

# **Problemi dell'insegnamento nell'era informatica con particolare riguardo alla matematica**

*Biagio Scognamiglio*

## ***Premessa***

Questo saggio breve si articola in coppie di paragrafi. Il primo paragrafo di ciascuna coppia contiene informazioni e riflessioni sui rapporti fra le materie scolastiche e la realtà virtuale. Il secondo paragrafo di ciascuna coppia è dedicato ai processi di insegnamento e apprendimento della matematica mediante l'uso di mezzi computerizzati con particolare riguardo alla navigazione in internet nella pratica quotidiana. Si rende però necessaria un'avvertenza. Il discorso che qui si svolge non tiene conto di quelle lacerazioni del tessuto sociale prodotte dai fenomeni di devianza giovanile con le loro ripercussioni anche nella quotidiana vita scolastica. L'emergenza pedagogica rappresentata dalla miscela di violenza e viltà nella delinquenza minorile richiede ovviamente un discorso a parte, anche perché le famiglie stesse spesso attentano all'autorità dei docenti e perfino certa politica mette in discussione la libertà d'insegnamento. Tuttavia, mentre la ricerca di rimedi alle manifestazioni di patologia sociale attende la sua necessaria risposta, è compito degli educatori adoperarsi con sempre maggior vigore per consolidare l'accoglienza culturale a beneficio della maggioranza di allievi eticamente orientati o orientabili, ancorché "nativi digitali". Si precisa inoltre che, mentre l'accoglienza culturale nella nostra era informatica deve esplicarsi naturalmente a partire dalla scuola dell'infanzia, le seguenti riflessioni si riferiscono prevalentemente alle fasce adolescenziali dei percorsi di studio delle scuole secondarie di secondo grado. Comunque si spera che derivino da ciò utili spunti di riflessione anche per i precedenti gradi di scuola.

“Avrai già avuto modo di notare  
che gli individui naturalmente portati per il calcolo  
sono acuti d'ingegno in tutte le discipline,  
mentre coloro che sono lenti ad apprendere,  
se istruiti e addestrati nell'aritmetica,  
pur non ricavandone altre utilità,  
fanno tutti per lo meno qualche progresso  
e diventano più acuti di prima?”

*Platone*

## ***1. Informatica e discipline***

A decine di anni di distanza dall'avvento di internet Guido Trombetti, Presidente dell'Accademia di Scienze Matematiche e Fisiche, intervenendo in un dibattito sul rapporto fra world wide web e insegnamento riproposto da Alessandro Baricco e Gaetano Manfredi, osserva:

“Se ci si pensa con attenzione c'è un ambito nel quale la rivoluzione del web non è entrata, ed esso è la scuola. [...] In nessun ambito disciplinare, e in nessun grado di scuola, se ne studiano caratteristiche, proprietà, potenzialità”.

È indubitabile che la scuola italiana si sia mossa con enorme ritardo rispetto all'avanzamento delle tecnologie informatiche, se si pensa, ad esempio, che il volume *A scuola con il computer* di Egidio Pentiraro risale al 1984. Tuttavia l'affermazione di Guido Trombetti risulta un po' troppo perentoria. Non sono mancati infatti tentativi sperimentali di porre le basi di una scuola “a realtà aumentata”, nella quale le risorse dell'informatica risultino integrate nei processi di insegnamento e apprendimento. Semmai non è dato riscontrare a tutt'oggi una riflessione davvero approfondita sulla effettiva positività degli apporti della rete alle singole discipline e sulle eventuali controindicazioni inerenti al rischio di avviarsi invece verso una scuola “a realtà diminuita”, ancor più deficitaria nei contatti vivi in presenza. Per non parlare del rischio di una nuova schiavitù, aggettivabile come tecnologica, informatica, digitale, su cui non manca un'allarmata letteratura con riguardo a Internet Addiction Disorder.

Per quanto concerne internet, finché navigare in rete rimarrà avventura di un Ulisse semiotico, per usare l'espressione di Gianfranco Bettetini, alla ricerca di un approdo senza rotta da seguire, ogni progetto di rinnovamento pedagogico aperto agli apporti delle tecnologie informatiche alla didattica di ciascuna disciplina resterà carente e l'impegno degli studiosi per superare l'incertezza socioculturale rimarcata da Guido Trombetti si troverà ad essere priva di positive ricadute nel vivo dell'insegnamento.

Comunque alle soglie del 2020 si registra a livello sia nazionale che internazionale con maggiore o minore risalto e valore qualitativo una diffusa presenza delle cosiddette “buone pratiche”, anche se esse non hanno avuto un tempestivo assetto sistematico. A questa carenza il MIUR si è proposto di rimediare con l'iniziativa “Scuola Digitale 2019”:

“Il MIUR promuove una raccolta di Buone Pratiche di innovazione didattica e digitale delle scuole di ogni ordine e grado nelle aree del *making*, del *coding*, della

robotica educativa, dell'*internet* delle cose (IoT), *Gaming* e *Gamification*, dei laboratori impresa 4.0, STEM e STEAM, inclusione e accessibilità, arte, musica e cucina digitale, *web* radio e tv”.

C'è un po' di tutto in questo linguaggio alla moda, infarcito com'è di anglicismi, mentre l'intenzione di coinvolgimento viene così esplicitata:

“Durante quest'anno scolastico, l'iniziativa nazionale di diffusione delle azioni del Piano nazionale per la scuola digitale si svolgerà a Genova, dove dal 4 al 6 aprile 2019 migliaia di studenti, docenti, personale scolastico, dirigenti, genitori ed esperti animeranno le piazze e il luoghi centrali della città di Genova per raccontare, documentare, testimoniare il processo di innovazione digitale della scuola italiana”.

Nel frattempo gli sviluppi della pedagogia contemplano, fra l'altro, la sperimentazione della *flipped classroom* (classe capovolta). Questa strategia si avvale delle nuove tecnologie informatiche, che consentono agli alunni di passare dallo studio domestico allo studio assistito in classe, come illustrato ormai da siti dedicati alla matematica del tipo <https://matematicacapovolta.it>. Quindi l'impegno degli studiosi, nonostante le tante difficoltà a cui essi vanno incontro, non è mancato nel tempo. Ad esempio, per quanto riguarda le discipline umanistiche, possiamo ricordare gli Atti dei Convegni *Computer, Literature and Philology* di Roma (1999) e Alicante (2000) pubblicati nel 2003 col titolo *Informatica umanistica. Dalla ricerca all'insegnamento*: Convegni particolarmente significativi, perché mostrano l'intento di superare i confini del dibattito accademico per contribuire alla qualità dell'insegnare e dell'apprendere mediante l'utilizzo delle risorse informatiche, articolandosi in due sezioni: *Verso un curriculum di informatica umanistica: questioni aperte* e *Archivi, corpora e biblioteche digitali: strumenti per la ricerca e l'insegnamento*. Scrive Tito Orlandi in prefazione:

“L'informatica umanistica non vuole morire. Conculcata, negata, misconosciuta, essa riaffiora nel testardo lavoro di alcuni studiosi maturi, e nell'entusiasmo di alcuni giovani, che vedono la via giusta, e non vogliono lasciarsene distogliere”.

In letteratura esistono anche altri apporti disciplina per disciplina. Gabriella Pietrantoni ricorda fra l'altro per il Latino l'utilità degli indici analitici delle opere, le opportunità offerte dall'informatica documentaristica e dall'informatica linguistica, le possibilità ipertestuali,

le modalità d'insegnamento a distanza, e potremmo aggiungere che uno dei vantaggi di internet è la presenza di siti come <https://www.thelatinlibrary.com>, che consente la consultazione di testi latini digitalizzati. Beatrice Caputo nella sua tesi di laurea su tecnologie multimediali e lingue classiche sottolinea fra l'altro l'utilità che può offrire un laboratorio informatico di Latino e Greco e la possibilità di diffusione del patrimonio culturale classico nel mondo globalizzato consentita da internet (Digital Culture Humanist Heritage). Non manca l'attenzione ai rapporti fra informatica e insegnamento della Storia, come si può vedere, ad esempio, sul sito <https://www.jstor.org>. I rapporti tra Filosofia e informatica sono stati oggetto di studio da parte di Alessandro De Cesaris e Francesco Striano, i quali si soffermano su filosofia, retorica e comunicazione digitale ovvero mediata dal computer (Computer-Mediated Communication – CMC). Per Jack M. Wilson e Edward F. Redish, docenti di Fisica presso l'Università del Maryland, l'uso del computer rivoluziona non solo il modo in cui si insegna la Fisica, ma anche quale Fisica si insegna. Un gruppo di esperti riferisce alla Commissione Europea sull'importanza dell'educazione scientifica per una cittadinanza responsabile ed è evidente che l'informatica può dare un apporto prima impensabile alla diffusione di pratiche educative in tal senso nel più vasto ambito. Presso l'Università di Cambridge si lavora ai metodi di insegnamento della Storia dell'Arte con le nuove tecnologie. E così via.

Fatto sta che, nonostante da tempo sia disponibile a stampa e in rete sia in italiano che in inglese e in altre lingue una vasta letteratura specialistica sull'argomento, i processi di apertura alle tecnologie informatiche nella scuola italiana restano sordinati e stentano ad avviarsi in forma istituzionale, accusando un ritardo di decenni, nonostante l'esistenza del Piano Nazionale Scuola Digitale. Il ritardo è dovuto a diversi fattori. Assume particolare risalto una sorta di riedizione del contrasto tra apocalittici e integrati a causa di una perplessa resistenza dei tradizionalisti alle innovazioni, da una parte, e di uno scriteriato entusiasmo degli innovatori, dall'altra. Ancor più deleterio è il verticistico scollamento del livello ministeriale dagli operatori sul campo verificatosi a partire dalla soppressione degli IRRSAE (Istituti Regionali per la Ricerca, la Sperimentazione e l'Aggiornamento Educativo) e dal ridimensionamento degli Ispettori Tecnici, poi Dirigenti Superiori per i Servizi Ispettivi del MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca), un tempo dislocati territorialmente previo rigoroso accertamento concorsuale

delle specifiche competenze nelle diverse aree del sapere. Si aggiunga che alla cancellazione dell'apporto di una capillare ricognizione sul campo dei vari contesti scolastici è subentrata una controproducente pretesa di misurazione dei risultati dell'insegnamento e dell'apprendimento ad opera dell'INVALSI (Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo). È ovvio inoltre che in mancanza di una consistente allocazione di risorse sul territorio, promessa ripetuta e non mantenuta nel tempo, nessun valido e diffuso programma di integrazione fra discipline e informatica potrà mai decollare.

