

## **QUALE AIUTO POSSONO DARE LE TECNOLOGIE PER L'INSEGNAMENTO/APPRENDIMENTO DELL'ARITMETICA E DELL'ALGEBRA?**

Pier Luigi Ferrari

Università del Piemonte Orientale 'Amedeo Avogadro'

Dipartimento di Scienze e Tecnologica

### **Sommario**

Questo lavoro si propone di discutere le possibilità di usare le tecnologie (intese nel senso più ampio) per arricchire e migliorare l'insegnamento dell'aritmetica e dell'algebra, con riferimento ai programmi in vigore. Vengono discussi potenzialità e limiti della tecnologia in relazione non solo agli obiettivi specifici, ma anche ai traguardi più generali dell'insegnamento, tenendo conto dei risultati delle esperienze didattiche innovative realizzate in questi ultimi anni. In particolare vengono analizzate le potenzialità della tecnologia sul piano della semiotica e delle pratiche di apprendimento collaborativo.

### **Abstract**

*This paper proposes to discuss the opportunity of using technologies (in a broad sense) to enrich and improve the teaching of arithmetic and algebra, with reference to current programs. Potential and limitations of technology are discussed, related not only to the specific objectives, but also to the more general purposes of teaching, taking into account the outcomes of the innovative teaching practices carried out in recent years. In particular, the potential of technology in terms of semiotics and practices of collaborative learning are investigated.*

## 1. I limiti della tecnologia

In questo lavoro la parola ‘tecnologia’ è usata in senso lato, e comprende un’ampia gamma di strumenti, quali calcolatrice, calcolatore, LIM, tablet, radio, TV, cellulare, e altro ancora. Attraverso molti di questi strumenti è possibile accedere al web e alle piattaforme e-learning, che ormai sono ampiamente utilizzate nell’insegnamento, specie a livello universitario. Su questi strumenti sono anche disponibili svariati programmi, quali ad esempio i sistemi per il calcolo algebrico (CAS), i fogli elettronici, i programmi di geometria dinamica o di grafica e i micromondi di ogni genere. Nel parlare di tecnologia farò riferimento a quelle che secondo me sono le sue funzioni principali, e cioè *rappresentare*, *comunicare*, *calcolare*.

La tecnologia ha grandi potenzialità per l’insegnamento e l’apprendimento della matematica, e anche qualche limite. Una discussione dei suoi limiti non ha lo scopo di decidere se valga la pena o no di usarla (non possiamo permetterci di non farlo), ma di usarla nel modo più efficace.

Uno degli ostacoli principali all’uso efficace della tecnologia a scuola è l’idea che essa debba essere adottata per essere moderni, per tenere il passo con lo sviluppo della società. Questa convinzione ha due corollari insidiosi: l’idea che usarla in qualche modo sia di per sé positivo, e l’esigenza di usare solo le ultime novità, trascurando i prodotti creati in precedenza. Entrambi questi corollari conducono ad atteggiamenti che impediscono l’uso efficace degli strumenti, in collegamento con le linee generali, i traguardi e gli obiettivi dei programmi in vigore. Un tale uso richiede riflessioni approfondite, sperimentazioni e anche ricerca, tutte cose che richiedono tempi relativamente lunghi e non devono essere troppo condizionate dai cambiamenti delle mode. I medesimi

corollari sono collegati alla visione miracolistica, secondo cui la sola presenza della tecnologia garantisce risultati comunque migliori di quelli ottenibili senza.

Un limite più contingente sta nel contributo della ricerca in educazione matematica, che si occupa troppo poco della tecnologia, e quando lo fa utilizza un numero ristretto di strumenti e si basa su modelli inadeguati. La tecnologia viene vista come un sottofondo per svolgere ricerche empiriche conformi agli stessi requisiti delle altre ricerche, non sono incoraggiati studi che vadano al di là di vedere quello che succede quando si utilizza uno strumento e allarghino la visuale fino a domandarsi quali strumenti possono avere in futuro un valore strategico per l'educazione matematica.

