

« L'emploi d'ordinateurs dans la recherche scientifique n'est plus une nouveauté. En dix ans, le "traitement automatique de l'Information" s'est haussé au rang d'une spécialité, bientôt d'une discipline originale, avec ses techniciens — ingénieurs, mathématiciens, logiciens — ses instituts, ses journaux, et, naturellement, ses congrès. Il ne se passe plus de mois que l'on ne signale, çà et là, dix application de ces méthodes, aussi diverses par leur champ que monotones dans leur conception. Aussi faut-il bien de la hardiesse pour oser aujourd'hui publier cette banalité qu'est devenue la mise au point d'une procédure d'exploitation automatique de telles ou telles données, trop nombreuses ou trop complexes pour qu'on les puisse aisément maîtriser par d'autres voies.

Tel est cependant notre propos; et il faut tout d'abord justifier cette divulgation d'une méthode automatique de recherche, avant même que nous n'en ayons observé tous les fruits.

Une première raison tient à la nature même de cette méthode, simple enchaînement d'inférences logiques tirées de certains hypothèses, que l'historien peut avancer ou contester; celles-ci apparaîtraient-elles fausses que le principe même d'une recherche automatique par déductions successives n'en serait pas altéré. Or — et c'est notre seconde raison — la seule application de ce principe semble aujourd'hui suffire à justifier qu'on en parle. . . Expliquons-nous: les démarches qu'évoquent les mots d'"ordinateur" ou de "cartes perforées" sont en général celles de l'arithmétique. Pour les spécialistes des sciences humaines notamment, les machines sont tantôt "calculatrices", capables de fournir en peu de temps toutes sortes de données statistiques sur les mariages, les opinions, les prix, les mots, etc. . . — tantôt "trieuses", commodes pour classer de vastes collections de faits, retrouver les occurrences de chacun, et accessoirement encore, les compter. Restent cependant d'autres enquêtes, où l'on demande bien à l'automate de classer les données qu'on lui a fournies, mais pour ensuite les mettre en œuvre selon certaines démarches qui, pour être encore du "calcul" au sens large que les logiciens donnent à ce mot, n'en sont pas moins différentes des opérations numériques ». (GARDIN, GARELLI 1961, 837-838).

La citazione è tratta da un saggio comparso nelle « Annales E.S.C. »: in questo lavoro Jean-Claude Gardin e Paul Garelli davano ampia descrizione di uno studio sulle agenzie commerciali assire in Cappadocia, studio condotto con l'elaboratore elettronico. Siamo nel 1961: il calcolatore elettronico ha poco più di dieci anni. Se si considera che nella prima parte della sua vita la "macchina pen-

sante” è un prodotto di laboratorio, realizzato per fini specifici in ristretti ambiti delle “scienze esatte”, non si può certo dire che l’archeologia, scienza umanistica, non vanti ormai una solida tradizione informatica, che trova sanzione sulla prestigiosa rivista francese. Gli autori del saggio, inoltre, di là dal linguaggio tecnico che appare ovviamente datato, espongono con chiarezza la novità metodologica connessa all’impiego dell’elaboratore: non si tratta più solo di selezionare o ordinare schede perforate, ma anche di sottoporre i dati memorizzati a procedimenti logici e matematici tali da consentire risultati, ovverosia nuove conoscenze dedotte attraverso procedimenti e connessioni logiche prestabilite e inserite nel calcolatore. La novità dell’elaborazione elettronica dei dati in campo archeologico è quindi percepita molto presto: si consideri che stiamo illustrando una pubblicazione accademica, quindi una sanzione ufficiale. In realtà gli archeologi iniziarono certamente molto prima a chiedersi in che modo il nuovo ritrovato tecnologico potesse configurarsi quale strumento di ricerca e quali nuove metodologie d’indagine consentisse.