In questa era informatica siamo di fronte a un formidabile problema pedagogico. Sul sito <https://www.tecnica.della.scuola.it> si può riandare a quanto affermato dal pedagogo Adolfo Scotto di Luzio durante un Convegno tenutosi a Roma il 5 ottobre 2018 sul tema *il ruolo dell'insegnante nella scuola della società liquida* in occasione della "Giornata mondiale dell'insegnante" istituita dall'UNESCO. Il pedagogo, proponendosi di difendere la *auctoritas* dell'insegnante, come è giusto che ci si proponga, giunge però ad affermazioni estreme, per non dire estremistiche, quando addita Maria Montessori e don Lorenzo Milani come "nemici culturali della scuola italiana", auspicando una controffensiva autoritaria:

"Se non si parte da questa revisione culturale, il professore italiano non costruirà alcuna autorevolezza, in modo che riparta finalmente dall'asimmetria: il docente dà ordini e l'adolescente apprende".

Si tratterebbe di ordini impartiti magari dall'alto del podio su cui secondo Ernesto Galli della Loggia dovrebbe collocarsi la cattedra del docente. È facile replicare che elevarsi su una pedana non garantisce la necessaria autorevolezza. Si trascurano le responsabilità delle famiglie nell'assecondare le deviazioni giovanili. Non ci si dà pensiero di un fenomeno allarmante con la presenza in rete del delinquenziale videogame "Don't Whack Your Teacher" ("Non picchiare il tuo professore"). Questi sono i problemi, altro che cattedra come mezzo per ottenere rispetto! Visionate quel videogame. Chiedete al Ministro competente di visionarlo e procedere alla denuncia con richiesta di rimozione immediata dalla rete.

È possibile ripartire dall'asimmetria, o tale ripartenza nella scuola che è della società liquida, ma anche dell'era informatica, si configura come retrotopia nel senso di Zigmunt Bauman? Non vogliamo dire che a scuola debbano avere cittadinanza congegni come tablet e wi-fi che diffondono

onde elettromagnetiche come nel Piano Nazionale di Scuola Digitale e nell'Agenda Digitale per l'Europa: dato che l'esposizione ad esse è pericoloso per la salute, auspichiamo che tali congegni vengano messi al bando almeno dalle aule e che si impedisca agli studenti di usarli di nascosto in orario scolastico. Riteniamo però che l'uso scolastico ed extrascolastico del personal computer oculatamente ponderato sia positivo. Navigare in internet consente di accedere a una messe di informazioni utili in tempi brevi fino all'istantaneità rispetto alla consultazione delle enciclopedie cartacee. L'utilizzo del computer consente di operare in ambiente virtuale in un modo creativo tradizionalmente non praticabile. Il problema consiste sia nell'impedire che la rapidità consentita dalla consultazione elettronica vada a scapito della concentrazione, della riflessione e del discernimento, sia nell'evitare che il computer, invece di essere strumento dello studente, trasformi lo studente in un proprio strumento, come minaccia di fare l'esaltazione scriteriata del pensiero computazionale. È triste vedere scolari isolati da tutti, ciascuno alle prese con un computer a lezione di *coding* per diventare programmatori.

### ***1.1 Informatica e matematica***

In Italia si può riscontrare la tendenza a fare di matematica e informatica due discipline separate. È una separazione che interessa tutte le altre discipline, ma nel caso della matematica assume caratteristiche particolarmente inquietanti, come se l'intera storia del pensiero matematico ai livelli ministeriali sia considerata in subordine ed emarginata. L'enfasi cade sempre sull'informatica come materia a sé stante e il pensiero computazionale viene considerato scisso dalla logica matematica. Come osserva Emilio Ambrisi nel suo editoriale dedicato alla ricerca della via da seguire per la scuola in campo matematico, è in atto un processo di disintegrazione che a tale campo non si limita, ma investe tutte le discipline, facendo di questa nostra era un'era di separazione delle conoscenze, definite "saperi" con un plurale emblematico che ne adombra malauguratamente una scissione non suscettibile di rimarginarsi. Invece Edgar Morin, nell'elencare i "sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur", avverte che si tratta di "saperi" da integrare. L'impresa culturale in senso lato e pedagogica in senso stretto è quella di salvaguardare le specializzazioni, senza venir meno all'esigenza di un sapere unitario,

animato dalla tensione verso una risposta globale al desiderio di conoscenza insito nell'umanità.

È significativo in proposito il contributo del matematico e storico della scienza Lucio Russo, che dà a un suo denso volumetto un titolo di per se stesso eloquente: *La cultura componibile. Dalla frammentazione alla disgregazione del sapere*. I fenomeni di frammentazione e disgregazione, egli scrive, traggono origine dalle sfere psicologiche dei soggetti detentori di ciascun diverso sapere specialistico:

“Una delle conseguenze dello specialismo coniugato alla sua inseparabile compagna, la distruzione della cultura condivisa, è il malcelato disprezzo reciproco degli specialisti dei diversi settori”.

La situazione si rivela ancor più drammatica, perché anche all'interno di un settore oggi particolarmente delicato, qual è quello della matematica, sussistono divergenze e gelosie di mestiere, tali da vanificare l'intento di coalizzarsi per contrapporsi a intralci di derivazione ministeriale, come riferisce Emilio Ambrisi per diretta esperienza.

All'auspicabile processo di convergenza, che interessa in modo particolare informatica e matematica, la cosiddetta realtà virtuale può dare un suo apporto? Secondo Pierre Lévy, essa favorisce una “intelligenza collettiva”: su questo possiamo concordare con lui, anche se non possiamo accettare che si tratti di una “intelligenza collettiva” disincarnata.

Intanto non possiamo trascurare il fatto che sia toccato proprio a un responsabile della diffusione di Facebook lanciare l'allarme: per Chamath Palihapitiya c'è il pericolo che il sé individuale in ambiente informatico venga riprogrammato. Resta sottinteso che la riprogrammazione colonizzerebbe lo spazio e il tempo dell'io e verrebbe meno così il legame fra la matematica e il sé esistenziale.

## ***2. Buone intenzioni e discipline***

Ben sappiamo che alle precedenti constatazioni si risponderà col menzionare, ad esempio, l'esistenza del PNSD (Piano Nazionale Scuola Digitale), “documento di indirizzo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca per il lancio di una strategia complessiva di innovazione della scuola italiana e per un nuovo posizionamento del suo sistema educativo nell'era digitale”, collegato alla cosiddetta “Buona

Scuola” (Legge 107/2015). “Questo non è un libro di buone intenzioni”, si legge all’ultima delle centoquaranta pagine del documento, volendo con ciò significare che ci si adopererebbe per realizzare un piano complesso e articolato di adeguamento della scuola italiana alle esigenze della realtà digitale. Né sono mancate iniziative mirate a un utilizzo dell’informatica per ricerche specifiche presentate come “sfide”: è il caso dell’iniziativa di #HackCultura2019 supportata dall’INDIRE (Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa). Purtroppo iniziative del genere vengono presentate con un retorico tono pubblicitario che si avvale anche di un esotismo linguistico come presunta garanzia di ammodernamento. Assistiamo a tentativi più o meno consapevoli di impoverimento del patrimonio culturale, come si deduce dalle polemiche contro la cultura classica, dall’idea di ridimensionare, se non abolire, lo studio della storia, o anche dall’esaltazione del pensiero computazionale quale nuova e autonoma forma di pensiero, come se lo si potesse disconnettere dal pensiero matematico titolare delle proprie forme di logica. Si tende così a ridurre i tempi di insegnamento-apprendimento delle discipline a favore di ricerche sponsorizzate da enti estranei alla scuola.

Resta intanto il fatto che la riflessione sulle caratteristiche di internet in rapporto alle discipline di studio, anche se non è del tutto assente, risulta priva del dovuto risalto. A ciò si aggiunga che resta gravemente difettoso lo studio dell’informatica come materia a sé stante: l’enfasi cade infatti sull’informatica come risorsa culturale privilegiata in termini di “istruzione” e non come risorsa per il cui uso sia necessaria una forma di “educazione”. Da tempo invece avrebbe dovuto essere inserita nei programmi scolastici: dalla scuola per l’infanzia alla scuola elementare, media e secondaria di primo e secondo grado una nuova disciplina denominata per l’appunto “Educazione informatica”.

## ***2.1 Buone intenzioni e matematica***

Per l’attuazione di qualsiasi progetto la collaborazione è indispensabile. Nemmeno lo studioso raccolto in isolamento è solo, perché anche nel silenzio della sua meditazione egli ode le voci dell’intersoggettività. Agire sinergicamente si rende necessario per qualsiasi disciplina e in particolar



modo per la matematica, da riconoscere coinvolta in ogni progetto multi-inter-trans-co-disciplinare. Sul piano co-disciplinare, come teorizzato da Claudine Blanchard-Laville, il pensiero matematico concorre (nel duplice senso di cooperare e competere) con le altre discipline in vista della soluzione di problemi. Ai progetti culturali che interessano letteratura e altre arti, storia, filosofia, diritto, economia, scienze umane, scienze della natura, attività sportive, fino all'esistenza stessa, la matematica non è estranea.