Un limite specifico della situazione italiana è la formazione insegnanti, che fino a tempi recenti ha trascurato il ruolo della tecnologia in quasi tutte le discipline, e in particolare la matematica. Ci sono poi un paio di aspetti che non sono di per sé limiti ma pongono problemi delicati. Uno è la questione dei tempi di apprendimento. Ci sono, dentro e fuori della matematica, competenze che sembrano richiedere tempi di riflessione molto più lunghi di quelli indotti dall'uso superficiale delle tecnologie. Penso a quegli studenti che raccolgono informazioni attraverso la rete e si illudono di poter evitare di studiare. Una grande quantità di informazioni facilmente disponibili non cancellano l'esigenza di momenti di studio anche faticosi per interiorizzarne e comprenderne almeno una parte. A questo proposito la proposta estrema di Gabriele Lolli (2002) pone comunque dei problemi seri a chi usa la tecnologia nella scuola.

*“Una proposta ragionevole non è quella di inserire le nuove tecnologie nella scuola, ma di bandirle. La scuola deve essere un luogo dove le persone parlano e pensano. La scuola deve essere*

*un'oasi diversa, non immersa, concorrente o alleata che sia, nel flusso di sollecitazioni mediatiche in cui si è destinata a perdersi.”*

Non credo che la scuola possa oggi permettersi il lusso di rinunciare alle potenzialità della tecnologia, anche se le preoccupazioni di Lolli sono del tutto condivisibili. Si tratta quindi di progettare percorsi che utilizzino le potenzialità della tecnologia e consentano agli alunni di pensare, comunicare, approfondire, tenendo conto dei programmi in vigore, delle esperienze già fatte e dei risultati della ricerca in educazione matematica.

Un secondo aspetto riguarda il ruolo delle rappresentazioni figurali, o della visualizzazione, come si usa dire. È molto comune l'argomento secondo cui la scuola dovrebbe utilizzare maggiormente tali rappresentazioni in quanto più gradite agli studenti, che sarebbero abituati a usarle e quindi le comprenderebbero meglio. Anche un minimo di esperienza di insegnamento suggerisce che questo argomento è fuorviante: molto spesso gli studenti all'inizio dell'università trovano grosse difficoltà anche nella lettura di un grafico o di una figura geometrica. Si tratta quindi di comprendere le ragioni per cui l'innegabile incremento dell'uso delle immagini nella vita quotidiana non influenza positivamente la capacità di leggere una rappresentazione figurale. Questo aspetto sarà approfondito nella sezione 4.

## **2. Le Indicazioni Nazionali**

Nello sfruttamento delle potenzialità della tecnologia non vanno tenuti in considerazione soltanto gli obiettivi specifici di apprendimento, come l'acquisizione di determinati concetti o procedimenti, ma anche le finalità generali dell'insegnamento della matematica in ciascun ordine di scuola.

Nelle Indicazioni Nazionali per il I ciclo, nella parte generale, si mettono in luce diversi temi che sono collegati all'uso della tecnologia. Ne elenco alcuni come esempi:

- il ruolo del laboratorio *“... come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati, negozia e costruisce significati, ...”*;
- il fatto che *“La costruzione del pensiero matematico ... è un processo che comporta anche difficoltà linguistiche e che richiede un'acquisizione graduale del linguaggio matematico”*;
- la risoluzione di problemi *“... intesi come questioni autentiche e significative, legate alla vita quotidiana e non solo esercizi a carattere ripetitivo ...”*;
- *“... lo sviluppo di un'adeguata visione della matematica, non ridotta a un insieme di regole da memorizzare e applicare, ma ...”*;
- l'uso consapevole e motivato di calcolatrici e del computer che *“... deve essere incoraggiato opportunamente fin dai primi anni della scuola primaria ...”*.

Questi temi mettono in risalto sia il valore della tecnologia in quanto tale, come strumento spendibile in un ampio spettro di contesti anche extramatematici e come terreno per attività laboratoriali, sia alcuni snodi cruciali dell'insegnamento e apprendimento della matematica (il linguaggio, la risoluzione dei problemi, la visione della matematica) nei quali la tecnologia può giocare un ruolo decisivo. Nei 'traguardi' vi sono poi diversi temi (il calcolo scritto e mentale, la raccolta e rappresentazione di dati, il lavoro sui procedimenti risolutivi dei problemi) nei quali la tecnologia può dare un contributo. Anche nelle indicazioni per la secondaria di II grado la tecnologia è menzionata. Nelle Indicazioni

