuova forma di alfabetizzazione capace di aiutare gli studenti a vivere consapevolmente dentro la società algoritmica. Ed è proprio questa la grande sfida delle nuove Indicazioni Nazionali: non introdurre semplicemente una nuova disciplina, ma ripensare il rapporto tra scuola, conoscenza e trasformazione tecnologica.

Capitolo 8 — Gli insegnanti davanti alla rivoluzione digitale

1. Il vero problema non sono i computer

Nel dibattito pubblico sulla scuola digitale il tema viene spesso affrontato quasi esclusivamente in termini tecnologici. Si discute di computer, connessioni, piattaforme, dispositivi, laboratori e software. Per molti anni si è pensato che il principale ostacolo all'innovazione fosse la mancanza di strumenti tecnologici nelle scuole. Naturalmente infrastrutture e dispositivi sono importanti. Una scuola priva di connessioni adeguate o di ambienti tecnologici minimi non può affrontare seriamente la trasformazione digitale. Tuttavia, il problema principale non è mai stato soltanto tecnico. La vera questione riguarda il rapporto tra gli insegnanti e il cambiamento culturale prodotto dalla rivoluzione digitale. Molti docenti si trovano oggi davanti a una trasformazione rapidissima che modifica contemporaneamente strumenti, linguaggi, modelli cognitivi e perfino il significato stesso dell'insegnamento. Per una parte significativa del corpo docente questo cambiamento produce inevitabilmente disorientamento.

La difficoltà non nasce da una semplice resistenza conservatrice, come talvolta viene superficialmente affermato. Essa nasce piuttosto dalla velocità con cui il paradigma digitale sta modificando il rapporto tra conoscenza, autorità culturale e apprendimento. Per secoli il docente ha rappresentato una delle principali fonti di accesso al sapere. Oggi gli studenti vivono immersi in ecosistemi informativi nei quali l'insegnante

non possiede più il monopolio delle informazioni. Internet e l'intelligenza artificiale hanno modificato radicalmente questo equilibrio. Molti insegnanti percepiscono quindi una crisi della propria funzione tradizionale. Ma il problema non può essere affrontato contrapponendo tecnologia e scuola. La questione centrale è comprendere come possa trasformarsi il ruolo educativo del docente dentro una società sempre più organizzata da sistemi digitali e intelligenza artificiale. Il punto decisivo non è introdurre più computer nelle aule. È aiutare gli insegnanti a ridefinire la propria funzione culturale nella società algoritmica.

2. La formazione impossibile?

Uno degli argomenti più frequentemente utilizzati contro l'introduzione dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali riguarda la formazione dei docenti. Molti sostengono che la scuola italiana non possieda attualmente un numero sufficiente di insegnanti preparati per affrontare seriamente questa trasformazione. Il problema è reale. Per decenni l'informatica è rimasta marginale nella formazione iniziale di gran parte degli insegnanti italiani. Molti docenti oggi in servizio si sono formati in un contesto culturale completamente precedente alla rivoluzione digitale contemporanea. Ma la questione è ancora più complessa.

Non si tratta semplicemente di insegnare agli insegnanti a utilizzare nuovi strumenti tecnologici. La vera difficoltà consiste nel costruire una nuova cultura pedagogica capace di integrare informatica, intelligenza artificiale e pensiero critico dentro il curricolo scolastico. Molti corsi di aggiornamento digitale hanno fallito proprio perché ridotti a semplice addestramento tecnico. Imparare a utilizzare una piattaforma o un software non significa comprendere il significato culturale della trasformazione digitale. La formazione degli insegnanti dovrebbe invece affrontare questioni molto più profonde, come il rapporto tra intelligenza artificiale e apprendimento, il significato del pensiero computazionale, il ruolo dei dati e degli algoritmi nella società, la trasformazione dell'autorità culturale, il problema della dipendenza cognitiva e la costruzione del pensiero critico nell'epoca delle piattaforme. Questo rende inevitabilmente la formazione molto più difficile. Non esistono soluzioni rapide o puramente amministrative. La scuola sta attraversando una trasformazione storica che richiede tempo, riflessione culturale e ridefinizione delle identità professionali. Per questo motivo parlare semplicemente di "aggiornamento digitale" degli insegnanti rischia di essere fuorviante. La vera sfida è costruire una nuova figura docente capace di muoversi criticamente dentro la società algoritmica.

3. La paura dell'informatica

Dietro molte resistenze all'introduzione dell'informatica nella scuola esiste anche una componente più profonda: la paura. Non si tratta soltanto della paura della tecnologia in sé, ma della paura di perdere punti di riferimento culturali consolidati. L'informatica e l'intelligenza artificiale modificano infatti il rapporto con il sapere, il ruolo dell'esperto, il valore della memoria, il significato della scrittura e perfino il concetto stesso di apprendimento. Per molti insegnanti questo produce inevitabilmente una sensazione di instabilità. La scuola tradizionale era costruita attorno a una relativa stabilità delle conoscenze e dei linguaggi. Oggi, invece,

tecnologie, piattaforme e strumenti cambiano continuamente. Ciò genera la percezione di un terreno culturale sempre meno controllabile. Vi è poi un altro elemento spesso sottovalutato: molti docenti temono che il digitale possa impoverire il pensiero, ridurre la concentrazione e favorire superficialità cognitiva.
Queste preoccupazioni non sono prive di fondamento. L'ambiente digitale contemporaneo tende effettivamente a privilegiare velocità, frammentazione dell'attenzione e consumo rapido delle informazioni. Anche l'intelligenza artificiale può produrre dipendenza cognitiva se utilizzata in modo passivo. Ma proprio per questo la scuola non può limitarsi al rifiuto della tecnologia. L'unico modo per affrontare criticamente la trasformazione digitale consiste nel comprenderla. Escludere informatica e intelligenza artificiale dalla scuola significherebbe lasciare gli studenti completamente soli dentro ecosistemi digitali progettati da piattaforme commerciali. La scuola dovrebbe invece diventare il luogo nel quale imparare a comprendere criticamente queste trasformazioni.