Questa prospettiva resta purtroppo priva del debito risalto in quelle realtà in cui alla matematica militante si contrappongono impostazioni verticistiche e burocratiche, tali da provocare dispersione e scollamento delle energie a causa della divergenza dei progetti di riforma scolastica rispetto alle autentiche esigenze pedagogiche. A favore di un'auspicabile sintonia si va pronunciando da decenni la *Mathesis* con gli editoriali sul Periodico di Matematiche a firma di Emilio Ambrisi, il quale, ad esempio, affronta il problema del rapporto fra matematica e storia e ci fa sentire e comprendere quanto sia assurdo separare queste due discipline. È un oltraggio alla matematica, come a rinnovare il martirio di Ipazia, scambiarla per mero calcolo e arido formulario. La storia della matematica ha i suoi "grandi matematici", i suoi "grandi capitoli", i suoi "grandi momenti", i suoi "grandi teoremi", scrive lo studioso. Gli preme sottolineare in particolare l'importanza delle biografie e delle autobiografie dei matematici, per recuperare il senso, da trasmettere agli allievi, della matematica vissuta e vivente, che vada "oltre le discipline e i quadri orari". Poiché un piano governativo in tale direzione è tanto auspicabile quanto assente, al punto che ci si può trovare come smarriti sulla direzione da seguire, egli interpreta tale esitazione col chiedere: "Quod scholae sectabor iter?",

Le rotte per navigare in rete con la molteplicità dei possibili approdi sono state da tempo oggetto di apposite ricerche con riguardo alla matematica. Risale al 2001 la pubblicazione di *Matematica e Internet*, che offre "Risorse di Rete in Matematica, Produzione di Materiale Matematico, Comunicazione in Rete, Percorso guidato". Fra i tanti percorsi uno particolarmente coinvolgente e gratificante può essere quello tracciato, ad esempio, dalla insegnante e consulente di matematica Theoni Pappas, che conseguì il dottorato alla Stanford University, impegnata a far scoprire la matematica nella natura, nella musica, nell'architettura, nella storia e nella letteratura, come recita il sottotitolo della sua opera *Le gioie della*

*matematica*. E a questa impresa l'informatica, come vedremo, può arrecare un importante contributo. Purtroppo l'enfasi ingegneristica sul pensiero computazionale comporta la separazione di quest'ultimo dalle diverse discipline e in particolar modo dalla matematica, come se esso fosse sciolto dalle logiche proprie di questa disciplina fondamentale.

Orsola Valente in *Dal pensiero computazionale al "coding" (o dal "coding" al pensiero computazionale)* mostra invece come si debba riconoscere all'informatica la sua collocazione all'interno della matematica, pur possedendo una sua specificità :

*"L'elaborazione automatica delle informazioni richiede sistemi formali di rappresentazione, il che la pone nell'ambito del pensiero matematico; ma diversamente dalla matematica essa molto esplicitamente riceve la sua legittimazione da una precisa committenza sociale: essa esiste ed evolve in quanto usata per risolvere problemi e ciò garantisce più facilmente un corretto rapporto con la realtà".*

Corre però l'obbligo di osservare che la "precisa committenza sociale" tende sempre più a orientarsi verso quella che chiameremo "precisa committenza politica" mirata a un profitto spesso sganciato dall'etica e foriero di disastri per l'umanità.

### ***3. Apprendimento e neuroscienze***

Educare all'uso delle risorse informatiche significa innanzitutto rendere gli alunni consapevoli degli aspetti positivi e negativi che la navigazione nell'oceano virtuale comporta, mettendo da parte ogni esaltazione o demonizzazione aprioristica dell'uso del computer. Con linguaggio appropriato ai diversi livelli scolastici occorre far conoscere in primo luogo le modifiche sull'apprendimento che tale uso comporta, basandosi sui risultati salienti delle ricerche sperimentali nel campo delle neuroscienze.

Le tecnologie informatiche, come è dato constatare con sempre maggiore evidenza, tendono a personalizzare gli automi e a spersonalizzare gli esseri umani. L'influsso di questa tendenza sulla sfera cerebrale umana costituisce un importante campo di ricerca dell'odierna neurologia. Nicholas Carr, consulente dell'*Encyclopaedia Britannica*, mette in rilievo le modifiche cerebrali, localizzate sperimentalmente nella corteccia

prefrontale dorsolaterale, che l'immersione in internet va apportando agli utenti della rete:

“Decine di studi di psicologi, neurobiologi, educatori e progettisti web arrivano alla stessa conclusione: quando andiamo online entriamo in un ambiente che favorisce la lettura rapida, il pensiero distratto e affrettato, e l'apprendimento superficiale”.

La plasticità neurologica si accompagna quindi a una deconcentrazione dovuta al mutamento delle connessioni sinaptiche, tale da favorire una migrazione o secessione della coscienza e della conoscenza dalla realtà spaziotemporale primaria a una realtà spaziotemporale secondaria, quella dell'universo, o meglio multiverso, virtuale. Nella “realtà virtuale”, così definita dall'informatico Jaron Lanier, si verificano fenomeni di alterazione dei sensi (ad eccezione del gusto e dell'olfatto). L'alterazione della vista dipende dall'attrazione dello schermo e dai movimenti oculari che su di esso si attivano. L'alterazione dell'udito deriva dai segnali sonori di ambienti come windows e simili. L'alterazione del tatto può derivare dallo schermo tattile detto *touch screen*. Da ciò deriva la genesi di un sé sinaptico, ovvero un mutamento del sé tale da riverberarsi nella quotidianità al di fuori dell'esperienza virtuale e dare origine a una forma di dipendenza dall'uso del personal computer. Si determinerebbe così una sorta di scissione della sostanza pensante dalla sostanza estesa di cartesiana memoria.

### ***3.1 Apprendimento matematico e neuroscienze***

Nell'era dei “nati liquidi” il problema dell'identità assume particolare rilievo, come dimostrano iniziative del tipo “Festival di psicologia – Io sono qui” Roma, 31.5, 1. 6, 2.6 2019). Anche nell'affrontare le modalità dell'apprendimento matematico, occorre cercare innanzitutto di risolvere il problema dell'identità digitale del discente, il quale in ambiente virtuale può trovarsi, come in effetti si trova, dimidiato fra un atteggiamento passivo che comporta una fruizione inconcludente e un'attitudine creativa intesa come capacità di costruire il sapere. Tale problema, tradizionalmente riservato a competenze filosofiche e pedagogiche a sé stanti, va oggi affrontato con il concorso delle diverse scienze umane e in particolar modo della neurologia, che consente di considerare l'identità

alla luce delle ricerche sperimentali sulla sfera cerebrale. In questo ambito non si può prescindere dall'apporto di Stanislas Dehaene, scienziato cognitivista, docente di Psicologia cognitiva sperimentale al Collège de France, specialista dei rapporti fra neurologia e matematica, Nel campo della neuropsicologia conoscitiva è in pieno svolgimento da diversi decenni lo studio sperimentale degli effetti delle lesioni cerebrali sulle capacità matematiche. Le scoperte sono sorprendenti. Diversi guasti del funzionamento del cervello danno origine a diverse alterazioni delle capacità di calcolo, come nel caso dell'epilessia aritmetica. Nel funzionamento normale l'attività della corteccia prefrontale concatena i moduli costituiti da reti di neuroni, formando i modelli aritmetici e algebrici. I modelli algebrici risultano "largamente indipendenti dalle reti del calcolo mentale". La corteccia parietale inferiore è specializzata nel trasformare i simboli in quantità. Studiare con l'ausilio delle moderne strumentazioni il rapporto fra cervello e matematica genera uno stupore paragonabile a quello che si potrebbe provare nell'esplorare un remoto pianeta:

"Come non meravigliarsi davanti alla possibilità di misurare, dall'esterno, i mutamenti fisiologici sui quali si basano i nostri processi di pensiero?"

. Nell'attuale clima di esaltazione del pensiero computazionale ad opera dei funzionalisti, prendendo altresì posizione contro il filone novecentesco dei formalisti logici, Stanislas Dehaene respinge decisamente l'equazione "cervello = computer", evidenziando la distinzione fra l'analogico (cervello) e il digitale (computer) e rimarcando il legame del "calcolo della ragione" con la "sintassi delle emozioni" già segnalato da Antonio Damasio.

Alla luce di questi risultati va affrontato il problema della "crisi della matematica", sulla quale è intervenuto Emilio Ambrisi, riferendosi alla difficoltà di controllo delle dimostrazioni dovuta a "buchi o salti logici", alla loro complessità che può estrinsecarsi in un "teorema policefalo, non dominato da una sola mente", alla minaccia di perdita del significato dovuta alla "enorme quantità di letteratura disponibile", alla pretesa degli informatici di affermare la superiorità del pensiero computazionale. Pretesa che va fermamente respinta:

"La matematica è un soggetto creativo, non procedurale, e i matematici sono esseri umani ai quali piace confrontarsi e lavorare in gruppo e che non amano essere

impantanati dai dettagli. Chiedere loro di attenersi sempre al rigore delle procedure è come chiedere loro di lavorare come macchine. [...] Scienziati informatici e matematici formano due tribù diverse, imparentate sì, ma con differenze essenziali”.

Di questo avviso non è Conrad Wolfram, che dal campo di battaglia della tecnologia informatica invoca una riforma dell’educazione matematica nei termini della “Computer-Based Math” (si può vedere in proposito l’omonimo sito <https://www.computerbasedmath.org>). Secondo Conrad Wolfram bisogna abbandonare il calcolo e abbracciare l’uso del computer:

“Calculating is the machinery of math – a means to an end”.

Nell’infervorata quanto interessata visione di Conrad Wolfram gli informatici dovrebbero spodestare i matematici, senonché le posizioni sopra richiamate di Stanislas Dehaene e di Emilio Ambrisi dimostrano dai rispettivi versanti neurocognitivo e matematico puro quanto sia retrograda la sua posizione apparentemente progressista, perché le ricerche sperimentali sul funzionamento analogico del cervello matematico devono a buon diritto progredire e perché l’assenza di emozioni esistenzialmente vissute nel funzionamento digitale del computer comporta una disumanizzazione della matematica.

