

Archeologia dell'informazione

Diana Bitto, *Coordinatrice*
Nucleo di Ricerca in Didattica dell'Informatica dell'Università di Udine

Parole chiave: Storia della matematica e dell'informatica, Rappresentazione dell'informazione, Strumenti di calcolo, Algoritmi.

Classi destinatarie dell'iniziativa didattica: Quinquennio della scuola primaria.

Introduzione

La presentazione in un laboratorio di ricostruzioni di reperti archeologici riguardanti la codifica di dati numerici e di modelli di antichi strumenti di calcolo può essere un efficace stimolo alla riflessione sui concetti fondamentali del pensiero logico e un mezzo per migliorarne l'assimilazione. L'integrazione dello studio di antiche civiltà consente, inoltre, di gettare un ponte fra discipline scientifiche e umanistiche.

La coordinatrice, membro attivo di un gruppo archeologico, ha creato una piccola raccolta di modelli (ricostruzioni di oggetti) e ha approfondito le ricerche non solo in ambito storico [9, 10], ma anche antropologico [2] ed epistemologico [16]. Il materiale è stato esposto in occasione delle due edizioni della mostra "Numeri e Macchine" [12], durante il XXXIV Seminario Nazionale del CRD "U. Morin" di Paderno del Grappa [5, 6] e presso il Museo Archeologico di Codroipo, in occasione della mostra "*Diamo i numeri... come gli antichi*" (ottobre-dicembre 2009). Ha inoltre offerto l'opportunità di visite guidate che hanno coinvolto anche classi della scuola di base.

Il ruolo della prospettiva storica

A tutt'oggi raramente gli insegnanti di area scientifica inseriscono riferimenti alla storia della scienza nei loro percorsi didattici. Le motivazioni risultano essere le più varie, alcune del tutto comprensibili, come la carenza di tempo, la mancanza di competenze specifiche, la difficoltà di coordinamento interdisciplinare.

Nella scuola primaria gli insegnanti sono molto interessati ai modi di operare e alle soluzioni adottate dalle civiltà più antiche, in quanto vi intravedono delle potenzialità formative in relazione allo sviluppo cognitivo dei bambini di quella fascia di età. Vi è infatti un parallelismo fra il percorso effettuato dall'Uomo per sviluppare il pensiero logico-matematico e quello effettuato dal bambino nei primi anni di vita. Illustrare tale percorso ai piccoli allievi equivale ad aiutarli a rintracciare nel proprio vissuto gli elementi costitutivi del proprio modo di ragionare e dei propri personalissimi "algoritmi" di calcolo elementare, già presenti in età prescolare.

Inoltre, un approccio narrativo spinge i piccoli ad intervenire per raccontare e riflettere sulle proprie esperienze o addirittura, come nel caso di bambini extracomunitari, per illustrare ai compagni i criteri di codifica e le strategie di calcolo, diverse dalle nostre, che hanno appreso in famiglia. Questo permette di fare emergere alcune conquiste culturali che si sono rivelate di grande importanza per la matematica e per l'informatica, presentandole nella forma quasi ingenua che hanno assunto al loro nascere.

L'importanza della manipolazione

È noto che il bambino acquisisce i concetti di quantità e di sequenza ordinata di azioni in ambito prescolare. La complessa struttura di collegamenti fra le varie zone del cervello che contribuisce all'apprendimento di principi matematici ed algoritmici si forma nei primi anni di vita e ciò avviene specialmente attraverso l'esplorazione dello spazio, la manipolazione degli oggetti e la vita di relazione. Gli operatori della scuola primaria hanno potuto constatare come in questi ultimi anni si vadano gradatamente perdendo le capacità manipolatorie e organizzative dei bambini, specie in ambito cittadino. Infatti, le occasioni di costruire con materiali poveri, di effettuare giochi di gruppo all'aperto ed altre attività che richiedono interazione, scelta e rispetto di regole e pianificazione sono molto limitate. È questo uno dei motivi per i quali essi apprezzano molto attività che favoriscono il contatto tattile con gli oggetti, ritenuto importante per la scoperta e per l'apprendimento.