Potrebbe a questo punto essere interessante provare a tracciare una breve storia dell’informatica in archeologia partendo da quanto un’azienda costruttrice, come la IBM (AA.VV. 1971), ha conservato sull’argomento: testimonianza da un lato della sensibilità degli archeologi al progresso tecnologico e dall’altro prova del fascino che l’archeologia ha esercitato ed esercita sul mondo aziendale. La rassegna, forzatamente incompleta, può comunque riservare qualche interessante sorpresa e non solo sul piano della curiosità documentaria.

Il primo calcolatore elettronico viene installato nel centro di calcolo del Politecnico di Milano nel 1951; il secondo arriva l’anno seguente a Roma, presso l’Istituto Nazionale per le applicazioni del Calcolo. Ma già nel 1958 un comunicato ripreso dalla stampa (IBM 1958) poteva annunciare “Compilato da un calcolatore elettronico l’indice delle pergamene del Mar Morto”. Il titolo non rende giustizia al lavoro: si tratta ben più di un indice. « Gli studiosi di tutto il mondo — afferma durante la conferenza stampa di presentazione tenutasi a New York il professor James Muilenburg della Union Theological Seminary — che dopo la scoperta delle pergamene hanno compiuto lunghe ricerche per arrivare ad una completa interpretazione di questi frammenti, hanno ora a disposizione uno strumento di studio tra i più efficaci ».

Si noti che il metodo applicato per l’analisi dei documenti venne sviluppato in Italia partendo dall’esperienza effettuata per la compilazione della prima analisi delle concordanze dell’opera completa di San Tommaso d’Aquino.

Ma veniamo al problema. Le prime pergamene furono scoperte casualmente da pastori beduini in una grotta situata sulla costa occidentale del Mar Morto, in Giordania. La grotta si trova a circa due chilometri dalle rovine di Khirbet Qumrān e le pergamene, sette, erano rinchiusi in anfore: una successiva più si-

stematica ricerca permise di identificare, nelle vicinanze della grotta, migliaia di frammenti insieme ad altre pergamene. Secondo le analisi degli archeologi e dei paelografi le pergamene risalivano ad un periodo compreso tra il 2 a.C. e il 70 d.C. L'interpretazione degli scritti si presentò particolarmente difficile. Le pergamene erano seriamente deteriorate: per ricostruire gli antichi testi occorreva identificare e risistemare nella loro originaria pergamena migliaia di frammenti sparsi.

La prima operazione consisté nel perforare su schede le 30.000 parole dei manoscritti: l'operazione venne eseguita in Italia nel centro per l'automazione letteraria di Gallarate. Ogni scheda riportava una sola parola con l'indicazione della riga, della colonna, della sequenza e della pergamena. Le 30.000 schede furono inviate a New York dove i dati, trasferiti su due nastri magnetici, vennero consegnati ad un calcolatore elettronico IBM 705. « Il complesso elettronico IBM 705 — così narra il testo della documentazione consegnata alla stampa il 27 Marzo 1958 — nel quale i testi dei manoscritti vengono elaborati, sotto forma di relazioni matematiche, è capace di effettuare una distinzione logica per accertare se determinate parole furono scritte originalmente in una delle centinaia di parti corrose dei manoscritti. Il complesso analizza le parole che precedono e seguono un periodo corroso o cancellato o distrutto, prende in considerazione la misura dello spazio vuoto e calcola il numero di caratteri che avrebbe potuto esservi scritto. Successivamente, migliaia di parole riportate sulle pergamene vengono "riviste" a velocità elettronica dal 705, fino a che il complesso riesce a individuare una o più parole che sotto tutti gli aspetti si inseriscono logicamente nel periodo. Allo scopo di determinare la validità di questa tecnica sono state estratte da un testo conosciutissimo alcuni periodi che sono stati poi immessi nel 705. Questo esperimento ha dimostrato che il calcolatore può determinare correttamente fino a cinque parole consecutive. Il 705 inoltre può rivelare in forma matematica le eventuali differenze di stile risultanti dai testi, scoprendo le interpolazioni da parte di scrittori diversi dall'autore del testo ».

