

## **Nuove tecnologie e innovazione curricolare.**

### **Uno sguardo al passato per cercare di delineare le prospettive**

Domingo Paola

Liceo scientifico "A. Issel", Finale Ligure

G.R.E.M.G., Dipartimento di matematica Università di Genova

e-mail: [paola.domingo@mail.sirio.it](mailto:paola.domingo@mail.sirio.it)

Nel 1986, in occasione dell'undicesimo convegno UMI-CIIM sull'insegnamento della matematica, Vincenzo Vita affermava: "in questi ultimi anni un'altra ondata rivoluzionaria ha investito l'insegnamento secondario di tutte le discipline e della matematica in particolare: l'avvento dell'informatica. Questa, oltre a produrre nella società i radicali mutamenti che ormai tutti avvertiamo, pone agli insegnanti nuovi e delicati problemi didattici e metodologici. Non sappiamo con certezza quali potranno essere, in un futuro più o meno lontano, le molteplici applicazioni dell'informatica in campo didattico, né possiamo escludere del tutto che possano verificarsi ridimensionamenti e ripensamenti. Oggi come oggi dobbiamo prendere atto della sua presenza per inserirla nel processo educativo e predisporre quindi una adeguata modifica dei contenuti tradizionali che dia posto a contenuti meglio rispondenti alle nuove esigenze e alle più ampie possibilità che la nuova tecnologia offre" [Vita, 1987]. Erano gli anni in cui muoveva i primi passi il Piano Nazionale dell'Informatica (PNI) che ebbe l'innegabile merito di catalizzare il processo di formulazione di programmi di matematica e fisica in una scuola secondaria superiore che sembrava impermeabile a ogni ipotesi di riforma. Nello stesso convegno, Giovanni Prodi, in una memorabile relazione [Prodi, 1987] così ragionava "È stata solo una mossa opportunistica, da parte dei

matematici, quella di saltare sul carro trionfante dell'informatica? Non escludo una componente di comprensibile opportunismo, così come non si possono negare fortissime ragioni di carattere pratico che, nella scuola pre-universitaria, legano l'informatica alla matematica [...] ma, a mio parere, vi sono profonde ragioni di carattere culturale che legano l'informatica ai capitoli più tradizionali della matematica [...] Queste ragioni di carattere culturale sono, a mio parere, chiaramente presentate nella premessa ai nuovi programmi, dove si afferma che l'orientamento della matematica di oggi (almeno nella consapevolezza che ne abbiamo!) è soprattutto verso queste due direzioni:

- verso la "matematizzazione" della realtà
- verso una più accentuata ed esigente formalizzazione

Per capire l'impianto culturale dei nuovi programmi occorre, a mio parere, riuscire a vedere come queste due spinte, anziché in contraddizione, si compongono e si rafforzino a vicenda".

Le linee entro le quali avrebbero dovuto muoversi le sperimentazioni PNI erano chiaramente e limpidamente tracciate: l'introduzione dell'informatica avrebbe aiutato a rinnovare l'insegnamento della matematica, consentendo l'introduzione di applicazioni sempre più significative nella scuola, grazie alla possibilità di disporre di calcolatori sempre più potenti e, soprattutto, avrebbe reso percorribile la via al formale. Prodi precisava: "come mai si punta così decisamente sulla componente formale, mentre sappiamo [...] che la via dell'astrazione è così lenta e difficile? Indubbiamente la decisione di cominciare fin dal primo biennio con elementi di logica può apparire poco saggia, specialmente a chi ha ancora un vivo ricordo delle delusioni lasciate dai tentativi di approccio alle strutture matematiche operati dalla *matematica moderna*. Risponderei che non si deve confondere *astratto* con *formale*: sarà proprio l'attività al calcolatore, specialmente se collegata con la risoluzione dei problemi, a rendere tangibili i processi formali".

