Agenzia del Territorio

Quadrimestrale di Informazione tecnino-scientifica

Anno X - n. 1/2010

Cartografia, Catasto terreni, Catasto edilizio urbano, Conservatorie dei registri immobiliari, Costruzioni, Economia immobiliare, Estimo, Fotogrammetria, Geodesia, Giurisprudenza, Informatica, Sistemi informativi a supporto della gestione del territorio e della fiscalità locale, Topografia, Varie

DIRETTORE RESONSABILE
Dott. Mario Occhi

COMITATO SCIENTIFICO
Presidente
Prof. Marco Simonotti
Università di Palermo
Membri
Prof. Paolo De Castro
Università di Bologna
Ing. .....
Direttore centrale per lo Sviluppo tecnico-scientifico e le Relazioni internazionali dell'Agenzia del Territorio
Prof. Carlo Ghezzi
Politecnico di Milano
Prof. .....
Direttore responsabile della Rivista

DIREZIONE E REDAZIONE:
AGENZIA DEL TERRITORIO,
Largo Leopardi n.5, 00185 Roma
Tel. 06 47 77 55 18 - Fax 06 47 77 54 32

Redattore
Dott. Vilma Nobile
Dott. Rosa Colucci

STAMPA E DISTRIBUZIONE:
IPZS Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A.
Piazza Giuseppe Verdi, 10 00198 Roma
Tel. 06 85081

Sommario

Luigi Caraglio 3
L'estimo ed i suoi modelli
The real estate evaluation matters and its models
Lévaluation des biens immuebles et son modèles

Fiorella Gaudio,Chiara Monti 34
Applicazioni di rilievo multi-sensore per il restauro della Guglia Maggiore del Duomo di Milano
Multi-sensor survey applications for restoration of the Major Spire of the Milan's Cathedral
Application du relèvement multi-capteur pour la restauration de la flèche supérieure de la Cathédrale de Milan

Attilio Selvini 48
L'equivoco del calcolo topografico negli istituti tecnici per geometri
The misunderstanding of topographic calculation in the technical schools for sorveyors
Le malentendu du calcul topographique dans les ecoles techniques pour géometrès

Tamara Bellone, Luigi Mussio 53
La nascita della scienza nel mondo antico occidentale
L'origine de la science dans le monde occidental
The origin of science in the Western world

Carlo Monti 80
Origini e vicende del calendario occidentale 1
Origins of the Western calendar and events
Les origines du calendrier occidental et événements

Carlo Monti 116
Origini e vicende del calendario occidentale 2
Origins of the Western calendar and events
Les origines du calendrier occidental et événements

LUIGI CARAGLIO (*)

L’estimo ed i suoi modelli

Contrariamente a quanto generalmente ritenuto, l’Estimo è una materia estremamente complessa, nel senso che ha insieme l’ambizione e l’onere di affrontare tematiche apparentemente semplici, ma che in realtà nascondono un numero considerevole di insidie. Tra queste sicuramente la più rilevante è la difficoltà, a volte enorme, di ricondurre la realtà tecnica e socio-economica dell’immobile da stimare e del suo contesto ad una corretta modellizzazione, alla quale siano associati algoritmi matematici, preferibilmente semplici, che consentano di giungere a ciò che generalmente rappresenta lo scopo ultimo di ogni problema estimativo, ossia l’attribuzione di un appropriato valore economico al bene oggetto di stima. Lo scopo principale della presente trattazione è di condurre il lettore a rivedere, in modo critico e con rigore scientifico, i modi canonici con i quali sono usualmente approcciate le problematiche estimative e di proporre, in sostituzione ad essi, un altro modo, probabilmente più aderente e conforme alle metodologie ed alle prassi in uso presso le più comuni discipline scientifiche, con l’intento ultimo di avvicinare maggiormente ad esse l’Estimo.
Lungi dalla pretesa di una esaustiva trattazione in un campo di analisi effettivamente smisurato ed al fine di giungere ad una sintesi di senso logico compiuto utile al lettore, la tematica verrà affrontata presentando alcuni significativi esempi, prassi peraltro abbastanza diffusa nella modellistica contemporanea.