#### *4. Le ore di lezione*

“Ora di lezione” è un’espressione convenzionale, che nell’era informatica appare non più appropriata; e in effetti l’impegno di lavorare con le discipline in ambiente informatico comporta un ripensamento del concetto stesso di tempo, da una parte dilatato, dall’altro contratto. Dilatato, perché l’uso del personale computer consente a docenti e allievi di proseguire le loro esplorazioni del sapere oltre lo spazio e il tempo scolastici in forme potenziate rispetto agli strumenti tradizionali del sapere, per di più interagendo nell’ambiente informatico o virtuale che dir si voglia. Contratto, perché il medium informatico tende a dislocare la concentrazione a scapito della profondità di riflessione: nella sua rapidità si cela l’insidia della superficialità. Per non parlare, poi, dei malfunzionamenti tecnologici che possono malauguratamente sopraggiungere con le connesse conseguenze.

Inoltrarsi nell'ambiente informatico comporta una presa di coscienza del dibattito sulla realtà virtuale. Per avviare il discorso, partiamo dalla definizione di *virtual reality* fornita su <https://en.wikipedia.org>:

“*Virtual reality* is an experience taking place within simulated and immersive environments that can be similar to or completely different from real work”.

Nella discussione sull'argomento non va ignorata la posizione del filosofo Pierre Lévy, docente presso il Dipartimento Hypermédia dell'Università di Parigi VIII, per il quale il virtuale è il possibile e non si contrappone al reale. La storia dell'umanità, egli sostiene, è un processo di virtualizzazione, concetto già implicito nella concezione aristotelica del passaggio dalla potenza all'atto. La realtà virtuale è per lui il “proseguimento dell'omnizzazione”:

“Il virtuale non è affatto il contrario del reale, ma un modo anzi di essere fecondo e possente, che concede margine ai processi di creazione, schiude prospettive future, scava pozzi di senso al di sotto della piattezza fisica immediata [...] Non è affatto vero che si tratta di un mondo falso o immaginario. Anzi, la virtualizzazione è la dinamica stessa del mondo comune, è ciò in virtù del quale noi condividiamo una realtà”.

Pierre Lévy giunge a ipotizzare una “quasi presenza” del corpo nella realtà virtuale e per fortuna si ferma a quel “quasi”, senza chiarire in che cosa consista effettivamente la “presenza”. Le questioni dell'identità e dell'alienazione all'interno della realtà virtuale non ricevono soddisfacente spiegazione nel suo sistema filosofico, che risente di un mal dissimulato influsso neoidealistico: infatti secondo lui “virtualizzandosi il corpo si moltiplica” e forma “l'ipercorpo dell'umanità”. Si torna così alla famosa formula hegeliana “Was vernünftig ist, das ist wirklich; und was wirklich ist, das ist vernünftig”, trasformata in “Was virtuell ist, das ist wirklich; und was wirklich ist, das ist virtuell”. Volendo ricordare un'altra ascendenza filosofica fra le tante possibili, in tale sistema a dispetto di Arthur Schopenhauer il mondo della rappresentazione (*Vorstellung*) fagociterebbe in sé il mondo della volontà (*Wille*). Se poi si pensa alla corrente psicoanalitica novecentesca da Sigmund Freud a

Jacques Lacan, vien fatto di chiedersi quale sia il posto dell'inconscio nella realtà del virtuale e nel virtuale della realtà. Alla luce del pensiero di Pierre Lévy si potrebbe incorrere nell'errore di proiettare interamente le problematiche dei rapporti fra discipline e informatica in una sfera virtuale, trascurando le componenti della realtà vissuta ad essa estranee. Sostituiremmo interamente il dualismo di reale e virtuale col monismo del virtuale, considerato da Pierre Lévy addirittura "nuova dimora del genere umano".

Parlando del virtuale, accade di ignorare o travisare il problema della realtà, che riguarda la filosofia della scienza. Il docente universitario di esperienza internazionale Tomas Maldonado, nell'affrontare il problema, si sofferma sulla tendenza alla dematerializzazione nell'odierno scenario ipertecnologico, ponendo questa domanda cruciale:

"È credibile, nel senso di verosimile, che la nostra realtà futura diventerà un mondo costituito solo di presenze ineffabili, un mondo privo di materialità e di fisicità?"

La risposta di Tomas Maldonado è giustamente negativa. Egli conviene col filosofo polacco Stanislaw Lem che nella società odierna è diffusa una "strana predilezione della cultura moderna per i costrutti illusori con funzione vicaria, sostitutiva e addirittura alternativa nei confronti della realtà".

In ogni caso occorre chiedersi fino a che punto l'utilizzo delle nuove tecnologie possa modificare il tradizionale rapporto asimmetrico fra l'insegnante in cattedra e la classe nei banchi, fino a farlo ritenere superato da un nuovo modello interattivo capace di migliorare le prestazioni dei soggetti interessati. A questo tipo di ricerca non possono dare certo utile contributo posizioni come quelle già citate di Adolfo Scotto di Luzio o Ernesto Galli Della Loggia, che sorvolano disinvoltamente sul rapporto fra "aula reale" e "aula virtuale". Eppure già negli anni Novanta erano disponibili gli elementi essenziali del dibattito su tale rapporto, come si desume, ad esempio, dai saggi sulla pedagogia dell'*e-learning* redatti o raccolti da Roberto Maragliano, focalizzati sulla problematica concernente le figure dei docenti e dei discenti in ambiente informatico.

Tutto ciò va considerato anche e soprattutto alla luce dell'erotica dell'insegnamento richiamata da Massimo Recalcati nel solco di una tradizione che va dall'eros platonico alla psicoanalisi freudiana e

lacaniana. Se si vuole attivare un'autentica sinergia fra docenti e allievi, è necessario l'instaurarsi di quell'umana sintonia che è capace di trasformarsi in simpatia come condivisione di emozioni legate alle soste più o meno prolungate e agli avanzamenti più o meno progressivi nel comune impossessamento del sapere: comune, perché il sapere stesso viene sempre nuovamente acquisito dal maestro nel momento in cui lo acquisiscono i discepoli. Insegnare ed apprendere si risolvono così in un costruire collettivo, che procede oltre la costrizione dell'ora di lezione. In questo senso si esprime Guglielmo Trentin nel richiamare il valore pedagogico della cooperazione. Analizzare questo processo costruttivistico nel momento in cui dalla realtà vivente ci si addentra nell'ambiente informatico comporta la riflessione su una serie di fattori interagenti nell'ora di lezione in espansione, esplicabili con l'apporto delle scienze umane. Tra i fattori da prendere in esame assume particolare rilievo la corporeità: di qui l'importanza di una riflessione approfondita sulla prossemica.

#### 4.1 *Le ore di matematica*

Dovremmo riconoscere che l'ambiente virtuale, se frequentato male, può diventare dispersivo e noioso. Dispersivo, quando ci si smarrisce nella sterminata molteplicità di informazioni. Noioso, quando l'esposizione dei contenuti si risolve in mere proiezioni delle lezioni cattedratiche. Come possiamo vivacizzare un simile ambiente? Giocandoci con serietà.

Bisogna mettere la matematica in gioco. Con ciò intendiamo riferirci alla dimensione antropologica del gioco, come illustrata dallo storico Johan Huizinga in *Homo Ludens* e come aggiornata da Joost Rassens dell'Università di Utrecht con riferimento all'ambiente virtuale in *Homo Ludens 2.0*.

Giocare con la matematica è stato un divertimento regalatoci da Eugène Ionesco col suo atto unico, al quale si può assistere su youtube, intitolato *La lezione*. Stanislas Dehaene non ha resistito alla tentazione di inserirne uno stralcio in un suo lavoro scientifico e non resistiamo nemmeno noi.

“ [...] *Professore*. Quanto fa uno più uno?

*Allieva*. Uno più uno fa due.

*Professore (stupito dalla sapienza dell'allieva)*. Magnifico, magnifico! Lei mi sembra molto molto ferrata. Otterrà facilmente la libera docenza totale, signorina.

*Allieva*. Ne sono felice. Soprattutto perché me lo dice lei.



*Professore.* Facciamo un passo avanti: quanto fa due più uno?

*Allieva.* Tre.

*Professore,* Tre più uno?

*Allieva.* Quattro.

*Professore.* Quattro più uno?

*Allieva.* Cinque.

*Professore.* Cinque più uno?

*Allieva.* Sei.

*Professore.* Sei più uno?

*Allieva.* Sette.

*Professore.* Sette più uno?

*Allieva.* Otto.

*Professore.* Sette più uno?

*Allieva.* Otto bis.

*Professore.* Eccellente risposta. Sette più uno?

*Allieva.* Otto ter.

*Professore.* Stupendamente. Brava. Sette più uno?

*Allieva.* Otto quater. E talvolta nove.

*Professore.* Magnifico, signorina, lei è magnifica. Lei è deliziosa. Felicitazioni calorose. Non è il caso di continuare. Ora proviamo la sottrazione. Mi dica, se non è troppo stanca, quanto fa quattro meno tre?

*Allieva.* Quattro meno tre? ... Quattro meno tre?

*Professore.* Sì, vale a dire: tolga tre da quattro.

*Allieva.* Fa ... sette?

*Professore.* Mi scusi, ma sono costretto a contraddirla. Quattro meno tre non fa sette. Lei si confonde: quattro più tre fa sette, quattro meno tre non fa sette ... Adesso non si tratta più di addizionare, bisogna sottrarre.

*Allieva (sforzandosi di capire).* Sì ... Sì.

*Professore.* Quattro meno tre fa ... Quanto? ... Quanto? ...

*Allieva.* Quattro?

*Professore.* No, signorina, non ci siamo.

*Allieva.* Tre, allora.

*Professore.* Neppure, signorina ... Scusi, ma devo dirglielo ... È sbagliato ... Mi scusi tanto ...

*Allieva.* Quattro meno tre ... Quattro meno tre ... Quattro meno tre? Non farà mica dieci, per caso?

*Professore.* Oh no! Certamente no, signorina. Non si tratta d'indovinare, bisogna ragionare [...]"