per il Liceo Scientifico (ad esempio) si menziona sia il potenziale della tecnologia come strumento per fare matematica (*“Gli strumenti informatici oggi disponibili offrono contesti idonei per rappresentare e manipolare oggetti matematici”*) sia la matematica come terreno per l’uso della tecnologia (*“L’insegnamento della matematica offre numerose occasioni per acquisire familiarità con tali strumenti e per comprenderne il valore metodologico.”*). Nelle linee guida per gli Istituti Tecnici la tecnologia è menzionata indirettamente nella parte generale, dove si mette in relazione (purtroppo con frasi particolarmente tortuose) la matematica, e i suoi strumenti di rappresentazione, con l’esigenza di superare la frammentarietà dei saperi nell’ambito delle scienze integrate. È anche menzionata in modo esplicito in riferimento all’analisi e al trattamento dei dati (*“... analizzare dati e interpretarli sviluppando deduzioni e ragionamenti sugli stessi anche con l’ausilio di rappresentazioni grafiche, usando consapevolmente gli strumenti di calcolo e le potenzialità offerte da applicazioni specifiche di tipo informatico”*).

In ogni ordine e livello di scuola l’impiego della tecnologia per essere efficace deve comunque essere impostato privilegiando il riferimento a linee generali e traguardi rispetto alle possibilità di rappresentare efficacemente singoli concetti e procedimenti.

### **3. Quale uso della tecnologia?**

Gli strumenti informatici nell'insegnamento sono stati usati in moltissimi modi, non tutti efficaci. Ad esempio, anni fa in alcune scuole era abbastanza diffusa l'idea che dovessero essere usati soltanto con gli studenti più bravi, magari in attività extracurricolari. Tra le opinioni correnti circa l'uso della tecnologia a scuola possiamo delineare due posizioni estreme: quella dei conservatori che la rifiutano con la motivazione che gli studenti, in conseguenza del suo uso, non sarebbero più capaci di fare alcune cose, e quella di chi ritiene che essa renda superflue gran parte delle conoscenze e delle abilità matematiche. In altre parole da un lato uno studente che conosce tutti i contenuti del programma e sa eseguire a mano tutti i procedimenti necessari, dall'altra uno studente che non sa nulla e non sa fare nulla ma può recuperare sul web tutte le informazioni e usare il calcolatore per eseguire i procedimenti. Quest'ultima posizione è molto popolare fra gli studenti universitari di alcuni corsi di laurea. E' evidente che entrambe le posizioni sono irrealistiche e improponibili al giorno d'oggi. Gli studenti sono figli di un mondo in cui la tecnologia, bene o male, c'è, ed è difficile ottenere da loro sforzi che ritengono inutili. D'altra parte ci sono alcune competenze senza le quali lo studente non sarebbe in grado di muoversi e di usare gli strumenti di cui dispone. Ad esempio, uno studente che non sappia riconoscere l'equivalenza di espressioni numeriche o simboliche anche semplici potrebbe trovare difficoltà nell'individuare una strategia risolutiva per un problema che le coinvolge. Allo stesso modo, chi non sa assolutamente nulla di trigonometria, difficilmente potrà districarsi nella scelta fra gradi e radianti che è richiesta da molte calcolatrici. La matematica infatti è una rete di concetti e procedimenti organizzati e strettamente collegati. Non è

possibile cominciare ogni volta da zero, nemmeno se si dispone di buone mediazioni semiotiche o di mezzi di calcolo efficienti. Nella ricerca in Educazione Matematica, a livello internazionale, è purtroppo sempre più frequente trovare ricerche che si basano su problemi che si possono risolvere direttamente attraverso una buona modellizzazione della situazione problematica, senza bisogno di grosse competenze matematiche. Questi problemi, secondo me, non sono molto rappresentativi: possono essere utili per alcune linee di ricerca, ma la formazione matematica di un allievo non può basarsi soltanto su di essi. È necessario invece affrontare di petto il problema della costruzione progressiva delle competenze, che devono appoggiarsi necessariamente su altre competenze acquisite in precedenza. Con questo non voglio riproporre le famigerate teorie sui 'prerequisiti' e nemmeno un punto di vista che identifica l'educazione matematica con l'acquisizione di contenuti, ma l'idea che la matematica sia un insieme di enunciati veri che riguardano il mondo, e che questi possano essere riconosciuti e appresi attraverso buone attività didattiche, indipendentemente dalle competenze già raggiunte, per quanto sostenuta da alcune correnti filosofiche, è antistorica e grossolanamente sbagliata, e può provocare gravi danni all'insegnamento della matematica.

