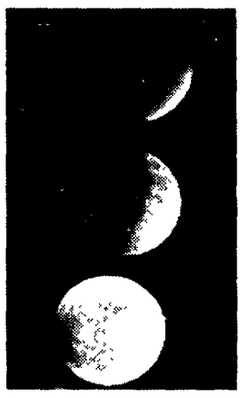
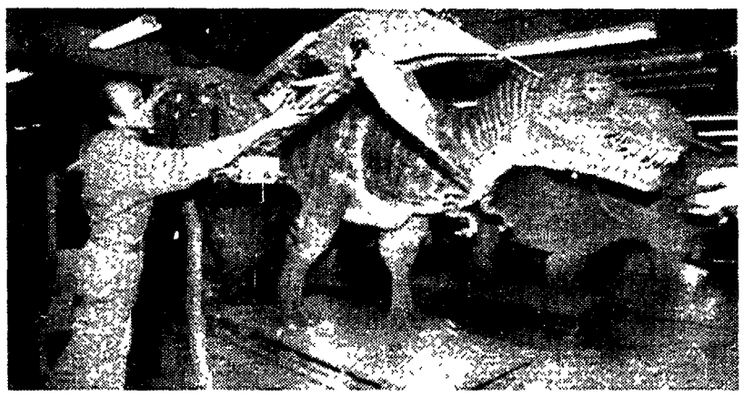
## Astronomia

### I segreti della struttura profonda della Luna sono scritti nei suoi crateri



Sulla Luna vi sono crateri davvero grandi, come quello chiamato Copernico. Questi crateri sono molto importanti, perchè nell'impatto con il meteorite che li ha creati, sono venuti alla luce materiali di diversa profondità. Studiandoli con potenti telescopi basati a Terra gli astronomi possono ricostruire la struttura interna del nostro satellite naturale. Tre astronomi francesi, per esempio, come riporta l'ultimo numero di «Science», proprio studiando il cratere Copernico hanno potuto stabilire che sia la crosta più bassa che il mantello della Luna possono essere regionalmente molto prossimi alla superficie.



## Paleontologia

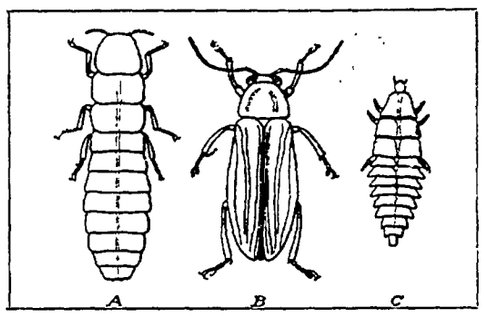
### I dinosauri, più vecchi del previsto

I dinosauri esistevano già sulla Terra 228 milioni di anni fa, cioè alcuni milioni di anni prima di quanto si credeva finora. Lo hanno accertato il paleontologo Paul Sereno dell'università di Chicago e l'argentino Alfredo Monetta studiando fossili rinvenuti alle pendici delle Ande. La loro ricerca viene pubblicata nell'ultimo numero della rivista scientifica «Science». Nella foto, il giapponese Koji Hagita accanto ad una sua creazione: un dinosauro in grado di muoversi come se fosse vivo. Ogni parte dell'animale-robot viene controllata attraverso un computer. Hagita si è specializzato nella produzione di animali preistorici.