Dopo esserci addentrati nella dimensione spaziotemporale dell'ambiente virtuale, dobbiamo riportarcene al di fuori, rientrando nella dimensione spaziotemporale dell'ambiente reale, e viceversa. Questo andirivieni diventa il presupposto della serietà del gioco. Così ci approntiamo alla

competizione del sapere. Per questo agone dobbiamo ovviamente avere disponibilità di risorse materiali e risorse virtuali. A queste ultime possiamo accedere rapidamente grazie a google, ottimizzando i tempi col copia e incolla di indirizzi internet preventivamente salvati in un documento word fungente da repertorio o archivio.

Il gioco così inteso non ha niente a che vedere con la teoria dei giochi né con i videogiochi, ma è il prerequisito per avviare un processo di interazione fra la realtà corporea dei soggetti e l'ambiente virtuale. Attività in ambiente virtuale che coinvolgano docenti e studenti possono essere le seguenti: visitare e valutare con spirito critico i siti dedicati alla matematica, per creare un repertorio personalizzato; compiere ricognizioni dei siti delle scuole, per verificare la presenza o meno di sezioni speciali dedicate alla matematica; consultare i siti che consentono di addentrarsi nella storia della matematica e nelle biografie dei matematici. Interessante ai fini didattici può essere l'esperienza virtuale consentita da youtube, ove si trovano lezioni di varie discipline e ovviamente anche lezioni di matematica. Si tratta per lo più di trasposizioni di lezioni cattedratiche in ambiente virtuale. I visitatori, studenti in cerca di spiegazioni su questo o quell'argomento, lasciano i loro commenti e possono esprimere i loro eventuali "mi piace" (like). In un'aula dotata di un minimo di strumentazione si potrebbe procedere a esaminare un dato argomento, ad esempio la soluzione di un'equazione, discutendo sui modi in cui l'argomento viene spiegato ed esprimendo giudizi in merito. Basterebbe avere banchi disposti a semicerchio in modo che non esistano primo e ultimo banco, un personal computer dotato di altoparlante per la migliore resa sonora e un maxischermo per proiettarvi le immagini. Al personal computer potrebbero alternarsi come operatori gli studenti sotto la supervisione dell'insegnante. È da tener presente che la riproduzione dei video può essere interrotta e ripresa a piacimento, così come i video che si palesino di scarsa o nulla utilità possono venire immediatamente scartati.

Si registra inoltre un interesse per l'immersione totale (full immersion) nella realtà virtuale (virtual reality – VR), detta anche realtà aumentata (augmented reality – AR) mediante The Augmentarium, attività laboratoriale della University of Maryland che contempla la collaborazione fra esperti informatici e professionisti di vari campi del sapere, fra cui sociologi e linguisti interessati fra l'altro alla ricerca pedagogica. Le ricerche da loro effettuate dimostrerebbero un potenziamento di attenzione e memoria in ambiente virtuale rispetto alle esperienze in presenza.

Si può anche interagire con un “professore virtuale”, creato dagli specialisti di Pearson col nome di Math Result, definito sul sito <https://www.mathresult.it> “l’unica piattaforma in Italia e nel mondo che ti permette di inserire gli esercizi di matematica assegnati dal docente a scuola e ti segue passaggio dopo passaggio fino alla soluzione esatta”. Da una parte questa modalità di esercitarsi può avere certamente una sua utilità pratica, dall’altra non sappiamo fino a che punto questo tipo di prossemica virtuale individualistica possa far nascere un vero amore per la matematica.

L’ambiente virtuale può favorire la ricerca delle relazioni fra la matematica e le altre discipline con particolare riguardo alla storia. Scrive in proposito un docente:

“Ho avuto la fortuna di essere stato allievo di Emma Castelnuovo alle medie e nel suo insegnamento ogni regola e teorema matematico lei lo collegava alla storia, a chi lo aveva intuito e dimostrato. Con lei ho imparato a 12 anni che le cifre posizionali che rivoluzionarono la nostra relazione con i numeri ci sono arrivate dal Mediterraneo, che è sempre stato luogo di scambi culturali e ha permesso agli arabi di portare fino a noi le scoperte di matematici indiani”.

L’importanza dell’opera degli adulti per motivare gli alunni allo studio della matematica è rimarcata così da Stanislas Dehaene:

“Io sono convinto che bambini con capacità di partenza uguali possono raggiungere in matematica risultati eccellenti o pessimi a seconda del loro amore o odio per la materia. La passione feconda il talento, e i genitori e gli insegnanti hanno una considerevole responsabilità nello sviluppo di un atteggiamento positivo o negativo verso la matematica”.

## ***5. Prossemica e discipline***

Una panoramica sull’evoluzione della prossemica è dovuta a Michele Bracco che ha curato la voce per l’Enciclopedia Treccani in rete. Nel solco dell’antropologo Edward T. Hall, considerato padre della disciplina, si parte da quella “spazialità umana non geometrica ma vissuta” alla quale conduce la intenzionalità della coscienza”, fino a riconoscere quella “quarta dimensione culturale” dello spazio fisico teorizzata da Umberto Eco. Naturalmente la prossemica comporta una classificazione

differenziale delle distanze fra i soggetti presenti in un dato spazio. In un'intervista a cura di Serena Lietti l'autore, richiamandosi a un'ampia letteratura filosofica, riferisce sulla distinzione operata nel suo lavoro sulle distanze:

“Considerando la distanza da varie prospettive, ho individuato alcune distanze particolari che ho chiamato: distanza culturale, distanza vissuta, distanza mancata, distanza ideologica e distanza assoluta”

A noi interessa notare che sul piano pedagogico le diverse distanze dovrebbero non restare separate, ma risolversi in una continua tensione verso la prossimità, condizionando in senso positivo i processi di insegnamento-apprendimento all'interno della sopra citata “quarta dimensione culturale”, da intendere nei suoi diversi aspetti filosofici, antropologici, psicologici, sociologici, neurologici. Tali diversi aspetti possono infatti intrecciarsi nella comunicazione e nel comportamento dei soggetti negli ambienti scolastici.

Emauele Fadda, docente di semiotica e linguistica all'Università della Calabria, delinea i lineamenti di una “prossemica virtuale” esperibile in internet, caratterizzata da una spazialità alternativa in cui si svolgono specifiche operazioni interattive. Questo tipo di spazialità comporta il problema di una comunicazione alternativa, quella che si è andata sviluppando tramite i cosiddetti *social* quali *facebook*, *twitter*, *instagram*, *whatsapp*, *skype*. Al dialogo tradizionale è venuto a contrapporsi nella realtà quotidiana una tendenza all'immersione nell'anonimato della conversazione in rete: si tratta di stabilire in che misura tale forma di conversazione favorisca o inibisca i processi di insegnamento-apprendimento.

### **5.1 *Prossemica e matematica***

Siamo ora alle prese con la possibilità di dislocazione spaziotemporale in un ambiente virtuale dedicato alla matematica, da adibire, volendo, a dimora remota ove incontrarsi con altri docenti e studenti, acquisire informazioni, scambiarsi idee su problemi all'interno di progetti. I nativi digitali, avvezzi a navigare compulsivamente in rete per chattare senza motivi poco plausibili o deplorabili, darebbero così uno sbocco positivo alle loro abitudini. Virtualmente vicini a coetanei di altre scuole, si

impegnerebbero in un'impresa comune: cercare di capire quali siano i metodi migliori per insegnare e apprendere la matematica. A nostro parere gli studenti stessi possono essere chiamati a discutere sulla didattica e avanzare proposte in merito. Tale impegno nella dimora virtuale può risultare facilitato rispetto allo studio in presenza. In questo modo gli allievi possono partecipare a pieno titolo alla costruzione del sapere insieme con persone che diventano ad essi vicine nella lontananza con una presenza virtuale in internet.

Per la comunicazione in rete intesa come esperienza di ricerca occorre che vi sia un protocollo condiviso, al quale i soggetti interagenti virtualmente siano tenuti ad attenersi: ciò per evitare che gli scambi comunicativi risultino dispersivi invece che costruttivi. A questo impegno può dare un utile contributo la psicologia dei gruppi virtuali, scienza che prende in considerazione la comunicazione mediata dal computer. Interessanti ricerche in proposito risalgono agli ultimi decenni del Novecento. Fra queste, è da ricordare un saggio disponibile in rete di Luca Bacchetta, facente parte del gruppo di ricerca ARIPS al quale si deve la realizzazione dell'esperimento Virtual T-group con "attenzione a ipotesi di ricerca sui temi della comunicazione, dell'identità, della corporeità, della sensitività", affrontando fra l'altro i problemi delle relazioni che avvengono fra "protesi" o "simulacri" dei soggetti (1998). Luca Bacchetta sottolinea che in ambiente virtuale viene messo in questione il senso del sé e dell'io anche per la diversa percezione del tempo, caratterizzata dall'impazienza derivante dalle pause di silenzio dell'altro o degli altri.

Il virtuale, osserva Tomas Maldonado, reca in sé una contraddizione: da una parte provoca uno straniamento rispetto alla realtà, dall'altra può favorire lo sviluppo cognitivo:

"Non occorre, ritengo, neppure testimoniare, in quanto troppo evidente, l'importanza che i modelli virtuali possono avere nel campo della didattica [...]"

Si badi che partecipare ai gruppi virtuali non deve spingere a svalutare gli scambi comunicativi in presenza. Le identità virtuali vanno intese come integrative e non sostitutive delle identità reali. Si possono avere ricadute positive quando forme di gemellaggio virtuale sono all'origine di

gemellaggi in presenza. La convivialità virtuale trova così il suo reale coronamento.

## **6. Discipline e dialogo**

Sherry Turkle, docente di Sociologia della Scienza e della Tecnologia al MIT - Massachusetts Institute of Technology - di Boston, tratta il problema dell'identità e dei rapporti interpersonali nel momento in cui l'io si addentra nella cosiddetta realtà virtuale, costituendo un secondo se stesso privo di corporeità: di fronte a questo fenomeno la studiosa affronta il problema del valore della conversazione nell'era digitale in termini molto espliciti:

“Questa nuova vita mediata dalla tecnologia ha finito per metterci nei guai. Tra le cose che facciamo, la conversazione *vis-à-vis* è quella più umana e ci rende più umani. [...] La conversazione, inoltre, è un preludio all'introspezione, al dialogo con noi stessi. [...] In questi ultimi tempi, tuttavia, troviamo il modo di eludere la conversazione, nascondendoci l'un l'altro pur essendo costantemente connessi”.