La riflessione sulle modalità di uso della tecnologia, e su quali competenze dell'era precedente vadano conservate dovrebbe tener presente il modello del dibattito che ha preceduto e seguito la stesura dei programmi del 1985 per la scuola primaria. In quell'occasione ci fu un grosso lavoro di analisi dei concetti matematici in gioco, che ha portato a conquiste che adesso a volte si danno per scontate. Le distinzioni tra calcolo e significato di un'operazione aritmetica, fra esercizi di consolidamento e risoluzione di problemi, fra le tecniche di calcolo scritto da un lato e



il calcolo mentale e le relazioni numeriche elementari (tabelline, ...) dall'altro, e gli approfondimenti che ne sono seguiti hanno costituito un netto passo in avanti nell'insegnamento della matematica. In quel frangente la ricerca in Educazione Matematica diede un grosso aiuto, quell'aiuto che oggi manca per spingere avanti con decisione l'uso ragionato e sostenibile della tecnologia nella scuola. Si tratta quindi di sviluppare un'analisi molto precisa, delle competenze di aritmetica e algebra che devono essere interiorizzate e utilizzate con disinvoltura, e quelle che possono essere delegate alla tecnologia. Si dovrebbe capire, ad esempio, nel caso della risoluzione di un'equazione a coefficienti numerici, quali trasformazioni lo studente dovrebbe saper fare a mano e quali con l'ausilio del calcolatore (calcolatrice, foglio elettronico, CAS, ...). Una possibilità è quella di far risolvere tutte le equazioni (e le disequazioni) con l'aiuto del calcolatore, eventualmente in modo approssimato. In questo caso occorre decidere quali capacità di controllo devono rimanere allo studente. È evidente che se rimuove il vincolo per cui le soluzioni devono essere esatte e trovate per mezzo di trasformazioni eseguite a mano o di formule risolutive imparate a memoria, allora lo spettro delle equazioni che si possono affrontare si amplia parecchio. Quando parlo di controllo intendo anche questioni del tipo: fino a che punto lo studente deve aver bisogno del calcolatore per capire che equazioni come

$$\sin x = 2$$

oppure

$$x^4 + 1 = 0$$

non hanno soluzioni reali? Da un certo punto di vista non c'è niente di male se lo studente usa il calcolatore per scoprirlo, ma sul piano cognitivo in questo caso l'uso del calcolatore è più costoso rispetto al capire direttamente dalle scritture (attraverso la conoscenza delle

proprietà fondamentali richieste) qual'è la risposta. Lo scarso controllo sulle rappresentazioni (verbali, simboliche e figurali), anche se può essere in parte rimpiazzato dall'uso del calcolatore, oltre a un certo livello costituisce comunque un ostacolo insormontabile alla risoluzione dei problemi. Uno studente che non sappia che il polinomio  $x^4+1$  se valutato sui reali assume solo valori reali positivi potrebbe commettere errori nel tentativo di manipolarlo e di trovare una soluzione quale che sia, ma soprattutto potrebbe non riuscire a vedere le strade che potrebbero portare a una risposta adeguata, e bloccarsi. Io sono convinto che molte delle risposte in bianco o incoerenti che vedo sempre più frequentemente, e l'incapacità di correggere un errore dopo che questo è stato segnalato, siano dovute allo scarso controllo sulle rappresentazioni, e anche alla frustrazione che ne segue.

#### **4. Le potenzialità: rappresentazione**

La tecnologia mette a disposizione una vasta gamma di sistemi di rappresentazione, per rappresentare, anche in modi diversi, e trasformare testi verbali, dati numerici, espressioni simboliche, figure geometriche e non, grafici e diagrammi di ogni tipo (come ad esempio quelli che si usano per rappresentare i procedimenti). Queste opportunità vanno largamente oltre quello che si poteva fare con carta e matita. Questi sistemi hanno caratteristiche di grande flessibilità e variabilità. La flessibilità consiste nella possibilità di ottenere rappresentazioni diverse ma equivalenti di una stessa entità, come, ad esempio, diversi formati per un numero o diverse unità di misura per un grafico o diverse scritture per un polinomio.