## Medicina

### L'enzima che fa brillare le lucciole misura l'efficacia dei farmaci anti-Tbc

NEW YORK. Saranno forse le lucciole (nel disegno in alto a destra) a salvare milioni di malati di tubercolosi. Il dottor William Jacobs della Howard Hughes Medicals Institute di New York ha messo a punto un metodo di estrema rapidità nell'accertare l'efficacia dei farmaci nel trattamento della tubercolosi. Il suo metodo consiste nell'iniettare nei batteri della tubercolosi la *luciferase*, l'enzima che fa brillare le lucciole. Una volta inoculato l'enzima nei germi della tubercolosi, dopo non più tardi di due ore i germi sani cominciano a brillare, mentre quelli morti rimangono come sono. La scoperta è di grande importanza perché permette di fare un test rapidissimo dell'efficacia dei farmaci anti-tbc e scegliere in poco tempo quello più efficace. Ovviamente verrà scelto il farmaco che – una volta somministrato – spegne il bagliore dei germi trattati con la *luciferase*. La notizia della scoperta del dottor Jacobs è stata data ieri dal settimanale scientifico *Science*. Una delle difficoltà maggiori nella cura della tubercolosi è proprio quella di scegliere rapidamente il farmaco più efficace a domare il batterio, diventato ormai resistentissimo al trattamento degli antibiotici. Si sceglie allora una gamma di farmaci e si procede per tentativi: si sperimenta il primo e si aspetta il risultato. Nel caso che risulti inefficace si passa a sperimentare il secondo e così via. Tutto il processo dura di solito fino a otto settimane, e quando alla fine si trova il farmaco adatto spesso è troppo tardi. L'inoculazione dell'enzima delle lucciole permette di accertare invece quasi immediatamente lo stato di salute del germe sottoposto all'attacco del farmaco prescelto. A mostrare grande interesse per la scoperta del dottor Jacobs è la Organizzazione mondiale della sanità che solo poche settimane fa aveva lanciato a Londra una costosa campagna sanitaria contro la tbc, che oggi fa oltre novemila vittime al giorno. Oltre che una cura più efficace, il test ideato da Jacobs (ma che deve ancora essere perfezionato) consente anche una notevole riduzione dei costi. □*A.Mo.*




## Diga di Assuan, sovrappopolazione: così si ammala un fiume

# L'assassinio del Nilo

**Il delta del Nilo è ammalato. E si sta rapidamente modificando. A causa della pressione antropica crescente e della diga di Assuan, che da 30 anni lo priva dei depositi di limo e sabbia, i terreni di quella fertile regione si vanno inaridendo. La ricerca allarmata di due scienziati americani: non una sola goccia di acqua pulita trasportata dal grande fiume raggiunge il Mediterraneo.**

PIETRO GRECO

Erodoto non sapeva davvero spiegarsi «perchè mai il Nilo scende, tutto gonfio, per cento giorni a cominciare dal solstizio d'estate» e «raggiunto poi questo numero di giorni, si ritira indietro, abbassando il livello della corrente di modo che dura tutto l'inverno povero d'acqua, fino al ritorno del solstizio d'estate.» Ma aveva ben compreso che quella fertile terra chiamata Egitto era un «dono del Nilo». E che ove mai il fiume avesse posto fine alle sue limacciose e munifiche inondazioni, gli Egiziani, «in specie nella parte chiamata Delta, ne soffrirebbero per tutti i tempi a venire».

Oggi che, a 30 anni dall'inizio della costruzione della diga di Sadd Al-Alì, più nota come alta diga di Assuan, il fiume ha posto davvero fine alle sue limacciose inondazioni, la previsione di Erodoto si sta avverando. E gli Egiziani, in specie nella parte chiamata Delta, potrebbero davvero soffrirne per tutti i tempi a venire.

Ad affermarlo, in un articolo pubblicato su «Science», sono Daniel Jean Stanley e Andrew Warne, due seri studiosi in forze al National Museum of Natural History, presso la Smithsonian Institution di Washington. L'analisi dei due scienziati è chiara: privato del suo flusso naturale di sedimenti e sottoposto ad una pressione antropica insopportabile, il Delta del Nilo non sta solo cambiando forma e struttura. Ma si sta anche ammalando. L'intero ecosistema Nilo, d'altra parte, è stato talmente modificato che in pratica tutta la sua acqua è deviata da una fitta rete di canali di irrigazione che attraversano sia la Valle che il Delta, tanto che nessuna goccia di acqua pulita riesce a raggiungere il mare». E così gli Egiziani cominciano a soffrire per il declino della produttività di quel suolo che sembra ormai destinato a perdere la sua celebre fertilità a causa della marcata erosione delle coste, della notevole salinizzazione, del crescente inquinamento.

E sì che nessun'altra nazione al mondo dipende così tanto da un'unica fonte di acqua. La Valle del Nilo è una lunga e sottile striscia di terra sottratta dal fiume al deserto per circa 900 chilometri di lunghezza e, in media, per pochi chilometri di larghezza. Il Delta del Nilo si estende per 23.000 chilometri quadrati e culmina, tra Alessandria e Porto Said, in una fascia costiera lunga 250 chilometri. In questi due fazzoletti di terra, pari a meno del 5% della superficie del paese, si concentra la totalità delle terre coltivabili e buona parte dei 58 milioni di abitanti. Il destino dell'Egitto, un paese che ogni 9 mesi vede nascere un milione e più di bambini, è più che mai nelle acque del Nilo.