PERCORSO STORICO VERSO LE SCIENZE

Nei tempi antichi molte attività, che sono oggi riferibili a delle scienze, venivano comunemente praticate, seppur con metodi e strumenti rudimentali. Il campo di analisi storica è quasi sterminato ed è bene quindi focalizzare l’attenzione solo sulle questioni attinenti l’Estimo; senza aver la pretesa di affrontare un’organica ricerca storica, di seguito si propongono alcuni esempi come spunti di riflessione. Il capitolo settimo dell’opera di Luciano Fabbri[1], relativo al valore di costo, è preceduto da un estratto del Vangelo di Luca[2], nel quale è oltremodo evidente che certe problematiche estimative attuali erano già affrontate e risolte secoli e secoli or sono.
Sempre nella medesima opera di Fabbri, la premessa è preceduta da un breve brano richiamante una legge esistente nel secondo secolo a.C. nella città di Efeso: “*... fu fatta la bella legge che se la spesa dell’edificio eccedeva oltre il quarto del calcolo fatto dall’architetto, l’eccedenza si prendeva dai beni dell’architetto....*”.
Anche Carlo Forte[3] rammenta che “*in effetti, testimonianze dell’attività di valutazioni dei beni economici sono presenti sin dalla civiltà egizia e dalle più antiche scritture ebraiche*”[4].
Le applicazioni estimative, legate alle attività economiche, erano ben diffuse nel mondo antico, ma esse non si configuravano come applicazioni di una vera e propria scienza estimativa, anche perchè, in realtà, il concetto stesso di scienza era ancora da divenire. A questo punto della trattazione, per non cadere in equivoci, è opportuno precisare alcuni concetti, primo tra tutti quello di scienza, alla quale possono essere associati vari significati. In termini generali, in senso ampio si identifica con la conoscenza, mentre in senso ristretto viene associata ad un insieme di conoscenze logicamente coordinate.
In effetti, già nell’antichità si parlava di scienza, ma è nel rinascimento che il sapere scientifico poté progredire notevolmente, grazie all’introduzione nello

---

*)Direttore dell'Ufficio provinciale di Pistoia dell'Agenzia del Territorio

1) FABBRI L., Estimo civile ed urbano, Ed. Medicea, Firenze, 1985.

2) Si tratta di una passo famoso, tratto dal capitolo quattordicesimo, versetti 28-30: “*Chi di voi, volendo costruire una torre, non si siede prima a calcolarne la spesa, se ha i mezzi per portarla a compimento? Per evitare che, se getta le fondamenta e non può finire il lavoro, tutti coloro che vedono comincino a deriderlo, dicendo: Costui ha iniziato a costruire, ma non è stato capace di finire il lavoro*”.

3) Cfr. FORTE C., DE ROSSI B., Principi di Economia ed Estimo, Ed. Etas, Milano, 1979.

4) Cfr. l’articolo dello stesso Autore “L’Estimo ed il rasoio di Occam” in Rivista dell’Agenzia del Territorio n. 2/2009.

studio della natura di concetti quali l'osservazione, l'esperimento e l'induzione che, poco a poco, affiancarono i preesistenti metodi deduttivi. Tali concetti si identificano nell'empirismo[5], una corrente filosofica sorta principalmente in Gran Bretagna che si contrappose al razionalismo in campo gnoseologico[6]; peraltro approcci di tipo empirista sono stati individuati anche nell'opera di Aristotele, in periodi quindi ben antecedenti al tempo in cui viene comunemente attribuito il consistente sviluppo dell'empirismo. Inoltre è opportuno rammentare che, in realtà, vi sono state varie dottrine empiriste, rispetto alle quali è però possibile individuare dei comuni caratteri connotanti. Innanzitutto (I) l'attenzione alla concretezza ed alla percezione, (II) il privilegio dei procedimenti induttivi, rispetto a quelli deduttivi, che genera così un (III) sapere in continua evoluzione, sempre perfettibile e mai definitivo.