4. Nuove figure professionali nella scuola

La trasformazione digitale non modifica soltanto i contenuti dell'insegnamento. Modifica anche l'organizzazione stessa della scuola. Le istituzioni scolastiche del futuro avranno probabilmente bisogno di nuove figure professionali capaci di collegare competenze tecnologiche, pedagogiche e organizzative. Per molti anni il digitale scolastico è stato affidato quasi esclusivamente alla buona volontà di singoli docenti particolarmente interessati all'innovazione tecnologica. Questo modello non è più sostenibile. L'informatica contemporanea richiede infatti competenze scientifiche, organizzative, etiche, metodologiche e infrastrutturali che difficilmente possono essere concentrate in una singola figura professionale. Le scuole dovranno quindi sviluppare forme nuove di collaborazione tra insegnanti, tecnologi, esperti di cybersecurity, specialisti dell'intelligenza artificiale educativa e figure capaci di integrare dimensione tecnica e progettazione didattica. Anche il dirigente scolastico dovrà assumere progressivamente nuove responsabilità nella gestione degli ecosistemi digitali. La scuola del futuro non sarà semplicemente una scuola con più computer. Sarà un ambiente culturale e organizzativo profondamente trasformato dal paradigma computazionale. Questo richiederà inevitabilmente nuove professionalità e nuove forme di cooperazione educativa.

5. L'insegnante come guida critica

Paradossalmente, proprio mentre internet e l'intelligenza artificiale rendono apparentemente superflua la figura tradizionale del docente, il ruolo culturale dell'insegnante potrebbe diventare ancora più importante. In una società nella quale le informazioni sono ovunque disponibili, il vero problema educativo non è più soltanto trasmettere contenuto. Diventa aiutare gli studenti a interpretarli criticamente. L'insegnante del XXI secolo non può più essere semplicemente un trasmettitore di nozioni. Deve diventare guida culturale, mediatore critico e progettista di percorsi cognitivi. Questo significa aiutare gli studenti a distinguere tra

informazione e conoscenza, a riconoscere manipolazioni algoritmiche, a valutare l'affidabilità delle fonti, a comprendere i limiti dell'intelligenza artificiale e a sviluppare autonomia di giudizio.
Il docente assume così una funzione nuova. Non compete con le macchine sul terreno della velocità o della quantità di informazioni. Il suo valore specificamente umano consiste nella capacità di attribuire significato, costruire relazioni culturali e sviluppare pensiero critico. L'intelligenza artificiale non elimina il bisogno di insegnanti. Rende invece ancora più necessaria la presenza di figure educative capaci di orientare gli studenti dentro la complessità della società digitale. La vera sfida della scuola contemporanea non consiste quindi nel sostituire l'insegnante con la tecnologia, ma nel ridefinire il ruolo dell'insegnante dentro un mondo trasformato dalla tecnologia. Ed è proprio da questa ridefinizione che dipenderà in larga misura il futuro dell'educazione nella società algoritmica.

Capitolo 9 — Laboratori, dati e ambienti intelligenti

1. Perché il digitale non è una LIM

Per molti anni la trasformazione digitale della scuola è stata identificata quasi esclusivamente con l'introduzione di dispositivi tecnologici nelle aule. Lavagne interattive, tablet, piattaforme online e registri elettronici sono diventati il simbolo visibile dell'innovazione scolastica. Ma molto spesso questa innovazione è rimasta superficiale. In numerosi casi il digitale si è limitato a sostituire strumenti precedenti senza modificare realmente il modello culturale dell'insegnamento. La lavagna interattiva ha preso il posto della lavagna tradizionale, i documenti digitali hanno sostituito quelli cartacei e le piattaforme online hanno trasferito sullo schermo pratiche didattiche sostanzialmente immutate. Il problema non è la presenza della tecnologia, ma il modo in cui essa viene interpretata. La rivoluzione digitale non consiste semplicemente nell'utilizzo di nuovi strumenti. Essa modifica il modo stesso in cui la conoscenza viene prodotta, organizzata e condivisa. Per questo motivo la scuola non può limitarsi a introdurre tecnologie dentro strutture educative rimaste sostanzialmente novecentesche.
Il digitale non è una lavagna più sofisticata. Esso rappresenta un ambiente cognitivo completamente nuovo, nel quale dati, simulazioni, reti, modelli computazionali e intelligenza artificiale trasformano il rapporto tra studenti, insegnanti e conoscenza. La scuola dovrebbe quindi smettere di considerare il digitale come semplice supporto tecnologico e iniziare a concepirlo come ambiente culturale di apprendimento. Questo implica inevitabilmente una trasformazione degli spazi scolastici, delle metodologie didattiche e delle relazioni educative.

2. Simulazione e apprendimento

Uno degli aspetti più innovativi dell'informatica educativa riguarda la possibilità di utilizzare simulazioni computazionali per trasformare il modo in cui gli studenti apprendono.

Per secoli l'insegnamento scolastico si è fondato prevalentemente sulla trasmissione statica delle conoscenze. Gli studenti studiavano descrizioni teoriche di fenomeni naturali, economici o sociali spesso difficili da visualizzare concretamente. Le tecnologie computazionali permettono oggi qualcosa di diverso. Attraverso simulazioni dinamiche gli studenti possono osservare direttamente il comportamento di sistemi complessi. È possibile simulare fenomeni climatici, processi biologici, reti sociali, mercati economici, sistemi energetici o modelli fisici difficilmente riproducibili in laboratorio tradizionale. Questo cambia profondamente il rapporto con il sapere. Lo studente non si limita più a memorizzare descrizioni astratte. Può modificare parametri, osservare conseguenze, formulare ipotesi e comprendere relazioni dinamiche tra variabili. La simulazione sviluppa così una forma di apprendimento esplorativo molto più vicina al funzionamento reale della ricerca scientifica contemporanea.

Anche il concetto stesso di laboratorio cambia. Il laboratorio del futuro non sarà soltanto uno spazio fisico dedicato agli esperimenti tradizionali, ma un ambiente ibrido nel quale esperienza concreta e modellizzazione computazionale dialogano continuamente. Questo approccio favorisce inoltre interdisciplinarità e pensiero sistemico. Molti problemi contemporanei, dal cambiamento climatico alla gestione energetica, dalla diffusione delle epidemie all'economia globale, possono essere compresi soltanto attraverso modelli complessi e simulazioni dinamiche. L'informatica offre quindi alla scuola nuovi strumenti non soltanto per trasmettere informazioni, ma per sviluppare comprensione profonda dei sistemi contemporanei.