Non che, in passato, la Valle e il Delta del fiume siano sempre stati uguali a se stessi. Anzi. Analizzandone, con varie metodologie d'indagine, la storia geologica, Stanley e Warne hanno appurato che negli ultimi 35.000 anni il «dono del Nilo» ha continuamente cambiato aspetto. Vuoi per fattori naturali, vuoi per cause antropiche.

Fino a 12.000 anni fa il livello dei mari risulta molto basso, così che il fiume, trascinando in continuo sabbia e limo, è riuscito a strappare terre preziose al Mediterraneo. Alla fine dell'era glaciale il Nilo può sfociare, col suo paludoso Delta, 50 chilometri più a nord dell'attuale fascia costiera. Poi i ghiacci si sciolgono e il livello del mare, rapidamente, aumenta. Per 4.000 anni la crescita del livello del Mediterraneo nesce ad avere ragione della capacità di deposito di materiali del Nilo: il fiume deve arretrare. Finalmente, 8.000 anni fa, il Nilo ed i suoi sedimenti riescono a bloccare l'avanzata del Mediterraneo. I depositi di sabbia proteggono le coste dalla erosione delle onde e le lagune e le paludi dalle acque, salate, del mare. Il Delta comincia ad assumere la forma che vediamo oggi, perdendo quella a cuspide e assumendo una dolce forma arcuata. Il nordest comincia di nuovo ad avanzare, mentre la zona centrale continua, lentamente, a retrocedere. Intanto la subsidenza, la progressiva compattazione seguita da abbassamento del terreno, e le oscillazioni del clima ne modellano la morfologia, creando e distruggendo lagune, promontori, barriere. Il clima è molto più umido e piovoso durante il periodo che va da 7.000 a 4.500 anni fa. La portata del Nilo è maggiore, le inondazioni più abbondanti, la sabbia tracimata più grossa. Poi inizia una lunga stagione secca, che dura tuttora. La portata del Nilo diminuisce, le inondazioni diventano meno copiose e più fine la sabbia abbandonata.

Quando, spinti dalla crescente aridità e dal bisogno di una fonte sicura di acqua, le genti dalla Nubia (sud), dalla Libia (ovest), dalla Palestina e dalla Siria (est) giungono nella Valle (soprattutto) e nel Delta del Nilo intorno al 5.000 avanti Cristo, vi trovano, certo, terre lussureggianti. Ma anche infide. Nelle paludi ricche di papiri che circondano il fiume non sono davvero radi nè le sabbie mobili, nè i coccodrilli. Il paesaggio cambia di nuovo, e radicalmente, aspetto. Ma, questa volta, ad opera dell'uomo. Iniziando dalle sponde del lago Fayum i nuovi ospiti scoprono insieme l'agricoltura e l'ingegneria idraulica. Le paludi vengono risanate e le terre irrigate mediante una rete fitta e geniale di opere di canalizzazione. Il regno dei Faraoni diventa un grande e popolato centro di civiltà. Nel periodo di massimo splendore conterà alcuni milioni di abitanti (da tre a sei, calcolano gli storici).