Dalla documentazione conservata non si riesce a dedurre con precisione il modello di macchina utilizzata per questa ricerca e quindi anche un discorso sulle prestazioni e le capacità elaborative risulta non precisissimo. Certo di un 705 si trattava e perciò potremmo far riferimento al 705 III, annunciato in Italia nell'Ottobre del 1957 e ritenuto elaboratore particolarmente potente, così che la nostra valutazione sarà o esatta o eccessiva.

Tecnologicamente parlando, il 705 è una macchina della prima generazione, caratterizzata da unità aritmetico-logica e valvole termoioniche in grado di eseguire 8400 addizioni o 1200 moltiplicazioni al secondo. Il modello III, oltre ad essere più veloce, presenta una memoria centrale particolarmente ampia, ben 80.000 caratteri.

Ma forse l'aspetto più interessante è che il programma realizzato per questo lavoro « può — sempre secondo la documentazione citata — essere applicato ad un vastissimo campo di ricerche comprendente gli studi giuridici e medici, i saggi letterari, i problemi chimici e petroliferi ». In sostanza a quella data vi sono studi di archeologia su computer talmente avanzati da proporsi come modello per altre discipline scientifiche e addirittura per l'industria.

Sono esperienze interessanti, ancora oggi, ovviamente non per la strumentazione tecnica, ma per la modernità dell'approccio metodologico nei confronti dell'elaboratore, considerato non tanto come veloce e capacissimo archivio, ma anche come strumento diretto di ricerca, per formulare e verificare ipotesi su masse considerevoli di dati.

Pochi anni più tardi, siamo agli inizi degli anni '60, grazie all'interessamento della fondazione Lerici e alla collaborazione dell'Università di Bonn, che mette a disposizione il suo IBM 7090, prende l'avvio un progetto a lungo accarezzato dagli archeologi: la prospezione magnetometrica dell'intera area occupata dall'antica città etrusca di Tarquinia su incarico della Soprintendenza delle antichità dell'Etruria meridionale.

« È un lavoro pensato da tempo, ma che non era mai iniziato proprio per la preoccupazione del tempo necessario per giungere alla interpretazione dei risultati. La campagna è iniziata nel 1966; alla fine dell'anno erano stati coperti quattro ettari e mezzo e le prime 40.000 letture sono state elaborate dal calcolatore di Bonn e rappresentate in diagramma con un totale di un'ora e mezzo di lavoro distribuita nel corso di una settimana. Per fare lo stesso lavoro senza calcolatore (e teniamo presente che i dati sono stati elaborati in modo particolare), sarebbe stato necessario almeno un anno e mezzo di lavoro d'ufficio » (CAVAGNARO VANONI 1967). C'è da rilevare che il calcolatore elettronico consente di superare gli ostacoli all'applicazione dei metodi geofisici in archeologia, ostacoli dovuti essenzialmente alla necessità di elaborare ed interpretare una massa enorme di dati.

Mentre, infatti, nella prospezione geofisica a scopi commerciali, tesa all'individuazione per esempio di giacimenti petroliferi, il numero delle letture è relativamente piccolo, poiché le formazioni geologiche sono estese e profonde e le letture possono essere effettuate a distanze abbastanza grandi, in archeologia invece occorre individuare formazioni di dimensioni limitate in genere a pochi metri di profondità; le letture quindi devono essere molto fitte. E l'intervento del calcolatore va ben oltre la ordinata gestione di grandi masse di dati. Richard Edgard Linington (LININGTON 1967), direttore tecnico della sezione prospezioni archeologiche della Fondazione Lerici, allora così si esprimeva: « Quindi la prima utilità dell'elaboratore elettronico è semplicemente quella di dare rapidamente una intera serie di rappresentazioni con simboli dei dati, e di eliminare

una gran parte del lavoro inutile necessario altrimenti ».