3. Robotica educativa

La robotica educativa rappresenta uno degli esempi più interessanti di integrazione tra informatica, creatività e apprendimento esperienziale. Il robot possiede infatti una caratteristica pedagogicamente molto potente: rende visibile il rapporto tra software e mondo fisico. Gli studenti vedono concretamente come istruzioni, algoritmi e sensori producano comportamenti osservabili. Questo trasforma profondamente il rapporto con il digitale. Molte tecnologie contemporanee operano infatti in modo invisibile. Algoritmi, reti neurali e piattaforme digitali agiscono silenziosamente dietro interfacce apparentemente semplici. La robotica, invece, rende il processo computazionale tangibile e osservabile. Gli studenti possono costruire sistemi che si muovono, reagiscono, misurano, evitano ostacoli e interagiscono con l'ambiente. La robotica educativa favorisce inoltre apprendimento collaborativo, progettazione e problem solving. Costruire un robot significa affrontare problemi concreti, correggere errori, testare ipotesi e integrare competenze diverse. In questo senso la robotica rappresenta un ambiente ideale per sviluppare pensiero computazionale e capacità progettuali. Ma anche qui occorre evitare semplificazioni. La robotica non dovrebbe essere ridotta a semplice attività spettacolare o competitiva. Il suo valore educativo non consiste nell'effetto tecnologico in sé, ma nella possibilità di comprendere il rapporto tra informazione, automazione e organizzazione dei sistemi. La

scuola dovrebbe utilizzare la robotica come strumento per sviluppare comprensione critica delle tecnologie intelligenti, non soltanto abilità operative.

4. Cloud, cybersecurity e infrastrutture

La scuola contemporanea dipende ormai sempre più da infrastrutture digitali complesse. Piattaforme cloud, ambienti online, archivi digitali, sistemi di comunicazione e servizi di intelligenza artificiale organizzano una parte crescente della vita scolastica. Tuttavia, molto spesso queste infrastrutture rimangono invisibili agli occhi degli studenti e persino degli insegnanti. La scuola utilizza il digitale senza comprenderne realmente l'architettura. Questo produce una nuova forma di dipendenza culturale e tecnologica. Le piattaforme educative contemporanee non sono semplici strumenti neutri. Esse raccolgono dati, organizzano informazioni, definiscono modalità di accesso ai contenuti e influenzano il funzionamento stesso dei processi educativi. Per questo motivo la scuola dovrebbe sviluppare una maggiore consapevolezza infrastrutturale. Gli studenti dovrebbero comprendere almeno i principi fondamentali del funzionamento delle reti, della gestione dei dati, dei sistemi cloud e della cybersecurity.
Anche il tema della sicurezza digitale assume oggi un'importanza strategica. La società contemporanea dipende sempre più da infrastrutture vulnerabili ad attacchi informatici, manipolazioni e violazioni dei dati. La scuola non può ignorare questi problemi. Educare alla cybersecurity non significa formare specialisti militari o tecnici della sicurezza, ma sviluppare consapevolezza critica sul rapporto tra tecnologie, dati e protezione della libertà individuale. Privacy, autenticazione, protezione delle informazioni e gestione consapevole delle identità digitali dovrebbero diventare parte integrante della nuova cittadinanza contemporanea.

5. Le scuole come ecosistemi digitali

La trasformazione digitale modifica inevitabilmente anche il modo di concepire l'istituzione scolastica. La scuola del futuro non sarà semplicemente una scuola tradizionale arricchita da strumenti tecnologici. Diventerà progressivamente un ecosistema digitale complesso, nel quale infrastrutture computazionali, ambienti di simulazione, piattaforme collaborative e sistemi intelligenti interagiranno continuamente con la dimensione educativa. Questo cambiamento richiede una nuova visione culturale della scuola. Per molti anni il digitale è stato percepito come elemento aggiuntivo rispetto all'organizzazione scolastica tradizionale. Oggi appare sempre più evidente che esso modifica invece l'intero ambiente di apprendimento. Le scuole dovranno diventare spazi nei quali studenti e insegnanti imparano non soltanto a utilizzare tecnologie, ma anche a comprendere criticamente gli ecosistemi digitali dentro cui vivono. Questo implica ripensare gli spazi, i laboratori, le biblioteche, le modalità di collaborazione, l'organizzazione delle conoscenze e il rapporto tra presenza fisica e ambienti virtuali. La sfida non è costruire scuole dominate dalla tecnologia, ma scuole capaci di governare culturalmente la tecnologia. Perché il problema decisivo non è avere più strumenti digitali. È

formare cittadini capaci di comprendere il significato umano, sociale e politico degli ambienti computazionali nei quali si svolgerà una parte crescente della vita contemporanea.

Parte IV — L'Europa, il mondo e la sfida italiana

Capitolo 10 — L'Europa tra diritti e algoritmi

1. L'Europa davanti alla rivoluzione digitale

Negli ultimi anni l'Unione Europea ha progressivamente compreso che la trasformazione digitale non rappresenta soltanto una questione tecnologica o economica, ma una sfida culturale e politica destinata a ridefinire il futuro delle società democratiche. Per molto tempo l'Europa ha osservato la rivoluzione digitale principalmente come fenomeno industriale dominato dalle grandi piattaforme statunitensi e, più recentemente, dalla crescita tecnologica cinese. Tuttavia, l'espansione dell'intelligenza artificiale, dei sistemi algoritmici e delle piattaforme globali ha reso evidente che il problema non riguarda soltanto il mercato, ma la sovranità culturale e democratica delle società contemporanee. La scuola entra direttamente dentro questo scenario. Le istituzioni educative europee si trovano infatti davanti a una doppia sfida. Da una parte devono preparare studenti capaci di vivere e lavorare dentro una società digitale avanzata. Dall'altra devono difendere valori fondamentali della tradizione democratica europea, come pluralismo culturale, libertà individuale, trasparenza e responsabilità pubblica. È proprio da questa tensione che nasce il particolare approccio europeo al digitale. A differenza di altri modelli internazionali, l'Europa tende infatti a interpretare la tecnologia non soltanto come strumento di innovazione economica, ma anche come problema etico, politico e culturale. Questo approccio emerge con chiarezza nelle politiche educative europee degli ultimi anni.

2. DigComp e i limiti della competenza digitale

Uno dei documenti più influenti prodotti dall'Unione Europea è il framework DigComp, nato con l'obiettivo di definire le competenze digitali fondamentali per i cittadini europei. DigComp ha avuto un ruolo importante perché ha contribuito a superare l'idea che il digitale coincida semplicemente con l'uso tecnico degli strumenti. Il framework introduce infatti temi legati all'informazione, alla sicurezza, alla comunicazione online, alla creazione di contenuti e al problem solving. Tuttavia proprio il successo di DigComp ha reso evidenti anche alcuni limiti dell'approccio europeo. Il concetto stesso di "competenza digitale" rischia infatti di rimanere ambiguo. In molti contesti scolastici esso è stato interpretato soprattutto come capacità operativa: usare piattaforme, navigare online, produrre contenuti digitali o utilizzare software collaborativi.
Ma oggi tutto questo non basta più. L'intelligenza artificiale e la società algoritmica hanno mostrato che il vero problema non è soltanto utilizzare tecnologie, ma comprenderne il funzionamento e le implicazioni

culturali. Una società può essere altamente competente dal punto di vista operativo e allo stesso tempo completamente dipendente da sistemi che non comprende realmente. Per questo motivo l'educazione digitale non può limitarsi allo sviluppo di abilità tecniche. Deve diventare educazione critica alla società algoritmica. L'Europa sembra oggi muoversi progressivamente in questa direzione, anche se il percorso appare ancora incompleto.