Vari soggetti si applicarono e diedero il loro contributo, ma è soprattutto a Galieo Galilei che viene ascritto il merito di aver introdotto un *metodo scientifico*, applicato dapprima allo studio dei fenomeni naturali, che ha saputo mirabilmente conciliare e compendiare le posizioni razionaliste ed empiriste. Le posizioni razionaliste sono imperniate sul *ragionamento deduttivo*, rispetto al quale, partendo da premesse vere, si giunge a conclusioni vere, nel rispetto dei canoni dettati dalla Logica[7]. L'*induzione* invece è il processo estensivo impostato sul presupposto che se un'affermazione è vera per una quantità di casi osservati, essa sarà pure vera anche per i casi che si presentano come ad essi strettamente assimilabili. Le conclusioni non sono certe, ma affette da natura probabilistica. L'applicazione del metodo scientifico rende pertanto scienza una semplice disciplina[8] (o arte) e primogenita tra le scienze è la Fisica, innanzitutto perché il metodo scientifico è stato, in un certo senso, "plasmato" sull'osservazione dei fenomeni naturali e poi perché "*la Fisica è una scienza fondamentale, che ha una profonda influenza su tutte le altre scienze*"[9]. Le discipline scientifiche cominciarono a distinguersi nettamente dalla Filosofia nella seconda parte del diciassettesimo secolo. A loro volta, in ragione dei propri contenuti, le scienze possono essere suddivise in *formali* ed *empiriche*; alla prima classe appartengono le discipline matematiche in generale, tra cui la Logica matematica, mentre le scienze empiriche sono a loro volta suddivise in scienze *naturali* e scienze *sociali*[10]. Oggi è ritenuto che la Filosofia e le scienze non si distinguano solo per l'oggetto degli argomenti studiati, ma anche per i metodi utilizzati: alle scienze spettano i casi di studio verificabili sperimentalmente, mentre alla Filosofia competono i problemi universali non verificabili in modo sperimentale. Esistono tuttavia delle importanti eccezioni, tra queste l'Economia.

IL METODO SCIENTIFICO

Nel discettare di questo argomento, conviene introdurre la dizione *metodo scientifico classico*, per differenziare il metodo scientifico originario da tutte le varianti che sono poi state introdotte. Infatti lo sviluppo scientifico di alcune discipline ha portato a conseguire risultati che mal si conciliano con il metodo scientifico classico e che quindi hanno condotto, in alcuni casi, a metodi scientifici particolari delle discipline cui si riferiscono. Si può quindi, ad esempio, parlare di metodo scientifico specifico della Biologia, delle discipline agrarie ed

[5] In realtà già nel nominalismo medievale, nell'opera di Guglielmo di Occam, viene conseguita una evidente prospettiva empiristica, secondo la quale solo la conoscenza intuitiva e sensibile delle cose singolari ha valore di scienza.

[6] La gnoseologia è la parte della Filosofia che tratta il problema della conoscenza della natura, del valore e dei limiti della nostra facoltà di conoscere, ovvero del rapporto tra la mente umana e la realtà considerata come esterna ed indipendente dal pensiero che la conosce. La gnoseologia si differenzia dalla Logica, poiché questa ha per oggetto lo studio finalizzato ad identificare le regole del pensiero, basandosi su criteri di verità e di errore e prescindendo dalla realtà oggettuale. La gnoseologia si distingue anche dalla epistemologia che studia i criteri generali della conoscenza scientifica, non occupandosi specificamente del legame fra fenomeni osservabili e realtà.

[7] La forma classica di ragionamento deduttivo è il sillogismo, generalmente ricondotto ad Aristotele, ma lo sviluppo delle varie forme deduttive ha portato col tempo ad una Logica strutturata su proprie regole che prescindono dai contenuti delle proposizioni logiche. Cfr. dello stesso Autore l'articolo "L'Estimo e la sua logica" nel n. 3/2009 dalla Rivista dell'Agenzia del Territorio.