È in realtà interessante vedere come i piccoli si affollino per cercare di toccare l'oggetto che viene fatto passare, inizialmente solo con un dito per saggiarne la consistenza, e constatare poi la gioia di poterlo tenere in mano ("*Posso tenermelo?*"). In seguito il desiderio di riprodurlo, di comprenderne la struttura o il funzionamento ("*Mi fai provare?*"). Inoltre l'uso di alcuni oggetti, per es. dei gettoni sumerici, richiede di concordare una strategia ("*li mettiamo in riga... no, facciamo un mucchietto... bisogna chieder un cambio...*") che diventa una procedura condivisa. Infine altri pezzi, come regoli a scorrimento e compasso di proporzione (inizialmente visti come "*magici*"), stimolano il desiderio di confezionarne uno ad uso personale per poi ripetere più volte l'algoritmo di calcolo per carpire il segreto del funzionamento.

L'attività e i materiali

L'attività proposta nella scuola primaria prevede l'utilizzo della lavagna luminosa per brevi interventi illustrativi, intervallati da momenti in cui i bambini sono sollecitati ad appropriarsi delle tecniche corporee, ad osservare i materiali, ad esprimere le loro impressioni e a porsi domande sulle modalità di utilizzo. Quando è possibile, gli allievi vengono inoltre invitati a cimentarsi nella ricostruzione di alcuni artefatti per mezzo di cartoncino, creta, spaghi, ecc. Il percorso narrativo non è ordinato cronologicamente, ma si articola in varie sezioni in base ai supporti utilizzati per rappresentare informazioni, di cui si è trovata traccia in diverse culture [13]. Dopo aver rilevato come, agli albori del suo sviluppo millenario, l'Uomo abbia usato per i primi conteggi una corrispondenza biunivoca tra le cose da contare e il proprio corpo oppure ciottoli, conchiglie, intagli, ecc., e dopo una prima riflessione sul possibile uso del proprio corpo, agli allievi vengono presentati di volta in volta oggetti di tipologie diverse:

- Ciottoli, sassi decorati in modo regolare, gettoni numerici egiziani, gettoni numerici e gettoni da calcolo di origine sumera [9];
- Sigilli, bulle, tavolette di creta sumeriche, babilonesi e in lineare B [14];
- Legnetti, ossa e pezzi di legno con incisioni, utensili di ossidiana e di selce, taglie dei pastori, taglie dei prestiti, bastoni contratto, tavolette di cera con numeri romani [13];
- Quipu, quipu filografati e quimpu [10, 13];
- Vari tipi di abaco e bastoncini di Nepero [18];
- Regoli a scorrimento e compasso di proporzione [18].

I concetti sviluppati

I concetti sviluppati hanno rilievo formativo generale, ma in modo specifico per la matematica e per l'informatica. Quanto all'*informatica*, si tratta di favorire la maturazione del bambino con strumenti appropriati per la fascia di età considerata, obiettivo che non può essere raggiunto attraverso l'uso delle TIC (internet, presentazioni, fogli elettronici, editor di testo, ecc.). L'impiego di suddetti strumenti a supporto di varie attività può essere di una certa utilità, tuttavia non è di per sé adeguato a favorire lo sviluppo di strutture mentali. Il progressivo spostamento, in ambito scolastico, dall'informatica intesa come scienza, che ruota attorno a principi *stabili* nel tempo, alla familiarizzazione con le TIC è del resto un problema dibattuto nei principali paesi europei [1, 3, 8, 11, 15].

Pochi ricordano infatti che il pensiero matematico e informatico non ha una precisa localizzazione nel nostro cervello, ma è costituito da una rete di collegamenti fra le sue aree corticali preposte chi alla rappresentazione delle quantità, chi all'identificazione visiva, chi al trattamento dei linguaggi, chi alla ideazione di strategie e pianificazioni, ecc. Per questo motivo, per esempio, il solo uso precoce della calcolatrice, che non richiede di memorizzare tabelline (trattamento dei linguaggi), determinerà non solo la mancanza di un dato nell'esecuzione manuale di calcoli di chi non le ha apprese, ma anche una conoscenza imprecisa dell'algoritmo da eseguire.