Ormai è di comune dominio la circostanza che alla conversazione *vis-à-vis* si contrappongono le modalità della conversazione in rete, evidenziate da Paolo Manzelli, studioso della Chimica del Cervello sulla base delle relazioni tra Energia, Materia ed Informazione, il quale osserva che la navigazione in internet “tende ad annullare le distanze fisiche e mentali liberando l'individuo dalle coercizioni dipendenti dalle componenti ‘prossemiche’ più proprie della comunicazione ‘*vis-à-vis*’ ”. Convinto, quindi, che la “spazialità prossemica” propria della “comunicazione in rete” sia un fenomeno liberatorio, lo studioso mostra di apprezzare iniziative come il Progetto Europeo Mental Change, che si propone di incorporare le intelligenze per avviare processi di potenziamento dei mercati. Questa convinzione è discutibile, dal momento che la prossemica virtuale mette in questione la necessità delle interazioni conversazionali ambientate in presenza nella spazialità corporea ai fini educativi.

### **6.1 Matematica e dialogo**

Il famoso dialogo fra Socrate e lo schiavo nel *Teeteto* platonico è un archetipo pedagogico attuale per sempre. Il metodo maieutico, fondamento di ogni pedagogia, ha assunto attraverso i secoli la forma di un fortunato

aforisma di incerta attribuzione, che in forme diverse si ritrova in Anassimandro, Aristofane, Plutarco, Comenio, Rabelais, Montaigne, Maria Montessori, Marguerite Yourcenar. E questi sono solo alcuni dei nomi che potrebbero essere inseriti in elenco. Insomma il precetto che si avvale metaforicamente dell'immagine del fuoco da accendere nell'allievo, invece di riempirlo come un vaso, è patrimonio comune di ogni autentico educatore.

È interessante notare come fra questi autori Plutarco inserisca l'ammonimento in un ampio contesto, che costituisce una minuziosa rassegna psicologica degli atteggiamenti improduttivi degli allievi nei confronti del maestro con particolare riguardo a quei soggetti refrattari a impegnarsi mentalmente in filosofia:

“Spingiamo questa gente dallo spirito pigro, quando avranno messo nelle loro teste i punti principali di un discorso, a comporre da sé stessi il resto, a far avanzare in qualche modo passo dopo passo la loro immaginazione all'unisono con la memoria, considerando la parola del maestro soltanto come un inizio, come un germoglio che si tratta di alimentare e far fiorire, perché lo spirito non è come un vaso che abbia bisogno di essere riempito, ma è piuttosto una sostanza che si tratta solamente di riscaldare infiammandola: bisogna ispirare nello spirito un ardore di investigazione che lo spinga energicamente alla ricerca del vero. Immaginate un uomo che vada a chiedere del fuoco ai vicini e, trovando lì un braciere vasto e ben fiammeggiante, vi resti fino alla fine per riscaldarsi: allo stesso modo. più d'uno, che era venuto a udire le parole di un altro, crede di non aver bisogno di accendere il suo proprio fuoco, il fuoco della sua intelligenza personale; egli è affascinato da ciò che ascolta, e resta lì e ne trae godimento. A questo focolare egli riceve nient'altro che una sorta di fiammeggiante illuminazione, voglio dire che quei discorsi lo aiutano a formarsi un'opinione, ma le tenebre della sua anima non sono dissipate da quel calore [...]”

Ciò premesso, interessa qui mettere in rilievo che il dialogo così inteso non è appannaggio esclusivo della filosofia e delle materie umanistiche in genere: si tratta infatti di chiarire in che modo la matematica si realizzi, oltre che nel dialogo in presenza, all'interno del cosiddetto ambiente virtuale.

Ben sappiamo che ci si può trovare e in effetti ci si trova di consueto a un'abitudine già acquisita dagli allievi, quella del cosiddetto “chattare” tramite facebook, twitter, instagram, whatsapp, skype, un “chattare” che

assume caratteristiche psicopatologiche nel diventare ricerca compulsiva di forme di comunicazione alternativa nel quadro della dipendenza da internet, spinta talvolta al punto di sfociare in orrenda tragedia, come nel caso della ragazza suicidatasi perché in un sondaggio in rete da lei stessa lanciato i sì al suo proposito di suicidio sono stati percentualmente superiori ai no. Ciò dipende anche dalla mancata introduzione, già da noi lamentata, della materia “Educazione informatica” nei curricula. La sfida consiste nell’iniziare o nel ricondurre i pazienti che soffrono di IAD – Internet Addiction Disorder, ovvero internet dipendenti, a forme di comunicazione umanamente e culturalmente positive.

La matematica è una disciplina particolarmente adatta come rimedio terapeutico alla dipendenza da internet. Abituare gli allievi alla creatività introducendo lo scambio di idee e intuizioni in rete sulla soluzione di problemi matematici significa far scoprire loro la via verso la felicità, che può essere percorsa se le esperienze in rete vengono poi ricondotte al di fuori del cosiddetto mondo virtuale. Questo legame fra educazione creativa e felicità, messo in evidenza da Tsunesaburo Makiguchi, costituisce l’antidoto alla insoddisfazione che generalmente è alla base del rifugiarsi in internet. Il dialogo creativo in ambiente virtuale su argomenti matematici è suscettibile di suscitare una passione vitale, che scongiura lo smarrimento dei valori umani, nel momento stesso in cui si va scoprendo in sé stessi l’essenza dell’intelligenza logico-matematica. Intelligenza che per la sua specifica caratteristica mette in grado lo studente di esercitare positivamente la libertà di scegliere la profondità della cultura in luogo della superficialità del chattare, ossia di recuperare il senso del valore del proprio esistere.

Non a caso Paul Watzlawick *et alii* nello studiare la pragmatica della comunicazione umana la collegano strettamente alla matematica. Essi teorizzano quattro livelli di esperienza: il primo riguarda la conoscenza *delle* cose affidata ai sensi, il secondo la conoscenza *sulle* cose, il terzo la visione unitaria del mondo, il quarto il tentativo di trovare il significato ultimo del mondo in sé: tentativo destinato alla frustrazione, perché rientra nell’indecidibilità dimostrata da Kurt Gödel, alla quale è legata l’ineffabilità con cui si conclude il *Tractatus logico-philosophicus* di Ludwig Wittgenstein. Ebbene, per giungere al limite fra terzo e quarto



livello, la matematica è una formidabile risorsa: componente più o meno visibile del linguaggio umano, si trova per ciò stesso implicata negli scambi comunicativi, ai quali contribuisce sul piano sintattico in termini di ordine.

### ***7. Discipline e dimensione corporea***

Barbara De Angelis e Philipp Botes dell'Università degli Studi di Roma Tre partono dal chiedersi in che misura i processi di apprendimento-insegnamento entrino in relazione con la sfera corporea, giungendo a concludere sulla base di una vasta serie di ricerche citate in bibliografia che “è possibile delineare la significatività delle ‘corporeità didattiche’ quali componenti fisiche, motorie, non verbali, prossemiche ed emotive che si incontrano con altre forme comunicative nel processo di costruzione dei significati”. Da ciò è agevole desumere che nell’ambiente virtuale si va accentuando ed esasperando la separazione della mente dal corpo, mentre la realtà esistenziale comporta la sinergia mente-corpo, come risulta dalle acquisizioni della odierna neurologia a conferma scientifica dell’assunto filosofico di Arthur Schopenhauer che l’essere umano non è una “testa d’angelo alata senza corpo”.

Una pedagogia della corporeità si rende quindi indispensabile al fine di contrastare la tendenza alla disumanizzazione insita nel transumanesimo, inteso da Max More come perseguimento di un superomismo tecnologico fino al raggiungimento dell’immortalità del singolo mediante clonazione intesa come nuova creazione:

“Transhumanism is a class of philosophies of life that seek the continuation and acceleration of the evolution of intelligent life beyond its currently human form and human limitations by means of science and technology, guided by life-promoting principles and values”.

Sul sito dedicato *humanityplus.org* sono elencate le tecnologie e le scienze sulle quali si confida per l’impresa: “artificial intelligence, artificial general intelligence, nanotechnology, nanomedicine, biotechnology, genetic engineering, stem cell cloning, transgenesis, robotics, brain-computer integration”, utili “for developing whole body prosthetics”.

Tale dissennato progetto avveniristico comporta ovviamente ardui problemi per l'antropologia sul piano umano e in particolare per la teologia cristiana sul piano etico, come osserva fra gli altri Roberto Paura. Osserviamo però che la "brain-computer integration" risulta oramai un'impresa di interessante valenza pedagogica, purché vengano salvaguardati i valori delle individualità esistenziali, inseparabili dalle singole corporeità e identità coscienziali nel loro irreversibile divenire, col preservare il patrimonio delle esperienze temporalmente e spazialmente irripetibili delle singole storie di vita. Storie che hanno valenza positiva solo se contraddistinte da una continua tensione etica, come quella che è dato riscontrare, ad esempio, nella matematica esistenziale.

### *7.1 Matematica e dimensione corporea*

Addentrarsi nel cosiddetto aldilà virtuale non è proficuo, se ci si distacca del tutto dalla sfera corporea, restando completamente risucchiati e assorbiti nella dimensione dello schermo. La matematica non è una materia astratta, evanescente, incorporea. L'emozione di fronte a un problema e la gioia della soluzione le sono inerenti come elementi vissuti. Saper comunicare queste modalità esistenziali positive significa far sorgere negli allievi il desiderio di addentrarsi nella disciplina. Si va così generando un senso di responsabilità nei confronti del docente e nello stesso tempo nei confronti di questa materia di studio. Anche se il processo di maturazione può richiedere, come in effetti richiede, tempi diversi per i diversi allievi, il progressivo instaurarsi di un simile tipo di rapporto in presenza favorisce la simpatia e conseguentemente la sinergia. È in questo clima emotivo che possono attivarsi l'intelligenza collettiva e la comunicazione interattiva.