Certamente i calcolatori di allora non erano quelli attuali e la grafica aveva qualche carenza: « Si noti che qui si tratta di una rappresentazione dei dati fatta in modo semplice; cioè un singolo simbolo che sostituisca ogni singola lettura. Vi sono metodi più complessi come diagrammi con isoanomale o con simboli multipli che possono offrire dei vantaggi; ma sono meno adatti per una prima rappresentazione e, per ragioni pratiche, è molto meno facile ottenerli per mezzo di un calcolatore ».

Ma « . . . oltre a quella discussa, il calcolatore elettronico offre molte altre possibilità. Si tratta esclusivamente delle diverse forme di elaborazione matematica. . . Il primo tipo di elaborazione matematica è quello dell'interpolazione. Si calcolano cioè, sulla base delle letture fatte nei punti scelti, una serie di valori medi o interpolati per punti che in realtà non sono stati misurati. Questi calcoli non danno nessuna informazione ulteriore, ma rendono i risultati, rappresentati in un diagramma generale, più chiari. . . Quando ci si occupa del secondo tipo di calcoli, quello di elaborare matematicamente i dati, il lavoro è talmente grande da risultare del tutto impossibile senza l'aiuto del calcolatore elettronico.

Lo scopo di questi calcoli, come già detto, è di cercare di eliminare gli elementi estranei nelle variazioni registrate, in modo di avere un quadro più chiaro di quelle dovute a formazioni archeologiche ».

Il discorso di Linington si riferisce alla esperienza di Tarquinia e anche in questo caso può essere utile fornire qualche elemento di valutazione delle risorse tecnologiche utilizzate per il progetto. In assenza della documentazione specifica sulla configurazione operante presso l'Università di Bonn, dobbiamo basarci su dati relativi a un 7090 tipo, sicuri però di scrivere con buona approssimazione.

Annunciato nel 1959 come l'elaboratore dell'era spaziale da poco iniziata, il Sistema IBM 7090 è per i tempi una macchina di grande potenza con una unità centrale in grado di eseguire in un secondo 210.000 addizioni e contemporaneamente di scrivere o leggere 3 milioni di lettere. La memoria centrale, a nuclei di ferrite, ha una capacità di 32.768 voci di 36 bit. Progettato per applicazioni scientifiche, l'elaboratore utilizza 44.000 transistor e 1.200.000 nuclei magnetici.

Il nostro 7090 è protagonista più o meno negli stessi anni di una vicenda che inizia in Inghilterra e si conclude in Sardegna. Le notissime pietre di Stonehenge hanno per secoli sfidato la curiosità degli studiosi (HADINGHAM 1978): a cosa erano servite? Perché quella particolare collocazione della Heel Stone? Domande che in modo sempre più chiaro si sono posti a partire dal 1740 gli studiosi delle antichità britanniche. Nel 1961 il professor Gerald Hawkins dell'Osservatorio Smithsonian di Harvard pubblica *Stonehenge decoded*, un saggio che fece molto rumore. In sostanza lo studioso inglese affermava, dopo aver analizzato con un elaboratore elettronico (il 7090 di Harvard appunto), più di 120

allineamenti dei misteriosi monoliti, di aver scoperto che 12 fra i principali allineamenti di Stonehenge indicavano le posizioni estreme del Sole e altri 12 quelle della Luna.

Sulla base delle osservazioni di Hawkins, iniziò un ampio dibattito cui parteciparono, tra gli altri, anche il famoso astronomo inglese Fred Hoyle. Stonehenge, secondo questi studiosi, poteva essere interpretato come un grande strumento astronomico per la previsione di fenomeni quali le eclissi e le fasi lunari.