3. L'AI Act e il problema della responsabilità

L'approvazione dell'AI Act europeo rappresenta probabilmente uno dei passaggi più significativi e coraggiosi nella costruzione di una politica digitale fondata su principi democratici. Per la prima volta una grande area geopolitica ha tentato di regolamentare organicamente l'intelligenza artificiale non soltanto in termini economici, ma anche etici, sociali e politici. L'Europa ha scelto consapevolmente di affermare che non tutto ciò che è tecnologicamente possibile debba necessariamente essere accettato senza limiti. Questa scelta possiede un significato culturale profondo. L'AI Act riconosce implicitamente che i sistemi intelligenti non sono neutrali. Essi possono produrre discriminazioni, manipolare informazioni, influenzare comportamenti e incidere direttamente sui diritti individuali. La questione della trasparenza algoritmica diventa quindi centrale. Molti sistemi di intelligenza artificiale operano infatti come "scatole nere": producono risultati senza che gli utenti possano realmente comprendere i processi decisionali interni. Questo crea un problema democratico enorme. Come può un cittadino esercitare pienamente i propri diritti dentro una società governata da sistemi automatici opachi? L'Europa ha deciso di affrontare questa domanda assumendosi anche un rischio economico. L'AI Act rappresenta infatti una scelta dolorosa ma di grande civiltà: accettare la possibilità di avere un'intelligenza artificiale meno competitiva sul piano commerciale pur di difendere valori considerati inviolabili. È la scelta di una società che decide consapevolmente di limitare parte della propria efficienza economica in nome della tutela della dignità umana, della trasparenza e dei diritti fondamentali. Questa impostazione ricorda, in parte, anche altre grandi scelte europee contemporanee, come il Green Deal. Anche in quel caso l'Europa ha accettato costi energetici più elevati e svantaggi competitivi per sostenere una visione della società fondata sulla sostenibilità ambientale e sulla responsabilità verso le generazioni future. In entrambi i casi emerge una stessa idea di fondo: la ricchezza economica non può essere l'unico criterio con cui misurare il progresso di una civiltà.

Dal punto di vista educativo questo elemento è fondamentale. Comprendere l'intelligenza artificiale non significa soltanto imparare a utilizzarla. Significa comprendere come vengono costruiti i modelli, quali dati utilizzano, quali bias possono incorporare, quali limiti possiedono e quali effetti sociali producono. L'educazione all'AI diventa così parte integrante della nuova cittadinanza democratica. L'Europa, attraverso l'AI Act, sembra riconoscere che il futuro dell'intelligenza artificiale non possa essere lasciato esclusivamente alle logiche del mercato o della competizione tecnologica globale. Questa consapevolezza dovrebbe influenzare profondamente anche il modo in cui la scuola insegna informatica.

4. Sovranità digitale europea

Uno dei concetti più importanti emersi negli ultimi anni è quello di sovranità digitale. Gran parte delle infrastrutture digitali utilizzate quotidianamente in Europa appartiene infatti a grandi piattaforme extraeuropee. Motori di ricerca, social network, sistemi cloud e modelli di intelligenza artificiale sono controllati prevalentemente da aziende statunitensi o cinesi. Questa situazione produce una nuova forma di dipendenza culturale, economica e tecnologica. Il problema non riguarda soltanto il controllo economico delle piattaforme. Riguarda la capacità stessa di una società di comprendere e governare gli strumenti che organizzano la propria vita collettiva. Una popolazione incapace di comprendere il funzionamento delle tecnologie digitali rischia inevitabilmente di subirle passivamente. Per questo motivo l'educazione assume un ruolo strategico. La scuola rappresenta infatti uno dei pochi luoghi nei quali è possibile costruire una comprensione critica della trasformazione digitale indipendente dalle logiche commerciali delle piattaforme.
Ma la sovranità digitale europea non riguarda soltanto la cultura. Essa rappresenta anche un tentativo di sostenere e proteggere l'industria tecnologica europea in una competizione globale dominata da colossi stranieri dotati di risorse enormemente superiori. L'Europa è consapevole che, senza una politica industriale e regolatoria autonoma, il settore tecnologico europeo rischia progressivamente di soccombere sotto la pressione delle grandi piattaforme statunitensi e cinesi.
Anche questa scelta comporta inevitabili contraddizioni. Difendere un ecosistema digitale europeo può infatti significare di accettare servizi meno performanti o più costosi rispetto ai competitor globali. Ciò può penalizzare parte dell'industria europea stessa, costretta a utilizzare infrastrutture tecnologiche meno efficienti ed economicamente meno vantaggiose.
L'Europa sembra tuttavia considerare questo sacrificio come il prezzo necessario per preservare autonomia strategica e indipendenza culturale. Ancora una volta emerge una scelta di civiltà: rinunciare a parte dell'efficienza immediata per difendere la possibilità di mantenere controllo democratico sulle infrastrutture fondamentali della società contemporanea. Ed è qui che informatica ed educazione tornano a intrecciarsi profondamente. La vera autonomia digitale di una società non dipende soltanto dalle sue infrastrutture tecnologiche. Dipende soprattutto dal livello di consapevolezza culturale dei suoi cittadini. Senza cittadini capaci di comprendere criticamente il funzionamento dei sistemi digitali, nessuna sovranità tecnologica potrà mai essere realmente democratica**.**

5. Educazione e democrazia nella società algoritmica

La rivoluzione digitale obbliga oggi l'Europa a ridefinire il rapporto tra educazione e democrazia. Per secoli la scuola europea ha avuto il compito di formare cittadini capaci di partecipare alla vita pubblica attraverso alfabetizzazione, pensiero critico e conoscenza delle istituzioni democratiche. La società algoritmica modifica profondamente questo scenario. Oggi una parte crescente della vita democratica passa attraverso piattaforme digitali governate da sistemi automatici. Informazione politica, costruzione dell'opinione

pubblica, comunicazione sociale e persino processi elettorali sono influenzati dagli algoritmi. In questo contesto la cittadinanza democratica richiede competenze completamente nuove. Non basta conoscere la storia politica o il funzionamento delle istituzioni. Occorre comprendere il rapporto tra dati, piattaforme, algoritmi e potere. La scuola europea dovrebbe quindi assumere una nuova missione culturale: formare cittadini capaci di vivere criticamente dentro la società algoritmica. Questo implica inevitabilmente una ridefinizione del ruolo dell'informatica nelle Indicazioni Nazionali. L'informatica non può più essere considerata una semplice competenza tecnica o professionale. Essa rappresenta ormai una componente fondamentale della formazione democratica contemporanea. La vera posta in gioco non è soltanto la competitività tecnologica dell'Europa. È la possibilità stessa di mantenere spazi di libertà critica dentro una società sempre più organizzata da sistemi automatici e piattaforme globali.