Negli 8 millenni successivi alla rivoluzione verde del neolitico, il paesaggio, sostanzialmente, non varia più. Ed il Nilo, tra piccole oscillazioni, può attraversare la Valle e raggiungere il Delta scaricando in mare ogni anno 84 miliardi di metri cubi di acqua dolce (e pulita) e 124 milioni di tonnellate di sedimenti. Non dimenticandosi mai, al termine di ogni inondazione estiva, di lasciare il suo prezioso dono alle terre che lo circondano: 10 milioni di tonnellate di limo in grado di rigenerarle. La fascia costiera è modellata dalle onde. Ma sebbene il livello del mare cresca ancora di due metri, il Mediterraneo non guadagna più terreno sul Delta. Grazie a quei cinque bracci tributari del Nilo, ridotti a due nel corso del I millennio dopo Cristo, ed alla loro incessante opera di tamponamento. Certo molte lagune saranno disseccate. Molte nuove strutture irrigue create. Il carico di sedimenti che raggiunge il mare sarà parzialmente ridotto. La morfologia nella parte est del Delta verrà modificata con l'apertura del canale di Suez. Ma fino al XX secolo il ciclo di inondazioni continua ininterrotto, ed ogni anno il terreno riceve regolarmente il suo millimetro abbondante di limo. Poi, all'inizio del '900, la costruzione della diga bassa di Assuan, ad opera degli Inglesi. E, nel 1964, la chiusura della nuova enorme diga, appena a valle dell'ultima cataratta. Voluta da Nasser e costruita dai Sovietici. Un'enorme vallata viene invasa dalle acque. I templi di Assuan, tagliati pietra per pietra, vengono spostati più a monte. Il bacino artificiale che si forma, coi suoi 164 miliardi di metri cubi di acqua, è uno dei più grandi del mondo. Si allunga per 500 chilometri e giunge a lambire la frontiera col Sudan. E' chiamato, con orgoglio, lago Nasser. Il socialismo nazionalista egiziano può contare su 10 miliardi di nuovi chilowattori (ben oltre la metà della produzione elettrica del paese) per avviare lo sviluppo. Le acque, regolate, del Nilo diventano più docili alla navigazione e possono irrigare altri 650.000 ettari di terreno sottratto al deserto, mentre la razionalizzazione della rete di canali ne regala altri 500.000 all'agricoltura. Certo l'ecosistema a valle è sconvolto. Ma, è indubbio, l'economia e la qualità della vita degli Egiziani traggono grandi benefici da quell'opera ciclopica degna della costruzione delle piramidi. Senonchè... Senonchè, spiegano Stanley e Warne, la nuova diga di Assuan trattiene il 98% dei sedimenti del Nilo. Il limo non raggiunge più le campagne. I detriti sabbiosi non raggiungono più il mare. A soli 30 anni di distanza le conseguenze già appaiono gravi. Quasi del tutto annullata la concimazione naturale, erosione della fascia costiera del Delta con incursione del mare negli strati bassi delle barriere sabbiose, aumento della salinità delle terre coltivate, drastica diminuzione delle specie ittiche. Ma non è solo la diga di Assuan a modificare drasticamente il paesaggio del vecchio «dono del Nilo». La crescita della popolazione egiziana è esplosiva: i 20 milioni di abitanti del 1950, diventano 47,6 milioni nel 1985, 58 milioni nel 1992, saranno 66 nel 2000 e 100 milioni nel 2025. Ed esplosiva è la domanda di acqua dolce. Per l'agricoltura, la nascente industria, i consumi privati. Il Nilo è, insieme, l'unica fonte e l'unico scarico. Così via via che dalla diga di Assuan si procede verso nord l'acqua pulita diventa sempre meno e quella inquinata sempre di più. Al Cairo, il break down. Il Nilo diventa qualcosa di molto simile ad un'enorme cloaca. A mare non solo non giunge più un granello di sabbia, ma neppure una goccia d'acqua pulita. Il bilancio tratto da Stanley e Warne è impietoso: nelle quattro lagune del Delta gli ecosistemi sono alterati, i pesci (e la pesca) minacciati, gli habitat naturali per gli uccelli migratori che transitano da e per l'Europa compromessi.

Ma ancora più allarmanti sono le previsioni. Stanley e Warne calcolano che, effetto serra a parte, nei prossimi decenni il livello dei mari continuerà a crescere alla velocità di 1 millimetro all'anno. La costa continuerà ad abbassarsi per subsidenza da 1 a 5 millimetri l'anno. L'effetto netto nel 2050 sarà che la parte centrale del Delta si ritroverà 12,5 centrimetri e la zona est 30 centimetri più in basso. Col risultato che la costa sarà velocemente erosa e notevoli infiltrazioni di acqua marina raggiungeranno le lagune. Ai fattori naturali si aggiungeranno i fattori antropici: nuova e più elevata domanda d'acqua, nuova e più elevata urbanizzazione. Ancora una volta a pagare il prezzo più alto saranno le lagune del Delta, la cui estensione si ridurrà ulteriormente, al contrario dell'inquinamento che raggiungerà soglie elevatissime. Gli unici sedimenti che le raggiungeranno saranno, secondo i due studiosi americani, fanghi altamente tossici e ricchi di metalli pesanti. Le paludi semplicemente scompariranno. Nella parte più a sud del Delta, intanto, molti terreni coltivati saranno perduti. La salinità del suolo si impennerà. La domanda d'acqua porterà a scavare nuovi pozzi e, quindi, farà aumentare il fenomeno della subsidenza. Insomma, il Nilo ha dovuto porre termine alle sue limacciose inondazioni e, come aveva previsto Erodoto e come annunciano Stanley e Warne, gli Egiziani, soprattutto quelli del Delta, ne soffriranno molto nei tempi a venire. Ma davvero non c'è più nulla da fare? I due americani lasciano aperta la strada a qualche debole speranza. Per limitare quelle sofferenze annunciate occorreranno opere di protezione delle coste su grande scala, più o meno simili a quelle approntate dagli Olandesi per il loro Grande Delta. Poi occorrerà una ferrea regolamentazione dell'utilizzo delle acque del Nilo. Occorrerà trovare nuove sorgenti di acqua nel sottosuolo ai margini del Delta, costruire paludi e zone umide artificiali, approntare grandi impianti di riciclaggio delle acque. Ma, in ogni caso, avvertono in conclusione del loro articolo, «con l'attuale tasso di crescita della popolazione, tutte queste misure saranno inadeguate.»