[8] Per esprimere un esempio che sia agevolmente condivisibile da chiunque e rimanere prossimi a discipline scientifiche attinenti l'Estimo, si pensi al campo delle costruzioni edili. Per millenni sono state realizzate opere che a volte si configurano come dei veri e propri capolavori dell'arte del costruire, ma è solo con il diciannovesimo secolo che incomincia a prendere corpo la "Scienza delle costruzioni", finalizzata ad un appropriato dimensionamento degli elementi strutturali in rapporto a prefissati standards di sicurezza da garantire.

[9] Cfr. ALONSO M. FINN E.J., Elementi di Fisica per l'università - vol. I, Ed. italiana Masson, Milano, 1982. Daniele Sette definisce inoltre la Fisica come "*quella parte della scienza che studia i fenomeni che avvengono nel mondo esterno per giungere ad una accurata descrizione ed ad una interpretazione coerente di essi e dei loro legami.*" Cfr. SETTE D., Lezioni di Fisica - Parte Prima, Ed. Eredi Veschi, 1983.

[10] Appartengono, ad esempio, alle scienze naturali la Chimica e la Biologia, mentre è una scienza sociale l'Economia.

anche delle discipline economiche; in ogni caso, tutte hanno come matrice e punto di riferimento il metodo scientifico classico. Esso, strettamente legato alle applicazioni della Fisica generale, si sostanzia nell'osservare un dato fenomeno e concettualizzarlo in modo da renderlo riproducibile; è evidente che almeno la percezione iniziale del fenomeno è soggettiva, cosicché viene introdotta inevitabilmente una componente che va sempre ponderata in modo adeguato nel processo metodologico.

Riguardo alle manifestazioni fenomenologiche, si distingue il concetto di *evento* dalla relativa *percezione*, intesa come l'insieme delle informazioni che il soggetto osservatore riceve in modo diretto o tramite appositi strumenti di misura od osservazione. Le percezioni sono quindi elaborate, addivenendo dapprima ad una concettualizzazione od alla identificazione di una opinione soggettiva e, successivamente, ad una modellizzazione. Come brevemente anticipato, il processo così compiuto è inevitabilmente affetto da una componente soggettiva che si introduce, in definitiva, nella modellizzazione, la quale è in primo luogo una modellizzazione mentale che deve poi essere resa accessibile e disponibile a soggetti terzi interessati. Incomincia allora un fase, detta tassonomica, nella quale è fondamentale impostare un linguaggio espressivo corretto, ossia un linguaggio (I) preciso che non introduca ambiguità od incomprensioni, (II) possibilmente sintetico, (III) che renda accessibile la definizione degli enti e dei fenomeni osservati nel modo più semplice possibile e (IV) renda agevole e chiara la comunicazione delle conclusioni tra utenti e soggetti coinvolti nell'interpretazione degli eventi. La trasposizione del modello mentale nel modello vero e proprio è la conclusione di questa fondamentale fase. La descrizione degli eventi e la conseguente modellizzazione devono essere ovviamente accompagnata da un atteggiamento il più possibile neutrale dei ricercatori scientifici, scevro da qualsiasi preclusione o condizionamento[11].

Si pone a questo punto l'esigenza indifferibile di approfondire il concetto stesso di modello per cogliere appieno tutte le varie peculiarità. Il modello è innanzitutto l'elemento essenziale per comprendere interamente la manifestazione di un determinato evento. A tal proposito così si esprimeva Thomson[12], fisico inglese: "*Io non sono mai soddisfatto finché non ho potuto costruire un modello meccanico dell'oggetto di studio; se ho potuto fare un modello meccanico, comprendo; finché non ho potuto fare un modello meccanico non comprendo; ed è per questo che io non intendo la teoria elettromagnetica della luce*». Il breve brano riportato fornisce lo spunto per effettuare qualche ulteriore riflessione. In primo luogo non è necessario che il modello sia materialmente tangibile, come il brano lascia probabilmente intendere al riguardo dei modelli meccanici di Thomson, anzi concepirli solo in tale senso li rende di utilità estremamente limitata. All'estremo opposto, la perdita di sensibilità legata ad un eccessivo grado di astrazione può renderli difficilmente gestibili od anche permettere l'introduzione di elementi di scarsa o troppo complessa ponderazione nel contesto generale del fenomeno. Il modello può anche limitarsi ad essere di tipo descrittivo (o qualitativo) nei confronti dell'evento da rappresentare; è ovviamente auspicabile che il modello sia accompagnato da rilevazioni sperimentali il più possibile oggettive, affinché la rappresentazione del fenomeno sia invece di tipo quantitativo e sempre verificabile.