Da Stonehenge a Cuili Piras. Nella parte centrale i menhir della località sarda sono idealmente posti su una circonferenza di circa 66 metri con un raggio di 10 metri e mezzo. Dividendo questa circonferenza per 40, tanti sono infatti i settori angolari di 10° nella suddivisione centesimale dell'angolo giro, si ottiene la cifra 1,60. I menhir distano l'uno dall'altro 1 metro e 60 centimetri o una distanza metrica o angolare multipla di 1,60 o di 10° . Attorno a questa circonferenza furono innalzati altri menhir apparentemente senza alcun criterio geometrico. Il criterio di disposizione però acquista senso se si accetta l'ipotesi che un osservatore posto all'interno della circonferenza fissi lo sguardo sul punto celeste indicato da alcuni allineamenti tra i menhir dislocati nell'area della circonferenza e nella zona circostante. Prove effettuate in particolari periodi dell'anno — 22 dicembre data del solstizio d'inverno — mostrarono che certi allineamenti indicavano con sorprendente precisione il nord astronomico e gli altri punti cardinali. Diveniva sempre più plausibile che con questi parametri fosse possibile anche in un lontano passato determinare con una certa precisione il moto di alcuni corpi celesti, il Sole e la Luna, lungo la volta celeste al mutare delle stagioni. L'ipotesi ormai precisamente formulata poteva essere verificata controllando, come aveva fatto Hawkins, lo "scopo astronomico" di numerosi allineamenti.

Negli archivi magnetici di un Sistema/370 IBM vennero registrate sequenzialmente tutte le posizioni indicate dal sorgere del Sole e della Luna espresse in gradi rispetto al Nord, calcolate a 39° di latitudine Nord. I dati furono messi in correlazione con una tabella in cui erano riportati tutti i possibili allineamenti ottenibili traguardando da ogni menhir verso tutti gli altri. L'elaboratore lesse sequenzialmente tutte le registrazioni relative alla posizione del Sole e della Luna, al sorgere e al tramontare, e ricercò per ognuna di esse un orientamento corrispondente fra tutti quelli indicati dai vari allineamenti dei menhir. E questo per ogni giorno dell'anno.

I risultati confermarono l'ipotesi: le grandi e misteriose pietre avrebbero potuto essere state elementi di un singolare regolo astronomico di notevole precisione (LEDDA 1981).

Rispetto all'esperienza di Hawkins, è cambiato l'elemento principale: gli studiosi sardi poterono disporre di un /370, una macchina più potente, ovviamente, del 7090 che nei modelli maggiori era munito di una memoria principale

di 3 milioni di caratteri e poteva eseguire in un secondo 12 milioni e mezzo di operazioni elementari.

Ho effettuato un salto temporale o, forse, meglio tecnologico. Dal 7090 sono passato direttamente al /370: fra i due però si colloca una macchina fondamentale, il Sistema/360. Nel 1964 il Sistema è disponibile in una gamma di dodici modelli, fra loro compatibili, con velocità operative che vanno da un minimo di 30.000 a un massimo di 20 milioni di operazioni al secondo e con capacità di memoria comprese tra 4.000 e 4 milioni di caratteri.

In questo "clima tecnologico" Richard E. Lington della Fondazione Lericci iniziò la sua ricerca dell'agorà di Metaponto (IBM 1971). L'ubicazione della città era stata identificata grazie a ritrovamenti sporadici e a pochi scavi; la fotografia aerea per contro aveva fornito preziose indicazioni sulla pianta generale delle parti ancora sepolte. Tuttavia rimanevano molti dubbi soprattutto sulle caratteristiche di una zona centrale della città, che appariva priva di tracce di costruzioni. Qui dunque avrebbe potuto essere collocata l'agorà. Per stabilire le esatte caratteristiche di quest'area Lington eseguì due campagne di prospezione magnetica con un magnetometro a protoni. I dati raccolti con il magnetometro, circa 130.000, furono elaborati e interpolati da un Sistema/360 IBM e infine stampati in rappresentazioni grafiche. Pezzo per pezzo vennero messe in evidenza alcune linee anomale, chiaro segno di strade che attraversavano diagonalmente la zona stessa dall'alto verso sinistra, dal basso verso destra. Alla fine la topografia dell'area risultò evidente con le sue vie e le sue costruzioni: l'agorà doveva essere cercata altrove.