Qui a fianco, straripamento del Nilo all'epoca delle inondazioni periodiche. A sinistra, una cartina traccia il percorso del fiume

## Le rosse acque dei faraoni

«Tu crei il Nilo negli inferi e lo porti secondo il tuo volere per dar vita al popolo d'Egitto» canta re Akhenanten al dio Sole, 3400 anni fa. E il dio Sole, non appena entra nel solstizio d'estate, adempie puntuale alla sua creazione. Lì negli inferi ignoti e inaccessibili dell'Africa equatoriale il fiume si «carica». Poi, migliaia di chilometri più a valle, inizia a sollevarsi. Se ne accorgono gli antichi Egizi anche perchè cambia colore e diventa verde. Un colore che mantiene per due settimane e che gli è conferito da una schiuma di foglie raccolte nella foresta equatoriale e sminuzzate, ma non ancora putrefatte. Poi comincia ad arrivare il limo ed il fiume assume un colore rosso. Il sangue di Osiride, da cui scaturisce la nuova vita.

Il fiume monta, apre mille falle tra argini rassegnati, poi prorompe nei campi e li sommerge con due metri e più delle sue acque. I villaggi e i ciuffi di alberi si ritrovano isole a un passo dal deserto. Quando in settembre il grande fiume comincia lentamente a ritirarsi, i contadini sanno che i campi sono ormai fecondati. Come, forse, in nessun'altra parte del mondo. Ancora una volta quel fango ricco di fosfati che il Nilo lascia in dono produrrà il miracolo. A ottobre il fiume è ritornato nel suo alveo e nel mite inverno il grano può finalmente germogliare. La raccolta tra metà aprile e i primi di maggio sarà copiosa.

Certo già nel primo neolitico le genti della Valle e del Delta operarono i primi tentativi di trattenere e in qualche modo di regolare quella feconda inondazione. Erigendo rudimentali sbarramenti di pietre e fango. Ma, ci ricordano Carles Singer e i suoi collaboratori nel primo volume della storia della tecnologia dedicato a «La preistoria e gli antichi imperi» pubblicato in italiano lo scorso ottobre da Bollati Boringhieri, è al tempo di faraoni che l'irrigazione regolata dei campi, degli orti e dei giardini diventa una geniale opera di ingegneria idraulica.

C'è un duplice sistema di irrigazione. Quello a bacini prevede la costruzione sistematica di nell'intera vallata. Sono argini paralleli alla direzione del fiume intersecati da argini trasversali. Intorno al fiume muta il paesaggio. La Valle e il Delta diventano enormi scacchiere, da 1000 a 40.000 mila acri ciascuna, protette da potenti barriere. Un minuzioso sistema di canali porta l'acqua del fiume negli angoli più remoti. Il sistema è tuttora in vigore nell'alto Egitto Nel periodo dell'inondazione si consente che i terreni vengano allagati dalle acque del Nilo per un'altezza variabile tra 0,80 e 1,80 metri. L'acqua viene trattenuta per un mese o più, finchè il fango riarso non ne è completamente saturo. Poi il liquidoeccedente viene drenato e restituita al Nilo o parcheggiato in qualche canale. La semina può iniziare.

C'è poi il sistema di irrigazione in continuo, per orti e giardini. Effettuata ai limiti del fiume, mediante una rete fittissima di canaletti e ingegnosi sistemi per il sollevamento delle acque. Ad El-Fayum, al tempo della XII dinastia, l'irrigazione continua è estesa a grande scala. Un sistema di paratie trattiene parte dell'inondazione e rimanda al Nilo l'acqua eccedente.

Lo scopo è raggiunto: fornire acqua e limo a quanta più terra è possibile Il segreto è non scontrarsi col fiume, ma assecondarlo. □*Pi.Gre.*