Capitolo 11 — I modelli internazionali

1. Perché guardare fuori dall'Italia

Negli ultimi anni molti paesi hanno avviato profonde trasformazioni dei propri sistemi educativi per affrontare la rivoluzione digitale e l'impatto crescente dell'intelligenza artificiale. Osservare queste esperienze non significa importare automaticamente modelli stranieri, ma comprendere come differenti culture politiche e sistemi scolastici stiano cercando di rispondere a problemi comuni. La questione dell'informatica nella scuola non riguarda infatti soltanto l'innovazione tecnologica. Riguarda il rapporto tra educazione, sviluppo economico, cittadinanza e sovranità culturale. Ogni paese interpreta questa trasformazione secondo la propria storia e le proprie priorità strategiche. Alcuni sistemi educativi enfatizzano soprattutto competitività tecnologica e formazione STEM. Altri insistono maggiormente sulla cittadinanza digitale, sulla creatività o sull'etica dell'intelligenza artificiale. Il confronto internazionale mostra però una tendenza comune: quasi ovunque l'informatica sta progressivamente uscendo dalla dimensione marginale o puramente tecnica per diventare parte integrante della formazione generale.

L'Italia arriva a questo passaggio con un certo ritardo. Per molti anni il nostro sistema scolastico ha affrontato il digitale prevalentemente come alfabetizzazione tecnica o come supporto amministrativo. Oggi però la trasformazione della società algoritmica rende inevitabile un ripensamento molto più profondo. Guardare alle esperienze internazionali può quindi aiutare a comprendere non soltanto ciò che funziona, ma anche gli errori da evitare.

2. L'Estonia e la scuola della società digitale

Tra i paesi europei l'Estonia rappresenta probabilmente il caso più emblematico di integrazione tra trasformazione digitale e sistema educativo. Dopo l'indipendenza dall'Unione Sovietica il paese ha investito massicciamente nel digitale come leva di modernizzazione economica, amministrativa e culturale. La scuola

è diventata uno degli strumenti centrali di questa strategia. L'Estonia ha compreso molto presto che la rivoluzione digitale non riguarda semplicemente l'introduzione di computer nelle aule, ma la costruzione di una nuova cultura nazionale fondata sulla capacità di comprendere e governare il digitale. Oggi gran parte dei servizi pubblici estoni è digitalizzata. Identità digitale, amministrazione online e sistemi di voto elettronico fanno parte della vita quotidiana dei cittadini. In questo contesto l'informatica scolastica assume inevitabilmente una dimensione civica. La scuola estone introduce fin dai primi anni elementi di logica computazionale, robotica educativa e pensiero algoritmico. Tuttavia, il modello estone evita di ridurre l'informatica al semplice coding. Grande attenzione viene dedicata anche alla cybersecurity, alla gestione dei dati e alla cittadinanza digitale. Particolarmente interessante è il rapporto tra scuola e società. Gli studenti crescono in un ambiente nel quale il digitale non appare come elemento artificiale o aggiuntivo, ma come parte integrante dell'organizzazione sociale contemporanea. Questo produce una differenza culturale significativa rispetto a sistemi scolastici nei quali il digitale viene ancora percepito come attività extracurricolare o semplice aggiornamento tecnologico.

3. La Finlandia e il pensiero computazionale

La Finlandia rappresenta uno dei modelli educativi più influenti a livello internazionale e il suo approccio all'informatica riflette pienamente la filosofia pedagogica che caratterizza il sistema scolastico finlandese. Nel curriculum nazionale finlandese il pensiero computazionale è stato introdotto come competenza trasversale già nella scuola primaria. Tuttavia, la Finlandia ha scelto un approccio molto diverso rispetto ai modelli più tecnicistici. L'obiettivo principale non è insegnare programmazione specialistica, ma sviluppare capacità cognitive legate alla risoluzione dei problemi, alla modellizzazione e alla comprensione dei processi. Il pensiero computazionale viene integrato dentro diverse discipline e non confinato in uno spazio separato. Matematica, scienze, arte e discipline umanistiche dialogano continuamente con strumenti computazionali e ambienti digitali. Questa scelta riflette una convinzione importante: la trasformazione digitale non riguarda soltanto la tecnologia, ma il modo stesso in cui la conoscenza viene organizzata. La Finlandia attribuisce inoltre enorme importanza alla formazione degli insegnanti. Il docente digitale non viene concepito come semplice utilizzatore di strumenti tecnologici, ma come professionista capace di integrare criticamente il digitale dentro processi educativi complessi. Particolarmente significativa è anche l'attenzione al benessere cognitivo degli studenti. La scuola finlandese evita una digitalizzazione indiscriminata e insiste sul rapporto equilibrato tra tecnologie, apprendimento, relazioni umane e sviluppo psicologico. Il modello finlandese mostra quindi che informatica e umanesimo non sono necessariamente in conflitto. Al contrario, il paradigma computazionale può essere integrato dentro una visione educativa centrata sulla formazione globale della persona.

4. Il Regno Unito e l'informatica come disciplina scientifica

Il Regno Unito rappresenta uno dei casi più radicali di trasformazione dell'informatica scolastica europea. Nel 2014 il governo britannico sostituì il precedente curriculum di ICT con una nuova disciplina chiamata "Computing". Questa scelta segnò un cambiamento culturale molto importante. Il vecchio approccio era stato criticato perché troppo centrato sull'uso operativo di software commerciali e privo di reale profondità scientifica. Gli studenti imparavano a utilizzare strumenti digitali senza comprendere i principi fondamentali dell'informatica. Il nuovo curriculum introdusse invece una concezione dell'informatica come disciplina scientifica autonoma. Gli studenti affrontano algoritmi, logica, programmazione, rappresentazione dei dati e architettura dei sistemi già dalla scuola primaria. L'obiettivo è sviluppare comprensione concettuale del funzionamento dei sistemi computazionali. Il modello britannico attribuisce grande importanza alla computer science come parte della cultura generale contemporanea. Tuttavia, questa trasformazione ha mostrato anche alcune difficoltà significative, soprattutto legate alla formazione degli insegnanti. Molti docenti provenivano infatti dal vecchio modello ICT e non possedevano una preparazione adeguata per affrontare l'informatica come disciplina scientifica. Il caso britannico mostra quindi sia le potenzialità sia le difficoltà di una riforma radicale dell'educazione informatica.