Nel successivo convegno, il dodicesimo, Lucia Ciarrapico tentava un primo bilancio della sperimentazione PNI, proprio all'inizio del secondo anno di sperimentazione dei programmi del

biennio: "Si osserva anzitutto un grande entusiasmo e un notevole impegno da parte dei docenti che stanno sperimentando. [...] Tutti sono concordi nel dire che gli allievi sembrano aver recepito gli argomenti nuovi in maniera complessivamente positiva. [...] Risulta che non vi è ancora un'integrazione completa tra informatica e matematica, ma neppure una separazione netta [...] Il computer viene usato generalmente per programmare e di rado e da pochi con software didattico e di simulazione già pronto. È anche opinione comune che l'introduzione degli elementi di logica ha migliorato l'acquisizione di capacità di deduzione negli allievi: si fa, dicono i docenti, una migliore geometria. Si osserva, tuttavia, che proprio il tema della geometria è quello su cui c'è la maggiore discordanza d'interpretazione e che appare più frainteso. Numerosi sono i docenti che dedicano tuttora molto tempo al calcolo letterale, perché affermano che gli allievi stentano a padroneggiarlo [...] per tutti il tema meno svolto, da alcuni non iniziato affatto, è il tema della probabilità e della statistica. Vi sono anche docenti che si sono aperti alle nuove metodologie (il lavoro di gruppo, un insegnamento che trae spunto dal problema ecc.), ma sono pochi e vi fanno ricorso solo saltuariamente. Essi affermano di riuscire a ottenere un maggiore coinvolgimento degli studenti, ma che questo modo di fare matematica richiede molto tempo e non è praticabile"[Ciarrapico, 1989].

Rileggere gli interventi di quegli anni, mi ha fatto rivivere quei momenti di entusiasmo, di fiducia e ottimismo per le innovazioni introdotte con il PNI. Ragionando con il senno di poi, non si può, però, evitare di prendere atto delle distorsioni che si sono avute nella prassi didattica rispetto alle linee tratteggiate dagli estensori dei programmi e sopra richiamate dalle parole di Giovanni Prodi:

- l'attenzione al piano formale è stata spesso confusa con l'attenzione al piano sintattico
- l'approccio algoritmico alla matematica si è spesso tradotto nell'insegnamento di un linguaggio di programmazione, il Pascal
- l'attenzione alle applicazioni significative si è spesso identificata con la realizzazione di programmi di simulazione in Pascal

- talvolta l'attività di laboratorio era vissuta dagli studenti come "l'ora di informatica", del tutto o quasi scollegata con l'usuale attività matematica, non solo per quel che riguarda gli argomenti affrontati, ma anche per la metodologia di lavoro e di valutazione del lavoro svolto adottata in laboratorio

Ciò ha causato grandi problemi, che hanno acuito quelli strutturali dovuti alla strumentazione di laboratorio diventata presto obsoleta, all'impossibilità, almeno nei primi anni, per gli studenti, di disporre di elaboratori a casa o dell'aula di informatica al di fuori dell'orario scolastico. Si aggiunga a questa panoramica la presenza, almeno per il liceo scientifico, di un esame di maturità che, anche per quel che riguarda la sperimentazione PNI, non sempre è riuscito a tenere conto delle mutate esigenze culturali e sociali. Tengo a precisare che, nonostante ciò, ritengo l'esperienza PNI fondamentalmente positiva, per la sua innegabile carica innovativa e per la sua capacità di coinvolgere la maggior parte degli insegnanti di matematica della scuola secondaria superiore. Penso anche che l'esperienza PNI, se analizzata con una riflessione critica serena ma puntuale e approfondita, possa costituire la base da cui partire o ripartire per innovazioni nella didattica della matematica che siano adeguate alle mutate esigenze culturali e sociali. Pensiamo un momento a come è cambiato il contesto rispetto ai primi anni del PNI:

- le maggiori potenzialità degli attuali elaboratori
- la diffusione degli elaboratori nell'attuale società
- la possibilità per gli studenti di utilizzare gli elaboratori al di fuori dell'orario scolastico
- l'evoluzione del software, dai pacchetti applicativi, a quelli didattici
- l'abitudine alla consultazione di grandi basi di dati (e la sempre maggiore possibilità di memorizzarle e riutilizzarle facilmente)
- l'esplosione di forme di comunicazione diverse da quelle lineari dei testi tradizionali

- la realizzazione di micromondi, ossia di ambienti interattivi costruiti appositamente per consentire all'utente di fare esperienze, attraverso azioni compiute su determinati oggetti di studio, e per poter osservare la reazione di questi oggetti alle azioni compiute su di essi
- la costruzione di calcolatrici grafico-simboliche tascabili, che consentono di portare in classe il laboratorio di matematica e renderlo disponibile in brevissimo tempo, risolvendo molti problemi di carattere organizzativo e logistico che, soprattutto in certe scuole, non sono trascurabili
- la maggiore dimestichezza degli insegnanti di matematica con le tecnologie informatiche
- l'imminenza di una riforma finalmente strutturale della scuola, da quella materna a quella universitaria

Proviamo anche a pensare a che cosa non è cambiato o almeno non lo è in termini significativi e sufficientemente diffusi:

- l'attenzione agli aspetti sintattici, all'acquisizione di tecniche di calcolo sempre più fini a se stesse e il prediligere determinati argomenti (per esempio algebra, geometria analitica, trigonometria, analisi) rispetto ad altri (per esempio probabilità e statistica)
- la diffidenza verso proposte metodologiche che pure erano già suggerite dai programmi del PNI (per esempio il lavoro nei piccoli gruppi, l'apprendimento cooperativo e collaborativo, le discussioni collettive) e la conseguente diffidenza verso forme di valutazione diverse dalle tradizionali prove scritte e interrogazioni orali
- la tendenza proporre un insegnamento della matematica fatto su misura per il futuro matematico (o fisico, o ingegnere, o informatico) piuttosto che non per il futuro cittadino
- lo scollamento tra ricerca e prassi didattica
- la mancanza di interesse e volontà o l'incapacità a integrare effettivamente le tecnologie a disposizione nella didattica disciplinare

Si tratta degli stessi atteggiamenti che Lucia Ciarrapico aveva individuato alla conclusione del primo anno di sperimentazione dei programmi PNI. Nonostante la notevole inerzia di queste posizioni, penso che un cambiamento significativo sia ormai possibile e prossimo, favorito e reso quasi necessario dal forte cambiamento del contesto, dalla riforma dei cicli e dai nuovi contenuti programmatici che tale riforma richiederà.

Nello spazio che mi rimane vorrei avviare una riflessione sulle possibili modalità d'uso delle (nuove) tecnologie nella didattica della matematica, anche perché sono uno dei docenti che, nell'ambito della commissione nominata dall'Unione Matematica Italiana, che si occupa dei nuovi programmi di matematica, sono stati incaricati di raccogliere suggerimenti, indicazioni e proposte provenienti dal mondo della ricerca didattica e della scuola su questo importante e delicato tema<sup>1</sup>.

L'importanza dell'uso di strumenti nell'apprendimento e nello sviluppo concettuale è stato argomento di primaria importanza nella ricerca di Vygotskij [Vygotskij, 1978], che ha affermato che i processi di formazione intellettuale dell'uomo richiedono l'uso di strumenti tecnici e di simboli, come mediatori dell'azione e del pensiero e, al tempo stesso, l'uso di un mediatore piuttosto di un altro può portare a guardare gli oggetti e i concetti di apprendimento da differenti prospettive.

Per dare un'idea di come l'uso di uno strumento possa contribuire al processo di formazione di un determinato concetto, vorrei accennare a un'esperienza che riguarda un'attività volta alla precisazione del concetto di circonferenza da parte di bambini di 8 anni [Chassapis 1999].