La pedagogia, partita dall'istruire, passata al costruire il sapere, è giunta di recente all'enattivismo (enactivism), termine derivato da enattivo (enactive): questa corrente pedagogica, facente capo a ricercatori del MIT, è così definita su [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org):

"Enactivism argues that cognition arises through a dynamic interaction between an acting organism and its environment. It claims that our environment is one which we selectively create through our capacities to interact with the world".

Molti ritengono che simili aspetti dei rapporti scolastici riguardino le discipline umanistiche e non le discipline scientifiche, ivi comprese le

scienze matematiche. A monte di questa erronea convinzione si profila l'influsso non del tutto svanito della teorizzazione delle due culture dovuta, com'è noto, a Charles Peirce Snow, sebbene si tratti di una teorizzazione rivelatasi da tempo inconsistente, inconcludente, controproducente, refrattaria a concepire la "nuova alleanza" riconosciuta invece necessaria da Ilya Prigogine, tant'è vero che nell'era informatica al centro dell'attenzione sono le *digital humanities*, esempio di convergenza e simbiosi fra informatica e umanesimo.

Convergenza e simbiosi alle quali la matematica non è affatto estranea. Il desiderio di possederla come patrimonio esistenziale è pulsione di vita. Si è parlato con termini linguisticamente inappropriati di matofobia, termine che opportunamente José Negrete-Martínez propone di superare tramutandolo in matofilia. In realtà ogni eventuale esitazione nell'approccio matematico seguita da scoraggiamento si risolve in repressione nell'inconscio del desiderio di conoscere. Anche l'inconscio è corporeità e l'esperienza corporea del desiderio è propedeutica all'emergere del desiderio alla coscienza. La matematica è in natura, quindi anche nella sfera cerebrale ove hanno sede inconscio e coscienza. La matematica ha una sua dimensione metafisica, ma considerarla pura astrazione è riduttivo: sarebbe pura astrazione dunque la scienza, che di matematica si nutre per conoscere la realtà e modificarla, come in effetti la modifica?

Pensiamo alla poesia. Richiamiamo alla mente l'immagine di un docente di italiano che legga dei versi, comunicando mediante la voce e i gesti un'emozione, anzi donandola. Ebbene, anche la matematica è poesia. Come è un dono la poesia, anche la matematica lo è. Scrive Jean Starobinski che il dono rappresentato come "moneta dell'assoluto", non è vero dono, perché il dono autentico è sempre "segreto, irrepresentabile", ossia un nulla che coincide con il tutto che è l'infinito. Donare matematica significa per l'appunto donare il desiderio di addentrarsi nell'esplorazione del segreto cosmico, per decifrarne il codice. La natura, come canta Charles Baudelaire, è una foresta di simboli: l'insegnamento della matematica deve generare esploratori che si addentrino fra i simboli con la capacità di decifrarli e leggere con sempre maggiore chiarezza i grandi libri del mondo reale e del mondo virtuale. In tale avventura la matematica viene incontro a chi va errando fra le tenebre, orientandolo verso quella improvvisa illuminazione che Dante Alighieri nel suo

*Paradiso* chiama “fulgore”. Scrive Daniel Tammet su questa medesima esperienza:

“Un matematico nel suo studio scorge qualcosa che fino ad allora era invisibile, e si accinge a trasformare il buio in luce.”

Avanzando man mano nella foresta dal buio più fitto alla penombra e infine al chiarore che preannuncia il ritorno alla luce, si potrà rivivere l’esperienza di Apollo proteso ad abbracciare Dafne in procinto di tramutarsi in pianta di alloro. Perché la matematica è perpetuo innamoramento.

### **Riferimenti bibliografici e sitografici**

AA.VV., *Digital Humanities: progetti italiani ed esperienze di convergenza multidisciplinare. Atti del convegno annuale dell’Associazione per l’Informatica Umanistica e la Cultura Digitale (AIUCD), Firenze, 13-14 dicembre 2012*, a cura di Fabio Ciotti, Sapienza 2014

AA. VV., *Informatica umanistica. Dalla ricerca all’insegnamento*, a cura di Domenico Fiormonte, Bulzoni Editore, 2003

AA. VV., *Pedagogia dell’e-learning*, a cura di Roberto Maragliano, Laterza, 2004

AA. VV. *Reti telematiche e trame psicologiche. Nodi, attraversamenti e frontiere di Internet*, a cura di Franco Di Maria e Stefania Cannizzaro, Franco Angeli, 2001

Ambrisi, Emilio, *Matematica e storia per l’insegnamento*, Periodico di matematiche, Mathesis, gennaio-marzo 2005

ID., *Il ruolo educativo della Matematica e iol discorso delle competenze*, Periodico di matematiche, Mathesis, gennaio-aprile 2016

ID., *La didattica della matematica oggi: dal discreto al continuo*, Periodico di Matematiche, Mathesis, gennaio-aprile 2017

ID., *La vita matematica nelle memorie autobiografiche*, Periodico di matematiche, Mathesis, maggio-agosto 2017

ID., *Matematica, oltre le discipline e i quadri orari*, Periodico di matematiche, Mathesis, settembre-dicembre 2017

ID., *La Matematica in Italia è ancora da salvare? Quod scholae sectabor iter?*, Periodico di matematiche, Mathesis, gennaio-aprile 2018

ID., *Anche la matematica è in crisi! Possibile?*, <https://www.matmedia.it>, 15 maggio 2019

Ardizzone, Paolo – Parricchi, Monica, *e-LEARNING*, in *Nuove didattiche – Linee di ricerca e proposte formative*, a cura di Cesare Scurati, La Scuola, 2008

Arpinati A.M. – Iozzi F. – Marini A., *Matematica e Internet*, Springer-Verlag Italia, Milano, 2001

Bacchetta, Luca, *Le relazioni nei gruppi virtuali*, Estratto da “Gruppi, Organizzazioni, Comunità”, numero Golden 10-11, 2000, <https://www.psicopoli.com>

Barbato, Giovanni, “*Vi stanno riprogrammando*”, *l’allarme di Chamath Palihapitiya*, <https://www.sentichiparla.it>

Bauman, Zygmunt, *Retrotopia*, Laterza, 2017 (*Retrotopia*, Polity Press, Cambridge, 2017)

Bauman, Zygmunt – Leoncini. Thomas, *Nati liquidi*, Sperling & Kupfer, 2017

Bentley, Trevor, *La formazione basata sulla tecnologia. Come utilizzare informatica e multimedialità per vincere la sfida del cambiamento*, Franco Angeli, 1995 (*Training to Meet the Technology Challenge*, McGraw-Hill International (UK) Limited, London, UK, 1992)

Bettetini, Gianfranco, *L'Ulisse semiotico e le sirene informatiche*, Bompiani 2006

Blanchard-Laville, Claudine, *De la co-disciplinarité en sciences de l'éducation*, Revue française de pédagogie. Recherches en éducation, n° 132, juillet-août-septembre 2000, Éditeur E.N.S. Editions

Blank, Martin, *Troppo connessi? Le verità scientifiche sui pericoli delle radiazioni elettromagnetiche per la nostra salute*, Macro Edizioni, 2016 (*Overpowered. What Science Tells Us about the Dangers of Cell Phones and Other Wifi-Era Devices*, Seven Stories Press.U.S., 2015)

Bocchi, Gianluca – Ceruti, Mario, *Educazione e globalizzazione*, Raffaello Cortina Editore, 2004 (Prefazione: Edgar Morin, *Educare all'era planetaria*)

Borghi, Claudio, *Riflessioni critiche su L'ordine del tempo*, Isonomia, Rivista online di Filosofia – Epistemologica – Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, 2018, <https://isonomia.uniurb.it/epistemologica>

Bracco, Michele, *Universo del Corpo*, sotto la voce *Prosemica* dell'Enciclopedia Treccani online, 2000

ID., *Sulla distanza. L'esperienza della vicinanza e della lontananza nelle relazioni umane*, Stilo Editrice in coedizione con Diogene Multimedia, 2016

Brockman, John, *I nuovi umanisti. Perché ( e come) l'arte, la politica, la storia e la filosofia devono tener conto delle moderne scoperte scientifiche*, Garzanti, 2005 (*The News Humanists. Science at the Edge*, by John Brockman, 2003)

Burattini, Ernesto, *Leggere e scrivere ipertesti*, Editoriale Scientifica, 2001

Burdick, Anne – Drucker, Johanna – Lunenfeld, Peter –Todd, Presner – Schnapp, Jeffrey, *Umanistica\_Digitale*, Mondadori, 2014 (*Digital\_Humanities*, Massachusetts Institute of Technology, 2012)

Caputo, Beatrice, *Tecnologie didattiche e multimediali per l'insegnamento delle lingue classiche*, Università di Pisa, Laurea Magistrale in Informatica Umanistica, Seminario di Cultura Digitale A.A. 2016/17

Cardaci, Maurizio – Caci, Barbara – Fiordispina, Michele – Perticone, Valerio, Tabacchi, Marco Elio, *Internet e Facebook. Addiction a confronto*, NEA-SCIENCE – Giornale italiano di neuroscienze, psicologia e riabilitazione, Anno 1 – Vol. 5

Carenzio, Alessndra – Valmachino, Chiara, *MEDIA TEACHING*, in *Nuove didattiche – Linee di ricerca e proposte formative*, a cura di Cesare Scurati, La Scuola, 2008

Carole – Paterson, Iain, *Computer in Secondary School History Teaching: an HMI View*, Teaching History, n. 54, Special Issue, <https://www.jstor.org>

Carr, Nicholas, *Internet ci rende stupidi? Come la rete sta cambiando il nostro cervello*, Raffaello Cortina Editore, 2015 (*What Internet Is Doing to Our Brains*, by Nicholas Carr, 2010)

Cavallini, Graziano, *Che cos'è la realtà. Significato di un'idea e di una parola*, Aracne 2019

Ciotti, Fabio, *Digital Humanities. Progetti italiani ed esperienze di convergenza multidisciplinare*, Atti del convegno annuale dell'Associazione per l'Informatica Umanistica e la Cultura Digitale (AIUCD) Firenze, 13-14 dicembre 2012