5. Stati Uniti e Cina: due modelli opposti

Fuori dall'Europa emergono modelli profondamente differenti. Negli Stati Uniti l'informatica scolastica è fortemente influenzata dalla cultura dell'innovazione tecnologica e dell'imprenditorialità. Le grandi aziende della Silicon Valley hanno avuto un ruolo importante nella diffusione della computer science nelle scuole. L'approccio americano enfatizza creatività, startup, progettazione tecnologica e competitività economica. L'informatica viene spesso interpretata come strumento per preparare future generazioni di innovatori. Tuttavia, il sistema statunitense presenta anche forti disuguaglianze territoriali e sociali. Le opportunità educative dipendono spesso dalle risorse economiche dei singoli distretti scolastici. La Cina rappresenta invece un modello completamente diverso. Qui l'educazione digitale viene interpretata come parte di una strategia geopolitica nazionale. Il governo cinese considera intelligenza artificiale, big data e tecnologie avanzate strumenti decisivi per la competizione globale del XXI secolo. L'informatica è stata introdotta progressivamente in tutto il sistema scolastico con forte enfasi su AI, robotica e programmazione. Ma il modello cinese solleva anche interrogativi molto delicati sul rapporto tra tecnologia, controllo sociale e libertà individuale. Le tecnologie digitali vengono infatti integrate dentro sistemi di sorveglianza e gestione sociale molto diversi dalla tradizione democratica europea. Il confronto tra Stati Uniti, Cina ed Europa mostra quindi che il problema dell'informatica scolastica non può essere separato dal modello di società che si intende costruire.

6. Che cosa può imparare l'Italia

L'Italia non può semplicemente copiare modelli stranieri. Il sistema scolastico italiano possiede una storia culturale particolare, fortemente legata alla tradizione umanistica e alla centralità delle discipline. Tuttavia, proprio questa tradizione potrebbe rappresentare una risorsa importante. La sfida italiana non consiste nel trasformare rapidamente la scuola in una replica della Silicon Valley o dei sistemi asiatici altamente tecnocratici. Consiste piuttosto nel costruire una via europea e culturale all'educazione informatica. L'Italia può imparare molto dalle esperienze internazionali. Può comprendere l'importanza dei curricoli verticali, della formazione degli insegnanti, della cittadinanza digitale e della computer science come disciplina culturale. Ma dovrebbe evitare due errori opposti. Da una parte il rischio di una digitalizzazione superficiale ridotta all'uso delle piattaforme. Dall'altra il rischio di un tecnicismo esasperato che trasformi la scuola in semplice centro di addestramento tecnologico. L'informatica dovrebbe invece diventare uno strumento per rafforzare capacità critiche, comprensione della complessità e consapevolezza democratica. La vera sfida italiana non è semplicemente introdurre più tecnologia nella scuola. È costruire una cultura dell'informatica capace di dialogare con la tradizione scientifica, filosofica e umanistica europea. Ed è proprio da questo equilibrio che dipenderà il futuro delle nuove Indicazioni Nazionali.

Capitolo 12 — La questione italiana

1. Una scuola ancora novecentesca

La scuola italiana affronta oggi la rivoluzione digitale portando con sé una struttura culturale ancora profondamente novecentesca. Questo non significa che il sistema scolastico italiano sia immobile o incapace di innovazione. Negli ultimi anni molte scuole hanno sperimentato percorsi interessanti legati al coding, alla robotica educativa, all'intelligenza artificiale e alla cittadinanza digitale. Esistono docenti molto preparati e realtà scolastiche estremamente dinamiche. Tuttavia, il modello complessivo della scuola italiana rimane ancora costruito attorno a un'idea di conoscenza relativamente stabile, disciplinarmente separata e fortemente centrata sulla trasmissione dei contenuti. La rivoluzione digitale mette in crisi proprio questi presupposti. La società contemporanea è caratterizzata da accelerazione continua, trasformazione permanente delle competenze, automazione cognitiva e crescente dipendenza dalle piattaforme digitali. La scuola italiana fatica ancora a confrontarsi pienamente con questa nuova realtà. Molto spesso il digitale viene affrontato come semplice aggiornamento tecnico, mentre la trasformazione in corso riguarda il rapporto stesso tra sapere, apprendimento e organizzazione sociale. In molti casi la scuola continua a utilizzare strumenti culturali progettati per un mondo precedente alla rivoluzione algoritmica. La questione non riguarda soltanto l'introduzione dell'informatica come disciplina. Riguarda la capacità complessiva del sistema educativo di ripensare la propria funzione dentro la società digitale.

2. Il problema delle discipline

Uno dei nodi più difficili emersi durante il dibattito sulle nuove Indicazioni Nazionali riguarda il rapporto tra informatica e organizzazione disciplinare della scuola italiana. Il sistema scolastico italiano possiede infatti una forte tradizione disciplinare. Matematica, fisica, lettere, filosofia, storia e scienze costituiscono non soltanto aree di insegnamento, ma vere identità culturali e professionali consolidate. L'introduzione dell'informatica mette inevitabilmente in tensione questo equilibrio. Molti temono che l'informatica sottragga spazio alle discipline tradizionali. Altri sostengono invece che essa non debba diventare materia autonoma, ma competenza trasversale distribuita all'interno del curricolo.

Entrambe le posizioni colgono aspetti reali del problema. L'informatica possiede certamente una dimensione interdisciplinare molto forte. Essa dialoga naturalmente con matematica, fisica, economia, biologia, filosofia e scienze sociali. Ma proprio questa trasversalità rischia talvolta di renderla invisibile o marginale. Quando una responsabilità appartiene a tutti, spesso finisce per non appartenere realmente a nessuno. La scuola italiana deve quindi affrontare una questione culturale delicata: come integrare l'informatica senza impoverire le discipline esistenti e senza ridurla a semplice supporto tecnico. Il problema non può essere risolto soltanto attraverso una redistribuzione di ore curriculari. Occorre piuttosto ripensare il rapporto tra discipline tradizionali e paradigma computazionale. L'informatica non dovrebbe essere percepita come disciplina concorrente rispetto alla matematica o alle scienze. Dovrebbe invece diventare uno dei linguaggi attraverso cui leggere e collegare la complessità contemporanea. Questo richiede inevitabilmente una trasformazione culturale molto più profonda di una semplice riforma amministrativa.