La variabilità consiste nel fatto che diversi strumenti o programmi possono funzionare con diverse modalità operative o richiedere diverse modalità di immissione dei dati; in alcuni programmi, ad esempio, una funzione si introduce scrivendo il valore generico  $f(x)$ , mentre in altri è richiesta la scrittura dell'equazione  $y=f(x)$ . Un aspetto estremamente rilevante dal punto di vista didattico è che il controllo di correttezza delle espressioni inserite è a carico dello strumento e non dell'insegnante. Questo può comportare che lo studente accetti più facilmente un messaggio di errore da parte dello strumento, che può essere ritenuto in qualche modo oggettivo, che dall'insegnante, che potrebbe invece apparire malevolo o poco cooperativo.

Una questione che mi pare importante e che dovrebbe essere affrontata è quella della *visualizzazione*, cioè delle rappresentazioni figurali. È comune l'opinione per cui sarebbe opportuno usare in misura sempre maggiore linguaggi visuali, in quanto sarebbero sempre più diffusi nella vita quotidiana e i ragazzi li gradirebbero maggiormente. Su questo punto può essere interessante la polemica tra Gabriele Lolli (2002) e Domenico Parisi (2001, 2002) sulla rivista 'Sistemi Intelligenti'. Il brano di Lolli riportato nella sezione 1 fa parte di tale polemica e va interpretato in quel contesto.

Le esperienze su come gli studenti usano le rappresentazioni, comprese quelle visuali, non induce all'ottimismo.

L'interpretazione di una figura o di un grafico crea difficoltà crescenti. Un solo esempio, recentissimo: in un quiz a risposta multipla in cui era dato il grafico di una retta, solo una ristretta minoranza degli studenti (matricole di Scienze) iscritti all'esame, ha saputo individuarne la pendenza, dovendo scegliere fra tre valori: 4;  $-0.1$ ;  $-2$  [quello corretto era  $-2$ ]. Molti errori di lettura dei grafici sono del tutto incomprensibili e probabilmente indicano strategie

estemporanee frutto di uno scarsissimo controllo semiotico. Allora è lecito quantomeno domandarsi perché la presunta superiorità e gradevolezza delle rappresentazioni visuali non provoca una maggior competenza o almeno attenzione nell'uso da parte degli studenti. Nel seguito di questa sezione cercherò di chiarire un po' la questione.

In tutte le rappresentazioni figurali c'è una componente iconica e una convenzionale. Nei segnali stradali, ad esempio, il simbolo rappresentato è generalmente iconico, mentre colore e forma del cartello sono convenzionali. Vediamo un esempio, illustrato nella figura 1.



*Figura 1*

Il fatto che entrambi i segnali si riferiscono a svolte a destra è rappresentato iconicamente, e non avrebbe senso fare diversamente. Il fatto che il segnale a sinistra rappresenti un obbligo e l'altro un pericolo è invece rappresentato convenzionalmente dalla forma e dal colore dei cartelli. Nulla avrebbe vietato, quando sono stati inventati i segnali stradali, di adottare convenzioni diverse per forma e colore. Ma a nessuno sarebbe mai venuto in mente di segnalare una curva pericolosa a destra con una linea dritta o curvata a sinistra.

Le rappresentazioni fortemente iconiche hanno alcune caratteristiche che si prestano alla comunicazione di alcuni messaggi: sono universali, richiedono poche inferenze e sono interpretate rapidamente. In molte circostanze sono utilissime, quando è necessario comunicare messaggi semplici a una platea di

soggetti molto diversi per lingua, cultura e grado di alfabetizzazione. La loro funzione è quindi di far sì che l'interpretazione da parte di questi soggetti sia veloce e uniforme. Inoltre i soggetti che non conoscono il significato di qualche simbolo devono aver la possibilità di apprenderlo e memorizzarlo velocemente. Per soddisfare tutti questi requisiti, è necessario che siano richieste pochissime inferenze, altrimenti l'interpretazione diventerebbe troppo dipendente da cultura e alfabetizzazione del soggetto. Queste rappresentazioni, nelle circostanze menzionate sopra, devono essere quindi fortemente *cooperative*, nel senso di Grice (1975): l'interpretazione corretta deve essere la prima che viene in mente alla stragrande maggioranza degli utilizzatori.