Inizialmente era stato chiesto ai bambini di disegnare circonferenze a mano. In questa fase i bambini avevano reagito con delusione di fronte ai loro prodotti. Questa reazione suggerisce che essi avessero un concetto spontaneo di circonferenza da poter confrontare con i disegni da loro realizzati, che giudicavano *non sufficientemente rotondi, non lisci, che girano in modo non regolare...* Di fronte a domande del tipo *che cos'è per te una circonferenza?* i bambini non erano

---

<sup>1</sup> Il documento elaborato dalla Commissione UMI, relativo all'uso delle nuove tecnologie nella didattica della matematica per la scuola di base, verrà pubblicato sul Notiziario UMI. Inoltre, nell'ambito della commissione ministeriale che si occupa del riordino dei cicli scolastici per la scuola secondaria, è stato formato un sottogruppo di lavoro che si occuperà, specificamente, di riflettere sull'uso delle tecnologie nella scuola secondaria.

riusciti a trovare le parole e davano riposte del tipo *non riesco a spiegarlo a parole*. Fornivano, invece, esempi di oggetti o disegni (ma di questi, come già detto, non erano soddisfatti e ne indicavano le caratteristiche negative). In seguito ai bambini erano stati dati oggetti circolari e mascherine con forme circolari. Dall'analisi che è stata effettuata risulta che l'uso di questi nuovi strumenti, pur consentendo ai bambini di ottenere prodotti soddisfacenti (*ora il cerchio lo avevo già e così ho potuto tracciarlo seguendo il suo bordo*), non avevano contribuito a trasformare in modo significativo l'immagine mentale di circonferenza in possesso dei bambini: soprattutto non avevano aiutato nella formulazione di enunciati utili a tradurre, sul piano linguistico, le immagini che i bambini possedevano. Il passaggio all'uso del compasso è stato, invece, risolutivo. Innanzitutto il compasso ha probabilmente indotto un concetto dinamico di circonferenza, in quanto lo studente che lo utilizza vede generarsi una traccia che ha in mente, ma che non è ancora fisicamente presente, come lo è nel caso degli oggetti e delle mascherine con forme circolari. Inoltre il compasso ha consentito di evidenziare il ruolo strategico del centro e del raggio nella definizione di una circonferenza.

Questa semplice esperienza didattica suggerisce il ruolo fondamentale che gli strumenti possono giocare nei processi di insegnamento apprendimento. Se il compasso è stato risolutivo nel passaggio da un concetto spontaneo alla definizione di circonferenza come luogo geometrico dei punti equidistanti dal centro, si può supporre che l'uso delle nuove tecnologie possa risultare fondamentale nei processi di apprendimento - insegnamento tesi a creare le condizioni affinché gli studenti possano costruirsi significati degli oggetti di studio.

Una delle esigenze espresse da un gruppo di insegnanti di scuola secondaria in un documento inviato alla commissione che lavora sui nuovi programmi di matematica e fatta propria dai membri della commissione è proprio la realizzazione di condizioni che garantiscano una didattica della matematica, in particolare nella scuola secondaria, attenta alla costruzione di significato degli oggetti matematici.

Tengo a precisare che il fatto che una tecnologia possa, in linea di principio giocare un ruolo significativo nei processi di insegnamento - apprendimento non garantisce in alcun caso che tale ruolo possa esercitarsi anche quando non sia presente una seria e attenta progettazione e analisi didattica dell'ambiente di apprendimento. Come è scritto chiaramente in [Bottino e Chiappini, 1997] e come affermato anche in [Noss, 1995] "la tecnologia di per sé non può portare a un mutamento educativo. Spesso l'assunto alla base dell'impiego di una certa tecnologia per scopi educativi è quello che se la tecnologia che si usa è *buona*, l'educazione cambierà necessariamente in meglio. Questo modo di vedere le cose spesso porta a presentare una tecnologia come semplice comoda interessante da usare, e non mette in luce che un ambiente di apprendimento basato sul calcolatore possa essere complesso, necessita di un tempo considerevole per essere appreso ed utilizzato in modo proficuo, implichi la ridefinizione dei contenuti e dei metodi stessi di insegnamento e del ruolo dell'insegnante". Per esempio, il fatto di rendere un software disponibile non significa che qualcuno potrà automaticamente trarne un qualche vantaggio [Perkins, 1985].