Il fascicolo « Archeologia » del nostro archivio, benché ovviamente tenga memoria soprattutto di "casi" italiani, registra anche alcune applicazioni straniere ritenute significative e perciò degne d'essere segnalate agli archeologi e al pubblico italiani.

Anche se lo scopo principale di queste note è quello di mostrare l'antica consuetudine degli archeologi all'uso dell'elaboratore con specifico riferimento all'Italia, può essere utile rileggere alcune esperienze straniere che ebbero una certa risonanza non solo in ambito specialistico, ma anche presso un pubblico sempre più interessato e affascinato dalle vicende dell'archeologia. Scavi iniziati negli anni '20 da Sir John Marshall e continuati nel decennio successivo ad opera soprattutto di Ernst Mac Kay e ripresi negli anni '60 da archeologi pachistani e indiani, avevano rivelato l'esistenza di una misteriosa civiltà che era fiorita fra il 2500 e il 1800 avanti Cristo in un ampio tratto della valle dell'Indo. Gli scavi portarono alla luce numerose abitazioni, in cui si rinvenne traccia di un'antica scrittura, sotto forma di brevi iscrizioni su sigilli di steatite, accompagnate dalla raffigurazione di animali. Oltre ai duemila sigilli così raccolti, gli archeologi avevano rinvenuto tavolette di rame, forse amuleti, frammenti di vasellame

con pitture e graffiti, sigilli su ceramiche, iscrizioni su armi, su pietre, su bacchette d'avorio e su statuette. Tutte queste iscrizioni rimanevano però assolutamente incomprensibili. Alla fine degli anni '60 un gruppo di studiosi finlandesi iniziò un vasto programma di studio per analizzare e interpretare i sigilli indù, ottenendo la collaborazione della IBM Finlandia, che mise a loro disposizione uno dei calcolatori del centro elaborazione dati di Helsinki. I ricercatori poterono inoltre utilizzare il Sistema IBM 7090 del Centro di Calcolo nord-europeo di Copenhagen.

Dai 2000 testi rinvenuti, gli studiosi finlandesi scelsero 1944 iscrizioni diverse: queste iscrizioni contenevano complessivamente 9147 simboli grafici. I simboli grafici vennero registrati nella memoria del calcolatore, impostato per una ricerca basata essenzialmente sull'analisi della ricorrenza dei vari simboli, dei loro rapporti contestuali e delle combinazioni fra un simbolo e l'altro. Indispensabile in tale analisi era una lista che indicasse la frequenza complessiva, quella iniziale e quella finale, dei vari simboli, ed in particolare un altro elenco che comprendesse tutti gli abbinamenti dei simboli stessi, oltre ad una lista delle ricorrenze di tutte le parole. La compilazione di tutti questi elenchi comportava naturalmente un vasto lavoro di analisi statistica in cui i metodi dell'indagine filologica dovevano necessariamente fondersi con quelli dell'indagine matematica. Il calcolatore tentava automaticamente migliaia di combinazioni semantiche possibili, giungendo così a rivelare che i caratteri rappresentavano intere parole e interi concetti, anziché sillabe elementari.

Partendo dal presupposto che i caratteri, insieme ai logogrammi che significavano intere parole, costituissero anche un sillabario in cui taluni segni erano usati prevalentemente per esprimere elementi grammaticali, il gruppo di ricerca incominciò col provare vari metodi analitici, nella speranza di individuare certi rapporti fonetici nell'ambito dei testi. Poiché il materiale, complessivamente alquanto scarso e di contenuto parziale, non sembrava fornire indicazioni sufficienti, gli studiosi decisero di elaborare un nuovo procedimento, completamente automatico e basato esclusivamente su dati statistici, controllandolo mediante reperti analoghi ricavati da diciture appartenenti ad altri remoti linguaggi.

Si provvide, innanzitutto, a trascrivere le iscrizioni su schede perforate, quindi venne preparato un certo numero di campioni, delle stesse dimensioni, con un totale di 10.000 simboli grafici, ricavandoli dal linguaggio arcaico e classico dei Sumeri, dai geroglifici egiziani dell'età media, dalle scritture cuneiformi elamitica e neoassira e dalla lineare B.