In linea con le interessanti proposte rivolte ai bambini di *Computer Science Unplugged* [4], questa attività può dunque vedersi come un recupero dell'approccio dell'*informatica povera*, molto meglio integrata con la matematica e le scienze, ma purtroppo dimenticata anche nella scuola di base. In particolare, gli oggetti e le attività proposte mettono i bambini in condizione di familiarizzare con idee, concetti e principi fondamentali quali (si confrontino anche le riflessioni in [7]):

(a) Il concetto di *memoria*, trasferita su un supporto esterno alla mente umana.

Gran parte degli oggetti considerati, ma anche il corpo stesso, per esempio quando viene colorata la parte che rappresenta un numero da ricordare, non sono altro che dei mezzi con i quali trasportare, comunicare, archiviare, recuperare informazioni (più precisamente *dati* che nella mente umana si traducono in informazioni).

In alcuni casi la struttura delle informazioni rappresentate è particolarmente ricca e interessante.

Si pensi ai vari modelli di taglie di ambito economico o ai primi gettoni-numero di area mesopotamica, nei quali la forma dell'intaglio o del gettone non comunica solamente un numero, ma anche il genere di unità monetaria o di oggetti/capi conteggiati; oppure si pensi ai quipu numerici, nei quali è necessario osservare il colore e la posizione dei fili per individuare il bene a cui si riferisce il numero; o ancora ai quipu filografati, nei quali il numero di nodi sotto il significante identifica una specifica sillaba.

(b) La *convenzionalità* della rappresentazione dell'informazione.

Questo aspetto emerge soprattutto dal confronto delle tecniche sviluppate da diverse culture: nel variegato utilizzo del corpo da parte delle popolazioni indonesiane come nell'indigitatio egiziana, nella diversità delle tacche su taglie e bastoni-contratto come nell'interpretazione dei nodi nei quipu e nella filografia peruviana, nella molteplicità di forme dei gettoni-numero presso i sumeri come nei segni sulle tavolette elamite, negli abachi più antichi come in quelli ancora in uso in oriente.

Inoltre, in tutti gli esempi si può far rilevare l'importanza di aderire rigorosamente alle regole convenute, e quindi di controllare la sintassi per assicurare una semantica corretta.

(c) Le *proprietà operative* dei linguaggi.

Queste proprietà si manifestano quando l'applicazione di regole di manipolazione sintattica della rappresentazione di un'informazione produce una nuova forma linguistica dotata significato.

Ne sono esempi notevoli i "linguaggi" che rappresentano i numeri negli strumenti di calcolo, per mezzo dei gettoni da calcolo sumeri, delle posizioni delle dita nel calcolo manuale, delle configurazioni dell'abaco. Nei vari tipi di abachi i gettoni assumono il proprio valore in base alla posizione all'interno dello strumento. Un caso a parte è invece l'operatività dei gettoni sumerici, il cui valore dipende dalla forma e che si prestano a numerose manipolazioni, anche per tentativi ed errori, utili a riflettere sul significato di operazione, riporto, prestito.

Altri linguaggi, come quello dei quipu, delle taglie, o la stessa indigitatio, hanno avuto solo la funzione di registrare informazioni. Tuttavia, anch'essi possono costituire la base di inattese evoluzioni, come nel caso della sequenza di tacche, per esempio, che si trasforma in un regolo a scorrimento e assume inedite proprietà operative.

(d) Il concetto di *algoritmo*.

Verso la conclusione del ciclo primario, i bambini possono cominciare ad intuire che le "istruzioni" che consentono di calcolare il risultato di un'operazione sfruttando le proprietà operative del linguaggio hanno un significato che va al di là degli specifici casi in cui sono state concretamente applicate. Rappresentano, in altri termini, il procedimento che risolve un certo problema nella generalità dei casi.

È inoltre interessante osservare che gli algoritmi di elaborazione numerica risultano diversi se cambia il tipo di rappresentazione, p. es. additivo o posizionale, ma che anche una volta fissato il tipo di rappresentazione si possono concepire algoritmi diversi, p. es. moltiplicazione attuale, a gelosia, con la tecnica delle dita [18].