Coin, Francesca, *Didattica enattiva: cos'è e cosa può fare*, formazione e insegnamento XI - 4 - 2013

Colliva, Renzo, *Didattica enattiva e neurodidattica: riflessioni critiche a partire dal saggio di Luisa Damiano "Unità in dialogo"*, OPPInformazioni, 116, 2014

Corlazzoli, Alex, *Il gioco online dove l'alunno picchia il professore*, "Il Fatto Quotidiano", 10 giugno 2019

Currado, Dario, *L'avvenire della filosofia è nell'informatica*, <https://www.filosofia-orconerocapoguerra.blogspot.com>

D'Alessandro, Andrea, *Una storia dell'ipertesto*, <https://www.areeweb.polito.it>

De Angelis, Barbara – Botes, Philipp, *Ripensare la didattica disciplinare attraverso il corpo ed il movimento*, formazione e insegnamento XIV -1 -2016 (Supplemento)

De Cesaris, Alessandro – Striano, Francesco, *La filosofia è un discorso pubblico? Medialità e mediaticità del discorso filosofico*, P.O.I. – Rivista di indagine filosofica e di nuove pratiche ella conoscenza, n. 2, 1/2018

Dehaene, Stanislas, *Il pallino della matematica. Scoprire il genio dei numeri che è in noi*, Raffaello Cortina Editore, 2010

ID., *La Bosse des maths*, Paris, Éditions Odile Jacob, 2011

Donadue-Wallace, Kelly – La Follette, Laetitia – Pappas, Andrea, *Teaching Art History with New Technologies. Reflections ad Case Studies*, Cambridge Scholars Publishing, 2008

Durlach, Nathaniel I. – Mavor, Anne S., *Virtual Reality. Scientific and Technological Challenges*, National Academy Press, Washington, D.C., 1995

Eco, Umberto, *La struttura assente*, Bompiani, 1996

E-learning, <https://www.unito.it/didattica/e-learning>

European Commission, *Science Education for Responsible Citizenship*, Directorate-General for Research and Innovation – Science with and for Society, 2015

Fadda, Emanuele, *Troppo lontani, troppo vicini. Elementi di prossemica virtuale*, Quodlibet Elements, 2018

Fry, Hannah, *Hello World. Essere umani nell'era delle macchine*, Bollati Boringhieri, 2019 (*Hello World: How to be Human in the Age of the Machine*, Kindle Edition, 2018)

Gardner, Howard, *Educazione e sviluppo della mente. Intelligenze multiple e apprendimento*, Erickson, 2005

Goleman, Daniel, *Intelligenza emotiva*, Rizzoli, 1996 (*Emotional Intelligence*, Daniel Goleman, 1995)

Hall, Edward T., *La dimensione nascosta*, Bompiani, 1968

Imarisio, Marco, *Gli insegnanti che si arrendono*, "Corriere della Sera", 9 giugno 2019

Israel, Giorgio, *Meccanicismo. Trionfi e miserie della visione meccanica del mondo*, Zanichelli, 2015

Lacan, Jacques, *Il seminario. Libro XVI. Da un Altro all'altro. 1868-1969*, Einaudi, 2019 (*Le séminaire de Jacques Lacan. Livre XVI. D'un Autre à l'autre. 1868.1969*, Éditions du Seuil, Paris, 2006)

Lévy, Pierre, *Il virtuale*, Raffaello Cortina Editore, 1997 (*Qu'est-ce que le virtuel?*, Editions La Découverte, Paris, 1995)

Lietti, Serena, Intervista a Michele Bracco sull'argomento *Gli uomini e la distanza: filosofia, antropologia, psicologia e neuroscienze*, <https://www.diogenemagazine.it>

Lolli, Gabriele, *La matematica, la mente, il cervello*, Bollettino U. M. I. La Matematica nella Società e nella Cultura, Serie VIII, Vol. III-A, Agosto 2000

Lorenzoni, Franco, *Cari insegnanti, facciamo amare la storia a scuola*, "la Repubblica", 5 giugno 2019

Makiguchi, Tsunesaburo, *L'educazione creativa*, La Nuova Italia, 2000 (*Education for Creative Living. Ideas and Proposal of Tsunesaburo Makiguchi*, Soka Gakkai, 1989)

Maldonado, Tomás, *Reale e virtuale*, Feltrinelli 2005

Mantovani, Giuseppe, *Comunicazione e identità. Dalle situazioni quotidiane agli ambienti virtuali*, Il Mulino, 1995

ID., *L'interazione uomo-computer*, Il Mulino, 1995

Manzelli, Paolo, *Comunicazione in rete e spazialità prossemica*, Scienze cognitive, 30 Settembre 2003

More, Max, *Transhumanism and the Singularity*, <https://www.humanityplus.org>

Nardelli, Enrico, *Coding o informatica, questo è il problema*, "Il fatto quotidiano", 17 settembre 2018

Nervi, Mauro, *Spiegazione scientifica e scienze cognitive*, <https://unipi.academia.edu>

Pansa, Roberto, *L'anima nell'epoca della sua riproducibilità tecnica: quale dialogo tra transumanesimo e antropologia cristiana?*, Futuri 11

Pappas, Theoni, *Le gioie della matematica*, Franco Muzzio Editore, 1995 (*The Joy of Mathematics*, Theoni Pappas, 1989)

Pentiraro, Egidio, *A scuola con il computer*, Laterza, 1984

Pepe, Luigi, *Insegnare matematica. Storia degli insegnamenti matematici in Italia*, Clueb, 2016

Perucchiotti, Enrica, *Il lato oscuro della rivoluzione digitale: libertà o schiavitù?*, <https://www.interessenazionale.net>

Pietrantonio, Gabriella, *Latino e computer*, <https://www.centrumlatinitatis.org>

Prigogine, Ilya - Stengers, Isabelle, *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Einaudi, 1999

Quiniou, J.C., *Marxismo e informatica*, Editori Riuniti, 1972 (*Marxisme et informatique*, Paris, 1971)

Recalcati, Massimo, *L'ora di lezione. Per un'erotica dell'insegnamento*, Einaudi, 2014

Rizzo, Francesco – Bagnara, Sebastiano – Parlangei, Oronzo, *La persona nella rete: processi cognitivi, identità, comunità*, in *Il testo multimediale e le sue potenzialità didattiche*, CUEN, 2003 (Atti del corso di perfezionamento sulla didattica multimediale nella scuola elementare, media inferiore e superiore – Istituto Universitario Suor Orsola Benincasa – I ciclo 1998/1999 – II ciclo 1999/2000)

Romeo, Francesco Paolo, *Flipped Classroom*, <https://nuovadidattica.lascuolaconvoi.it>

Rossi, Pier Giuseppe, *Didattica enattiva. Complessità, teorie dell'azione, professionalità docente*, Franco Angeli, 2001

Rovelli, Carlo, *L'ordine del tempo*, Adelphi, 2017

Sala, Nicoletta, *Uso delle nuove tecnologie nella didattica della matematica*, <https://www.researchgate.net>

Scognamiglio, Biagio, *L'Ispettore. Problemi di cambiamento e verifica dell'attività educativa*, Sangermano Edizioni, 1986

Scotto di Luzio, Adolfo, *Senza educazione. I rischi della scuola 2.0*, Il Mulino, 2015

Scotto di Luzio, Adolfo, *Opinioni. Istruzione*, "Corriere della Sera", 7.4.2016

Starobinski, Jean, *A piene mani. Dono fastoso e dono perverso*, Einaudi, 1995 (*Largesse*, Editions de la Réunion des musées nationaux, Paris 1994)

Tabossi, Patrizia, *Intelligenza naturale e intelligenza artificiale*, Il Mulino, 1998

Tammet, Daniel, *La poesia dei numeri. Come la matematica mi illumina la vita*, Zanichelli, 2014 (*Thinking in Numbers. How Maths Illuminates our Lives*, Hodder & Stoughton, 2012)

Tettamanti, Valentina, *Pedagogia dell'oltre. Lineamenti per un fondamento della Pedagogia a orientamento neo-esistenziale*, Aracne Editrice, 2019

Trentin, Guglielmo, *Didattica in rete. Internet, telematica e cooperazione educativa*, Garamond, 1996

Trombetti, Guido, *La rivoluzione del web non è entrata a scuola*, "la Repubblica", 17 marzo 2019

Turkle, Sherry, *La conversazione necessaria. La forza del dialogo nell'era digitale*, Einaudi, 2016 (*Reclaiming Conversation. The Power of Talk in a Digital Age*, New York, Penguin Press, 2015)

Valente, Orsola, *Dal pensiero computazionale al "coding" (o dal "coding" al pensiero computazionale)*, Periodico di matematiche, Mathesis, gennaio-aprile 2017

Valenti, Rossana, *L'informatica per la didattica del latino*, Loffredo, 2000

Vallortigara, Giorgio – Panciera, Nicla, *Cervelli che contano*, Adelphi, 2014

Varela Francisco J. – Thompson, Evan – Rosch, Eleanor, *The embodied mind. Cognitive science and human experience*, MIT Press, 1992

Virilio, Paul, *La bomba informatica*, Raffaello Cortina Editore, 2000 (*La bombe informatique*, Editions Galilée, 1998)

Wallace, Patricia, *La psicologia di Internet*, Raffaello Cortina Editore, 2017 (*The Psychology of the Internet*, Cambridge University Press, 2016)

Watzlawick, Paul – Helmick Beavin, Janet – Jackson, Don D., *Pragmatica della comunicazione umana. Studio dei modelli interattivi delle patologie e dei paradossi*, Casa Editrice Astrolabio, 1971 (*Pragmatics of Human Communication. A Study of Interactional Patterns, Pathologies, and Paradoxes*, W.W. Norton & Co., Inc., New York, 1967)

Wilson, Jack M. – Redish, Edward F., *Using Computers in Teaching Physics*, Physics Today, January 1989

Wolfram, Conrad, *Anchoring Computational Thinking in Today's Curriculum*, <https://www.conradwolfram.com>