3. Informatica o alfabetizzazione digitale?

Nel dibattito italiano esiste ancora una forte ambiguità tra informatica e alfabetizzazione digitale. Per molti anni le politiche scolastiche hanno interpretato il digitale soprattutto come insieme di competenze operative, come utilizzare software, navigare online, costruire presentazioni o usare piattaforme collaborative. Questo approccio ha avuto certamente una sua utilità storica. In una prima fase della rivoluzione digitale era necessario garantire almeno un accesso minimo agli strumenti tecnologici.

Oggi però tutto questo non basta più. L'intelligenza artificiale, i sistemi algoritmici e la centralità dei dati hanno reso evidente che il problema non è soltanto utilizzare le tecnologie, ma comprenderne il funzionamento e le implicazioni culturali. Una scuola che insegna soltanto l'uso degli strumenti rischia di produrre cittadini tecnologicamente competenti ma culturalmente dipendenti. L'informatica non può quindi essere ridotta a semplice educazione all'uso del digitale. Essa dovrebbe introdurre gli studenti alla comprensione dei modelli computazionali, degli algoritmi, delle reti, dei dati, dei sistemi intelligenti e del rapporto tra tecnologia e potere. Questo passaggio è fondamentale. La vera alfabetizzazione contemporanea non consiste soltanto nell'utilizzare strumenti digitali, ma nel comprendere la società algoritmica nella quale viviamo. Ed è proprio qui che la scuola italiana si trova ancora in una fase di transizione incompleta.

4. Le resistenze culturali

Molte difficoltà nell'introduzione dell'informatica non derivano soltanto da problemi organizzativi o infrastrutturali. Esistono anche resistenze culturali profonde. Una parte del mondo scolastico percepisce ancora il digitale come minaccia alla cultura tradizionale. Vi è il timore che la tecnologia impoverisca il linguaggio, riduca la concentrazione, favorisca superficialità cognitiva e sostituisca forme più profonde di apprendimento. Queste preoccupazioni non sono del tutto infondate. L'ambiente digitale contemporaneo tende effettivamente a privilegiare velocità, frammentazione dell'attenzione e consumo rapido delle informazioni. Anche l'intelligenza artificiale può produrre dipendenza cognitiva se utilizzata in modo passivo. Ma proprio per questo la scuola non può limitarsi al rifiuto della trasformazione digitale. Ignorare informatica e AI significherebbe lasciare gli studenti completamente esposti alle logiche delle piattaforme senza strumenti critici per comprenderle. La vera alternativa non è tra scuola tradizionale e tecnologia. È tra una società che comprende il digitale e una società che lo subisce passivamente. Esiste poi un'altra resistenza più sottile. Molti docenti e intellettuali italiani continuano a percepire l'informatica come sapere puramente tecnico, privo della dignità culturale tradizionalmente attribuita alle discipline umanistiche o matematiche. Questa visione appare oggi sempre più insostenibile. L'informatica non è soltanto tecnica. È una delle grandi forme culturali della contemporaneità. Non comprenderla significa non comprendere una parte crescente del mondo moderno.

5. Perché questa riforma è decisiva

La questione dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali non rappresenta una semplice riforma curricolare tra le tante. Essa riguarda il futuro culturale della scuola italiana. Per la prima volta dopo molti decenni il sistema educativo si trova infatti davanti a una trasformazione che modifica contemporaneamente il rapporto con il sapere, il ruolo dell'insegnante, la struttura stessa della conoscenza, il significato dell'apprendimento e perfino il rapporto tra esseri umani e macchine. L'intelligenza artificiale rende questa trasformazione ancora più radicale. La scuola non può più limitarsi a trasmettere informazioni facilmente accessibili attraverso sistemi automatici. Deve invece sviluppare capacità critiche, comprensione della complessità, autonomia di giudizio e consapevolezza del rapporto tra tecnologia e democrazia. Per questo motivo l'introduzione dell'informatica nelle Indicazioni Nazionali rappresenta una scelta strategica. Non si tratta semplicemente di insegnare nuove tecnologie. Si tratta di decidere quale tipo di cittadino la scuola italiana voglia formare nel XXI secolo. Una società che non comprende il funzionamento dei sistemi digitali rischia inevitabilmente di perdere autonomia culturale e capacità democratica. La vera posta in gioco non è quindi soltanto la modernizzazione della scuola. È la possibilità stessa di costruire cittadini capaci di comprendere criticamente il mondo che stanno abitando. Ed è proprio da questa consapevolezza che dovrebbe nascere una nuova idea di informatica scolastica: non come appendice tecnica del curricolo, ma come parte essenziale della formazione culturale contemporanea.

Conclusioni

Non formare utenti, ma cittadini

La questione dell'informatica nelle nuove Indicazioni Nazionali non riguarda semplicemente l'introduzione di una nuova disciplina scolastica. Riguarda il modo in cui la scuola italiana intende affrontare una delle più profonde trasformazioni culturali della modernità contemporanea. Per molti anni il digitale è stato percepito soprattutto come insieme di strumenti tecnici. La scuola ha cercato di adattarsi introducendo computer, piattaforme, coding e competenze operative. Tutto questo ha avuto una sua utilità storica, ma oggi appare insufficiente. La rivoluzione algoritmica ha modificato il rapporto stesso tra esseri umani, conoscenza e potere. L'intelligenza artificiale, i sistemi di raccomandazione, le piattaforme digitali e la centralità dei dati stanno trasformando il lavoro cognitivo, la costruzione dell'opinione pubblica, l'organizzazione dell'economia e perfino il funzionamento della democrazia. In questo scenario il problema educativo non può più essere ridotto all'uso delle tecnologie. La vera questione è comprendere il significato culturale della trasformazione digitale. Comprendere significa interrogarsi sul funzionamento degli algoritmi, sul rapporto tra dati e potere, sui limiti dell'automazione, sull'impatto dell'intelligenza artificiale e sulle nuove forme di dipendenza cognitiva prodotte dagli ecosistemi digitali. La scuola del XXI secolo non può limitarsi a formare utenti efficienti di piattaforme tecnologiche progettate da altri. Deve formare cittadini capaci di comprendere criticamente il mondo che stanno abitando. Ed è proprio qui che l'informatica assume una funzione nuova. Non è più soltanto una disciplina tecnica o professionale. Diventa una forma di alfabetizzazione critica della contemporaneità, uno dei linguaggi fondamentali attraverso cui interpretare la società algoritmica. Questo richiede inevitabilmente una trasformazione della scuola. La rivoluzione digitale non modifica soltanto i contenuti dell'insegnamento. Modifica il ruolo dell'insegnante, il significato dell'apprendimento, il rapporto con la memoria, la struttura della conoscenza e l'organizzazione stessa degli ambienti educativi. L'intelligenza artificiale rende tutto questo ancora più evidente. Se una macchina può produrre testi, sintesi, immagini e soluzioni complesse, allora il valore specificamente umano dell'educazione non può più coincidere con la semplice riproduzione delle informazioni. Diventano centrali il pensiero critico, la capacità di costruire significato, la comprensione interdisciplinare, l'autonomia di giudizio e la responsabilità etica. La scuola deve quindi diventare sempre più un luogo di interpretazione critica della realtà e non soltanto di trasmissione del sapere. Questo cambiamento richiede anche una nuova idea di docente. L'insegnante non compete con le macchine sul terreno della velocità o della quantità di informazioni disponibili. Il suo valore consiste nella capacità di guidare gli studenti dentro la complessità del mondo contemporaneo, aiutandoli a distinguere tra informazione e conoscenza, tra autorevolezza e manipolazione, tra uso passivo della tecnologia e comprensione critica dei sistemi. Per questo motivo la formazione degli insegnanti rappresenta probabilmente la sfida più importante delle future politiche educative. Non sarà sufficiente insegnare ai