Fu messo a punto un sistema di classificazione che permise al calcolatore di registrare il numero di volte in cui un simbolo appariva accanto ad ognuno degli altri e di suddividere poi i simboli stessi in gruppi a seconda del loro "comportamento". Ciò in base al principio della catena, cioè che la sequenza di qualsiasi

scritta deve essere retta da leggi dell'acustica fisiologica suscettibili di misurazione. Analisi di estrema complessità che poteva essere affrontata solo con il calcolatore elettronico. Risultò così che la scrittura indù era puramente logografica e non logo-sillabica come si era sempre creduto.

Si constatò inoltre che esistevano combinazioni di due o più segni base, nonché modifiche di segni base formate aggiungendovi degli elementi distintivi, tratti o righe. Si accertò infine l'esistenza di caratteristiche determinative, sprovviste di valore fonetico ed impiegate esclusivamente per restringere il significato di determinati simboli. Il numero complessivo dei simboli grafici costituenti la scrittura indù era di circa 300, meno di quanto si potesse, all'inizio, pensare.

Il complesso lavoro per individuare i significati di questa lingua comportò:

- 1) l'identificazione dell'oggetto che ogni simbolo apparentemente raffigurava;
- 2) l'identificazione del significato che il simbolo doveva servire ad esprimere;
- 3) l'individuazione degli omofoni ripetitivi, cioè l'associazione esistente fra una determinata immagine e il rispettivo suono, nonché tra il suono e la parola che l'ascoltatore doveva comprendere.

Questo metodo richiedeva in primo luogo una grande capacità di immedesimazione storica, in quanto i vari oggetti raffigurati dai segni dovevano essere visualizzati alla luce delle loro antiche caratteristiche, attraverso gli occhi della popolazione vissuta in quell'epoca, tenendo anche presenti gli opportuni paralleli con altre scritture pittografiche, come il sumero. Combinando fra loro tutti questi elementi e compiendo un passo logico dopo l'altro secondo un processo di estrema complessità, collegando le immagini e le idee che esse esprimevano con i loro corrispettivi verbali, gli studiosi finlandesi sono infine riusciti a definire la struttura della lingua dell'antica civiltà che aveva costruito le potenti fortificazioni di Harappa e di Mohenjo Daro (IBM 1974).

Ancora un esempio straniero. Siamo nel 1968, un grande progetto internazionale, cui partecipano il dipartimento egiziano per le antichità, la commissione per l'energia atomica degli Stati Uniti, lo Smithsonian Institute, la National Geographic Society, la University of California e il dipartimento per le antichità della Repubblica Araba Unita, viene avviato per individuare nella grande piramide la camera funeraria del faraone Chephren. Gli studiosi possono disporre di un Sistema 1130 messo a disposizione dalla IBM.

Il mistero della piramide di Chephren, con il suo interno così diverso da quello riscontrato nelle altre piramidi ha resistito per millenni: un'ampia volta vuota e due corridoi di accesso è tutto quanto il moderno ricercatore poté reperire. Nessuna traccia della mummia regale e della camera funeraria. Alcuni egittologi erano del parere che il faraone, vista la tomba del padre Cheope saccheggiata immediatamente dopo la cerimonia funebre, non tentasse nemmeno di in-

gannare i violatori di tombe. La sua mummia venne posta nella camera centrale dove venne presto scoperta e trafugata. Ma l'ipotesi non convinceva del tutto; secondo altri studiosi la mummia doveva ancora trovarsi in una camera nascosta all'interno dell'enorme piramide.

La ricerca prese avvio con la definizione di una, allora, nuova tecnica di programmazione concepita da Louis Alvarez dell'Università di California, essenzialmente basata su di una stretta collaborazione tra fisici e matematici.