Le rappresentazioni della matematica, anche quelle figurali, hanno però caratteristiche completamente diverse: spesso richiedono inferenze e la prima cosa che viene in mente a molti soggetti non sempre è quella appropriata. In altre parole si tratta di rappresentazioni poco cooperative, anche se gli studenti non se ne rendono conto e continuano a trattarle come tali. Un grafico come quello rappresentato nella figura 2 non rappresenta una funzione crescente ma iconicamente è associabile a qualcosa che nel complesso cresce, e lo studente, registrando questa prima impressione, e omettendo di svolgere inferenze (ad esempio andando a confrontare con la definizione) risponde che si tratta di una funzione crescente.

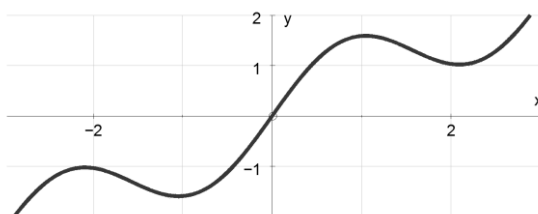


Figura 2

Lo scarso controllo sulla definizione potrebbe essere, come accennato in precedenza, una ragione in più per non usarla e affidarsi alla prima impressione. Analogamente, non pochi studenti descriverebbero la funzione rappresentata nella figura 3 come una funzione ‘costante’.

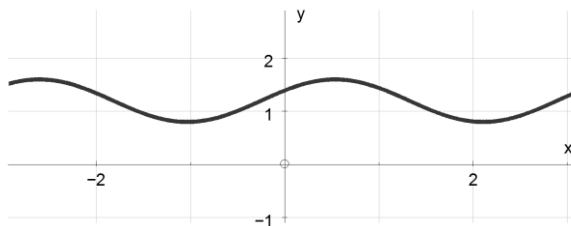


Figura 3

Interpretazioni basate sulla prima impressione ricevuta iconicamente davanti a una rappresentazione si trovano anche quando si lavora con espressioni numeriche o simboliche. Ad esempio, riconoscere che il numero intero

$$M = 3^7 \cdot 5^5 \cdot 7^3 \cdot 11 \cdot 13^3$$

è multiplo di 7 oppure che è dispari è molto più facile che riconoscere che  $M + 1$  è pari. Alcuni riconoscono che  $M$  è multiplo di 7 perché vedono il fattore 7, e che è dispari perché non vedono il fattore 2, senza fare altre inferenze. Riconoscere che  $M + 1$  è pari è più difficile, perché il fattore 2 non si vede ma c'è, e per capirlo serve una semplicissima inferenza che però non tutti arrivano a fare, in quanto si accontentano della prima lettura.

Queste considerazioni indicano che non possiamo dare per scontato che, a fronte della diffusione crescente di rappresentazioni iconiche nella vita quotidiana, gli studenti sappiano utilizzare meglio che in passato grafici, diagrammi e figure geometriche. L'esperienza

indica che, al contrario, la capacità di utilizzare tali rappresentazioni è in declino. È quindi necessario, per queste rappresentazioni come per tutte le altre, progettare momenti di alfabetizzazione, riflessione, discussione, verbalizzazione. Non c'è insomma spazio per rendere la matematica improvvisamente facile attraverso il semplice cambiamento di rappresentazione. È falsa l'idea che il linguaggio della matematica sia inutilmente complesso. Molto si può fare per renderlo più accessibile, ma le difficoltà intrinseche non possono essere tutte rimosse. Questa idea è stata ben espressa da Halliday (2004, p.160, traduzione mia) a proposito del linguaggio scientifico in generale:

*“... e questo, infatti, è un punto di vista sul linguaggio scientifico: qualcuno pensa che sia un modo di scrivere superfluo, più o meno rituale, e che la scienza – concetti scientifici e ragionamento scientifico – potrebbe benissimo essere espressa in termini quotidiani, non tecnici. Si parla di questo altro tipo di linguaggio come “linguaggio naturale”, “parole semplici”, e cose simili. Noi potremmo rispondere a questo punto di vista con l'opinione opposta, che è che la scienza dipende completamente dal linguaggio scientifico: che non si può separare la scienza da come è scritta, o riscrivere il discorso scientifico in un qualunque altro modo. In base a questo punto di vista, “imparare scienza” coincide con imparare il linguaggio della scienza. Se il linguaggio è difficile da imparare, questo non è un fattore aggiuntivo causato dalle parole scelte, ma una difficoltà inerente alla natura stessa della scienza.”*

Naturalmente va sottolineato che questa difficoltà intrinseca del linguaggio della scienza e della matematica non deve essere un alibi per trascurare il lavoro di mediazione didattica o per aggiungere difficoltà linguistiche ingiustificate, ma solo una messa in guardia

contro le illusioni di ottenere vantaggi radicali semplicemente utilizzando diversi sistemi di rappresentazione, magari con l'aiuto della tecnologia.