La parte dedicata alla scuola primaria si esaurisce a questo punto, eventualmente includendo i bastoncini di Nepero, utilizzati per un'ulteriore rivisitazione dell'algoritmo di calcolo che oggi usiamo nelle moltiplicazioni. Si tralasciano, invece, le costruzioni di tipo geometrico di derivazione greca e strumenti che applicano proprietà geometriche come il mesolabio.

La proposta qui descritta sommariamente è incentrata in attività di laboratorio che prevedono l'utilizzo di materiali facilmente reperibili a costi esigui. Le attività manipolatorie sono seguite da discussioni sull'interpretazione degli oggetti, sul significato delle operazioni e sulla correttezza dei procedimenti utilizzati.



Fig. 1-3: La piccola esposizione presso il Museo Archeologico di Codroipo.

Riferimenti

- [1] J.-P. Archambault (2007): *Informatique et TIC: une vraie discipline?*, Médialog, n. 62, pp. 38-41.
- [2] B.G. Bara (2003): *Il sogno della permanenza*, Bollati Boringhieri.
- [3] J. Baudé (2007): *Le développement de l'informatique et des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement - Et si la voie suivie n'était pas la bonne?*, Informatique et TIC, Association EPI, Mai 2007.
- [4] T. Bell, I.H. Witten and M. Fellows (2006): *Computer Science Unplugged*, <http://csunplugged.org/>
- [5] D. Bitto (2005): *Numeri, segni, manipolazione: alla radice degli strumenti di calcolo*, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate, rivista del Centro Ricerche Didattiche "Ugo Morin", vol. 28 A-B, n. 6, novembre-dicembre 2005, pp. 513-532.
- [6] D. Bitto, C. Bonfanti, P. Giangrandi e C. Mirolo (2005): *Spunti didattici attraverso la storia degli strumenti di calcolo*, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate, rivista del Centro Ricerche Didattiche "Ugo Morin", vol. 28 A-B, n. 6, novembre-dicembre 2005, pp. 675-684.
- [7] P. Brizemur (1999): *L'Informatique à l'école élémentaire*, Propositions pour des objectifs d'enseignement de l'informatique et conséquence sur la formation des maîtres du premier degré.
- [8] E. Bruillard (2004), *From the didactics of computer science towards the didactics of instrumental activities with ICT*, International workshop of IFIP WG 3.5 - Learning for 21st century: What really matters?, June/July 2004.
- [9] Les cahiers de Science & Vie (2009): *Origines des nombres et du calcul*, Août-Septembre 2009, n. 112.
- [10] Les collections de L'Histoire (2005): *L'écriture depuis 5000 ans – des hiéroglyphes au numérique*, Octobre-Décembre 2005.
- [11] M.A.C. Clark and R.D. Boyle (2006), *Computer Science in English High Schools: We Lost the S, Now the C Is Going*, Proc. of the International Conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives, ISSEP '06, R.T. Mittermeir (Ed.), LNCS 4226, pp. 83-93.
- [12] P. Giangrandi, curatore (2000): *"Numeri e Macchine": una breve storia degli strumenti di calcolo*, catalogo della mostra, Mathesis sezione di Udine.
- [13] G. Ifrah (2008): *π – Enciclopedia universale dei numeri*, Arnoldo Mondadori Editore.
- [14] H.J. Nissen, P. Dameron and R.K. Englund (1993): *Archaic bookkeeping*, The University of Chicago.
- [15] S. Normand et É. Bruillard (2001): *Que rélèvent le discours des futurs enseignants sur leur compréhension du fonctionnement des applications informatiques*, Sciences et Techniques éducatives, vol. 8, nn. 3-4, pp. 435-445.
- [16] A. Pichot (1993): *La nascita della scienza – Mesopotamia, Egitto, Grecia antica*, edizioni Dedalo.
- [17] L. Vermiglio, coordinatrice (2010): *Progetto Speciale MAT+S 2010: Musica Arte Teatro+Scienza*, a cura dell'Ente Regionale Teatrale del Friuli V.G./Teatro e Scuola e del comune di Monfalcone, <http://www.teatroescuola.it/progetti/progetti.aspx?id=75>
- [18] M.R. Williams (1989): *Dall'abaco al calcolatore elettronico*, Franco Muzio Editore.