docenti a utilizzare nuove piattaforme o strumenti digitali. Sarà necessario costruire una nuova cultura pedagogica capace di integrare informatica, intelligenza artificiale e cittadinanza democratica. Anche l'Europa sembra aver compreso progressivamente questa trasformazione. Documenti come DigComp e soprattutto l'AI Act mostrano la crescente consapevolezza che il problema non sia soltanto tecnologico, ma profondamente politico e culturale. Una società che utilizza sistemi intelligenti senza comprenderli rischia inevitabilmente di perdere autonomia democratica e sovranità culturale. La scuola assume quindi una responsabilità storica. Per la prima volta dopo molti decenni il sistema educativo si trova davanti a una trasformazione che modifica contemporaneamente conoscenza, comunicazione, lavoro cognitivo e organizzazione sociale.

Le nuove Indicazioni Nazionali rappresentano perciò un'occasione decisiva. Non per inseguire mode tecnologiche o introdurre superficialmente nuove competenze operative, ma per ripensare il rapporto tra educazione e società digitale. La vera sfida non consiste nell'avere più computer nelle scuole o più piattaforme nelle aule. Consiste nel costruire cittadini capaci di comprendere il significato umano, sociale ed etico della rivoluzione algoritmica. Perché il futuro dell'informatica scolastica non riguarda soltanto la tecnologia. Riguarda il futuro stesso della libertà culturale nella società contemporanea.

Bibliografia

Nardelli, Enrico (a cura di), *Coding e oltre. L'informatica nella scuola*, Lisciani Scuola, Teramo, 2020.

Nardelli, Enrico, *La rivoluzione informatica. Conoscenza, consapevolezza e potere nella società digitale*, Themis, Roma, 2022.

Nardelli, Enrico, "Perché insegnare informatica nella scuola", in *Nuova Secondaria*, anno XLIII, n. 3, 2025, pp. 69–74.

Vespri, Vincenzo, Papini, Paolo, Tortoriello, Francesco Saverio, *La scuola indivisa Insegnare Dante con la Matematica (e viceversa).* Edizioni Studium. 2026

Documenti istituzionali italiani

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, D.M. 16 novembre 2012, n. 254, Roma, 2012.

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, Documento del Comitato Scientifico Nazionale per il curricolo, Roma, 2018.

Ministero dell'Istruzione e del Merito, *Linee guida per le discipline STEM*, D.M. n. 184 del 15 settembre 2023, Roma, 2023.

Ministero dell'Istruzione e del Merito, *Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)*, Roma, 2015.

Ministero dell'Istruzione e del Merito, *Atto di indirizzo politico-istituzionale per l'anno 2025*, Roma, 2025.

Ministero dell'Istruzione e del Merito, *Indicazioni Nazionali per il curricolo – Scuola dell'infanzia e Scuole del Primo ciclo di istruzione*, D.M. 9 dicembre 2025, n. 221, pubblicato in G.U. n. 21 del 27 gennaio 2026, Roma, 2025.
Ministero dell'Istruzione e del Merito, *Le nuove Indicazioni Nazionali per i Licei*, testo per la consultazione pubblica, Roma, 2026.

Documenti europei e internazionali

European Commission, *DigComp 2.2. The Digital Competence Framework for Citizens*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.
European Parliament and Council of the European Union, *Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on Artificial Intelligence (AI Act)*, Official Journal of the European Union, 2024.
European Commission, *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, Brussels, 2019.
UNESCO, *Guidance for Generative AI in Education and Research*, Paris, 2023.
OECD, *Artificial Intelligence and the Future of Skills*, OECD Publishing, Paris, 2021.

Informatica, pensiero computazionale e società digitale

Wing, J. M., "Computational Thinking", *Communications of the ACM*, vol. 49, n. 3, 2006, pp. 33–35.
Papert, Seymour, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, New York, 1980.
Floridi, Luciano, *La quarta rivoluzione. Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2017.
Han, Byung-Chul, *Infocrazia. Le nostre vite manipolate dalla rete*, Einaudi, Torino, 2023.
Postman, Neil, *Technopoly. La resa della cultura alla tecnologia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993.
Morozov, Evgeny, *L'ingenuità della rete*, Codice Edizioni, Torino, 2011.
Harari, Yuval Noah, *Homo Deus. Breve storia del futuro*, Bompiani, Milano, 2017.

AI, educazione e trasformazione cognitiva

Selwyn, Neil, *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*, Polity Press, Cambridge, 2019.
Luckin, Rose, *Machine Learning and Human Intelligence*, UCL Institute of Education Press, London, 2018.
Williamson, Ben, *Big Data in Education. The Digital Future of Learning, Policy and Practice*, Sage, London, 2017.



Vincenzo Vespri

vincenzo.vespri@unifi.it

Vincenzo Vespri è Professore Ordinario di Analisi Matematica presso l'Università degli Studi di Firenze. La sua attività di ricerca riguarda l'analisi matematica, le equazioni alle derivate parziali e le loro applicazioni. Negli ultimi anni ha esteso i suoi interessi a blockchain, crittografia, intelligenza artificiale e data science, sviluppando applicazioni interdisciplinari della matematica. È autore di oltre 170 pubblicazioni scientifiche e ha ricoperto incarichi istituzionali per la promozione delle discipline STEAM e dell'innovazione nella didattica. È socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino e dell'Accademia Peloritana.