Ci sono alcune questioni alle quali si deve cercare di rispondere quando si decide di utilizzare una nuova tecnologia nell'insegnamento. Le risposte, però, a mio avviso, non possono prescindere da un'analisi specifica del particolare contesto nel quale si progetta e si svolge l'attività didattica. L'elenco di domande con le quali concludo questo mio intervento ha soprattutto lo scopo di stimolare la necessaria riflessione individuale e discussione su problematiche che ritengo attuali e importanti per la didattica della matematica e, in particolare, per il successo dell'uso delle nuove tecnologie nella didattica della matematica (in ciascuna delle seguenti domande, è possibile sostituire a "nuove tecnologie" un particolare software, oppure i sistemi ipermediali, oppure le calcolatrici grafico-simboliche).

1. Che cosa possono dare in più le nuove tecnologie, rispetto ad altri strumenti tradizionali nella risoluzione dei problemi tradizionali? E quali abilità e competenze fanno perdere agli studenti?

2. Che tipo di problemi significativi, differenti da quelli che venivano assegnati in ambienti più tradizionali possono essere assegnati quando si consenta l'uso delle nuove tecnologie?
3. Quali ambienti di apprendimento si possono costruire utilizzando alcune delle nuove tecnologie e quali caratteristiche hanno tali ambienti?
4. L'uso delle nuove tecnologie può creare maggiori disparità fra gli studenti nella classe, per esempio fra coloro i quali possono disporre senza problemi anche a casa e fra coloro che hanno difficoltà a disporre?
5. Come si modifica, se si modifica, il ruolo dell'insegnante quando si introduce in classe l'uso delle nuove tecnologie?
6. Le nuove tecnologie possono essere neutrali rispetto al sapere in gioco? In altri termini, modificano solo l'approccio ai contenuti dell'insegnamento-apprendimento o modificano i concetti stessi della matematica?

### **Bibliografia**

Bottino, R.M., Chiappini, G. (1995), ARI-LAB: models, issues and strategies in the design of multiple-tools problem solving environment, *Instructional Science*, vol 23, n°1-3, Kluwer Academic Publishers, 7-23.

Ciarrapico, L. (1989), Nuovi programmi di matematica per la scuola secondaria superiore, in *Dodicesimo convegno sull'insegnamento della matematica*, Notiziario UMI, suppl. al n.7, 3-16.

Chassapis, D. (1999), The mediation of tools in the development of formal mathematical concepts: the compass and the circle as an example, *Educational Studies in Mathematics*, vol n. 3, 275-293.

Noss, R. (1995), Thematic Chapter: Computers as Commodities. In: diSessa A.A., Hoyles C., Noss R. (eds): *Computers and exploratory learning*, Nato Asi Series F, Vol 146, Berlin, Springer Verlag, 363-381.

Perkins, D.N. (1985), The fingertip effect: How information-processing technology changes thinking, *Educational Researcher*, vol 14, n.7, 11-17.

Prodi, G. (1987), I nuovi programmi del biennio fra l'utopia e la realtà, in *Undicesimo convegno sull'insegnamento della matematica*, Notiziario UMI, suppl. al n.11, a cura di M.A.Mariotti, 13-21.

Vita, V. (1987), Nuovi programmi di matematica per la scuola secondaria superiore, in *Undicesimo convegno sull'insegnamento della matematica*, Notiziario UMI, suppl. al n.11, a cura di M.A.Mariotti, 3-12.

Vygotskij, L.S. (1978), *Mind in society. The Development of higher psychological processes*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.