## **5. Le potenzialità: comunicazione e collaborazione**

L'utilizzo della tecnologia non è incompatibile con altre forme di innovazione didattica, quali ad esempio l'apprendimento basato sulla comunicazione, quello collaborativo o altre forme innovative. La tecnologia può anzi offrire un'ampia gamma di ambienti e strumenti per la comunicazione, sincrona o asincrona, e quindi anche per la collaborazione, arricchendole. Tra le attività che possono essere fortemente arricchite ci sono, ad esempio, la costruzione e condivisione di testi scritti (anche attraverso i moduli 'wiki' di alcune piattaforme), diverse forme di collaborazione supportata dalla rete, ma anche la collaborazione in presenza nell'uso di strumenti tecnologici.

Un esempio di attività in rete (che non può essere classificata, a rigore, né collaborativa e nemmeno comunicativa) è il 'gioco di ruoli' supportato da una piattaforma (e.g., il modulo 'Workshop' nel caso di Moodle), sviluppato negli ultimi anni da Albano e Ferrari (2007). Questa attività prevede che a ogni studente partecipante sia assegnato un argomento. Lo studente  $X$  inventa un problema su quell'argomento, che è risolto dallo studente  $Y$ . La soluzione di  $Y$  è corretta da  $Z$  e un tutore, alla fine, discute con i partecipanti l'intero processo. Nel corso di un ciclo ogni studente deve inventare un problema, risolverne un altro e correggere la soluzione di un terzo. In altre parole, si trova, in due passaggi su tre, nella posizione di un docente piuttosto che di uno studente.

Altri esempi di collaborazione supportata dalla rete (in particolare, dalla piattaforma 'Moodle') sono stati presentati da Reggiani



(2011), con un'ampia gamma di attività collaborative, quali la discussione online di un problema intrigante, la compilazione di un questionario, un workshop su problemi in preparazione dell'Esame di Stato, la costruzione collaborativa (attraverso il modulo 'Wiki') di relazioni o saggi brevi.

## 6. Le potenzialità: calcolo

Le potenzialità degli strumenti tecnologici sul terreno del calcolo sono forse quelle che maggiormente mettono in gioco le questioni discusse nella sezione 3, e cioè il limite fra ciò che lo studente deve saper fare comunque e ciò che può fare con il supporto di strumenti. Da questo punto di vista è opportuna una grande chiarezza circa gli obiettivi della programmazione, che deve essere necessariamente fine. È anche necessario non perdere di vista gli obiettivi delle Indicazioni Nazionali. Le Indicazioni Nazionali per la secondaria di I grado, ad esempio, mettono come obiettivi:

*“Eseguire addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, ordinamenti e confronti con numeri naturali, interi, frazioni e decimali, a mente, scritti, con calcolatrici e fogli di calcolo e valutando quale strumento sia più opportuno.”*

e

*“Dare stime approssimate per il risultato di un'operazione e controllare la plausibilità di un calcolo.”*

Sono moltissime le attività matematicamente sensate appropriate per raggiungere questi obiettivi. L'importante è che all'uso dello strumento, ad esempio il calcolatore, si accompagni sempre un'attività di riflessione e spiegazione.

Davanti a problemi come:

*Trova un numero razionale  $x$  tale che  $200 < x^2 < 220$*

*Data una soluzione  $x$ :*

*Descrivi il procedimento che hai usato per trovare  $x$ .*

*Hai verificato che  $x$  è razionale? Come?*

*Hai verificato che  $x^2 > 200$ ? Come?*

*Hai verificato che  $x^2 < 220$ ? Come?*

oppure

*Trova un numero razionale  $x$  tale che  $\sqrt{13} < x < \frac{27}{7}$ .*

*Data una soluzione  $x$ :*

*Descrivi il procedimento che hai usato per trovare  $x$ .*

*Hai verificato che  $x$  è razionale? Come?*

*Hai verificato che  $x > \sqrt{13}$ ? Come?*

*Hai verificato che  $x < \frac{27}{7}$ ? Come?*

poco importa se lo studente usa la calcolatrice o un foglio elettronico per trovare la risposta: le richieste di spiegazione lo forzeranno comunque a riflettere e a trovare spiegazioni per le proprie scelte. In particolare, la condizione “ $x$  razionale” non consente di accettare acriticamente il risultato trovato con il mezzo di calcolo ma richiede un minimo di controllo.