All'interno della piramide, sotto la volta centrale, vennero poste due "camere a scintillio" collegate all'elaboratore. La camera a scintillio è un particolare dispositivo contenente gas neon sotto tensione elevata: il gas viene colpito dai muoni, particelle sub-atomiche originate da esplosioni stellari che bombardano continuamente la superficie terrestre con notevole forza penetrante. Quando un muone colpiva le massicce strutture della piramide e colpiva il gas delle camere, questo si ionizzava ed emetteva scintille. Il calcolatore analizzava i dati relativi a queste scintille, calcolava le coordinate di tutte le loro tracce attraverso uno schermo opportuno e verificava il numero dei muoni che avevano colpito le camere. Nell'arco di quattro mesi l'elaboratore analizzò 4 milioni di dati e tracciò una mappa della piramide. In questa mappa si notarono aree in cui i muoni comparivano più fitti, aree dove le particelle avevano incontrato spazi vuoti: lì si doveva cercare la camera funeraria del faraone (IBM 1968).

Termina qui questa serie di esempi di applicazione di metodi informatici a problemi archeologici. Una serie di esempi che intende semplicemente mostrare come la storia informatica dell'archeologia sia antica quanto l'informatica stessa e come, anche partendo da un archivio aziendale, quindi forzatamente molto incompleto, sia possibile seguire puntualmente le tappe dello sviluppo tecnologico anche attraverso ricerche di tipo archeologico. Testimonianza evidente della sensibilità di una disciplina umanistica per quanto la tecnologia va via via proponendo.

La storia continua anche oggi, e sulle novità più recenti ritorneremo: iniziative come il consorzio di Neapolis a Pompei sono prove concrete che la tecnologia prosegue il suo stretto rapporto con la scienza del passato. Dai lontani tempi del 7090, siamo ora giunti in un periodo in cui la potenza dei grandi elaboratori di ieri è concentrata in ben piccola dimensione, quella di un personal. E le possibilità si sono enormemente ampliate: si pensi alle possibilità grafiche dei moderni personal computer, largamente in grado di superare quelle del grande 7090. Nonostante questo, le parole tratte all'inizio di quest'articolo suonano ancora molto attuali: l'archeologia ha saputo mostrare, e quindi deve continuare a mostrare, quale potente strumento sia l'elaboratore posto al servizio dell'intelligenza e della fantasia umana tesa a ricostruire un mondo scomparso da millenni.

ANGELO CERIZZA

Rivista IBM

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1971, *Tre secoli di elaborazione dei dati*, Milano, IBM Italia.
- CAVAGNARO VANONI L. 1967, *L'uso del calcolatore elettronico in archeologia*, « Palatino », 11 (IV serie).
- GARDIN J.-P., GARELLI P. 1961, *Etude des établissements assyriens en Cappadoce par ordinateurs*, « Annales. Economies — Sociétés — Civilisations », 5, 837-876.
- HADINGHAM E. 1978, *I misteri dell'antica Britannia*, Roma, Newton Compton Editori.
- IBM 1958, *Compilato da un calcolatore elettronico l'indice delle pergamene del Mar Morto*, Comunicato stampa IBM, New York.
- IBM 1968, *Un calcolatore elettronico IBM cerca la mummia di Chephren*, Comunicato stampa IBM.
- IBM 1971, *L'introvabile agorà di Metaponto*, Comunicato stampa IBM.
- IBM 1974, *Svelati i segreti della civiltà indù*. Informazioni IBM.
- LEDDA R. 1981, *I cicli di pietra*, « Rivista IBM », 2.
- LININGTON R. 1967, *Ancora sull'uso del calcolatore elettronico in archeologia*, « Palatino », 11 (IV serie), n. 2.

ABSTRACT

The examination of archaeological documents preserved in the IBM archive outlines the development and the methodological tendencies which characterized, from the end of 1950's until the 1970's, the application of computer science in this field of studies. The phases regarding technological development are described as are the procedures relative to research projects of various subjects, both linguistic and strictly archaeological. These experiences show that, right from the start of computer application in archaeology, the tendency was to exploit the logical and mathematical potentials of computers.