Oppure davanti a problemi come:

*Sono dati un rettangolo di dimensioni  $x$ ,  $y$  e il rettangolo ottenuto aumentando del 10% una dimensione del primo e diminuendo del 10% l'altra. Com'è l'area del secondo rettangolo rispetto a quella del primo? (Uguale? Minore? Maggiore? Non si può dire, dipende dai casi?). Spiega come hai fatto ad arrivare alla tua risposta.*

lo studente può scegliere di usare una calcolatrice per fare sperimentazioni numeriche, o programmare le verifiche o lavorare direttamente sulla formula per mezzo di un CAS, o può fare queste

cose in sequenza. Può anche disegnare il rettangolo utilizzando un programma di grafica o di geometria dinamica. Queste attività possono anche svolte parallelamente da gruppi diversi. In questo caso gli strumenti servono per modellizzare una situazione problematica, con processi di astrazione che possono anche mettere in gioco le convinzioni dei soggetti, e con la possibilità di usare rappresentazioni diverse (numeriche, simboliche, figurali).

In altre parole gli strumenti non devono essere visti come scatole nere che consentono di trovare acriticamente una soluzione, ma come supporti alle attività degli studenti, che devono essere in grado di organizzare strategie in situazioni semplici ma aperte, che lascino spazio per riflessioni e ragionamenti. È inutile aggiungere che la pratica di spiegare sempre e comunque, attraverso la produzione di testi scritti che possano essere oggetto di riflessione, confronto e trasformazione è uno strumento potente per l'apprendimento, e anche un modo per ridurre se non annullare gli eventuali effetti negativi dell'uso della tecnologia.

## **7. Commento finale**

In questa contributo mi sono astenuto dal fare una carrellata di possibili usi della tecnologia, ma ho cercato di metterli in relazione con le Indicazioni Nazionali per i vari ordini di scuola e di mettere in luce alcuni aspetti critici di tipo metodologico. Non ho affrontato in dettaglio il tema dei rapporti fra uso della tecnologia e ricerca in Educazione Matematica, anche perché a mio giudizio in questa fase tali rapporti sono abbastanza insoddisfacenti. Una riflessione sui tali rapporti (limitatamente al caso dell'e-learning) si trova in Ferrari (2011).

## Riferimenti

- Albano, G & P.L.Ferrari: 2007, 'E-learning e ricerca in educazione matematica: un esempio di integrazione', in Imperiale, R., B.Piochi & P.Sandri (a cura di) *Matematica e difficoltà: i nodi dei linguaggi*, Bologna, Pitagora, 118-123.
- Ferrari, P.L.: 2011. 'Le potenzialità dell'e-learning e il ruolo della ricerca'. *Tecnologie Didattiche*, vol.19, n.3, 136-141.
- Grice, H.P.: 1975, 'Logic and conversation', in Cole, P.&J.L.Morgan (Eds.), *Syntax and semantics: Vol.3. Speech acts* (pp.41-58), New York: Academic Press (trad.it.: *Logica e conversazione*, Bologna: il Mulino).
- Halliday, M.A.K.: 2004, *The Language of Science*. London: Continuum.
- Lolli, G.: 2002, 'Contro le tecnologie', in *Sistemi intelligenti XIV*, n.2, pp. 337-340.
- Parisi, D.: 2001, 'Le nuove tecnologie e la scuola: distruzione e ricostruzione', in *Sistemi Intelligenti*, XIII, n. 2, pp. 285-298.
- Parisi, D.: 2002, 'Pessimismo o ottimismo sul futuro della scuola?', in *Sistemi intelligenti*, XIII, n. 2, pp. 341-346.
- Reggiani, M.: 2011, 'Collaborare online nella scuola superiore: compiti, ruoli, motivazioni'. *TD Tecnologie Didattiche*, 19 (3), 176-182.