Esistono vari criteri e modi di classificare i modelli; essi possono essere ripartiti in due classi, appartengono alla prima classe i modelli finalizzati meramente alla simulazione dell'evento, caratterizzati generalmente dalla possibilità di riprodurre il fenomeno in questione per giungere infine alla sua completa spiegazione o conoscenza. Appartengono invece alla seconda classe i modelli finalizzati alla previsione di ulteriori eventi. In alcuni contesti letterari si designano col termine di *simulatori* i modelli della prima classe, definendo invece *modelli*, in senso stretto, solo quelli appartenenti alla seconda classe. Nelle scienze classiche ai modelli viene chiesto di rendere sempre riproducibili, anche da terzi, i fenomeni analizzati; tale aspetto è molto importante, ad esempio, in Fisica, dove, a volte, ad interessanti speculazioni teoriche non corrispondono le attese conseguenze sperimentali.

I modelli matematici possono anche essere sommariamente suddivisi in modelli (I) *deterministici,* (II) *semideterministici*, (III) *ereditari* e (IV) *stocastici*. I primi

[11] Aspetto solo apparentemente ovvio, poiché non di rado la ricerca scientifica è finanziata da soggetti portatori di specifici interessi economici o sociali ed i ricercatori, in un certo qual modo, debbono corrispondere adeguatamente all'investimento fatto per non vanificarlo.

[12] Cfr. RANZOLI C., Dizionario di scienze filosofiche, Ed. Hoepli, Milano, 1943.

sono caratterizzati dal fatto che l'andamento è condizionato solo dallo stato iniziale, i secondi sono quelli per cui lo stato iniziale determina l'andamento futuro, ma non quello passato, i modelli *ereditari* sono invece caratterizzati dal fatto che l'evoluzione futura è determinata, oltreché dallo stato iniziale, anche dall'andamento pregresso. I modelli *stocastici* sono invece quelli atti a descrivere fenomeni le cui variabili hanno caratteristiche di aleatorietà.

Secondo un'altra classificazione, indipendente dalla precedente, i modelli possono essere suddivisi in modelli *descrittivi* e di *controllo*, i primi hanno il mero scopo di descrivere un dato fenomeno, mentre i secondi hanno lo scopo di individuare le regole da imporre ad un processo, affinché questo consegua dei fini predeterminati. Questi ultimi sono spesso concepiti per processi di tipo artificiale o per modificare il comportamento di fenomeni naturali. Nell'analisi dei fenomeni, inevitabilmente poi trasposta nella modellizzazione, è fondamentale la questione (apparentemente dicotomica) dell'*analisi* e della *sintesi*.

I due termini indicano i principali procedimenti utilizzati dalla ragione per conseguire e rendere sistematica la conoscenza acquisita. "*Il procedimento analitico consiste essenzialmente nella scomposizione di un ente o problema dato nei suoi elementi semplici, mentre il procedimento sintetico ricompone la serie degli elementi rintracciati mediante l'analisi, collegando le parti in un insieme logicamente ordinato. Oltre a significare la scomposizione di un tutto nelle parti, l'analisi designa anche il procedimento che muove dalla conoscenza degli effetti per risalire alle cause; allo stesso modo la sintesi designa non solo il procedimento che ricompone il tutto, andando da ciò che è più semplice in direzione di ciò che è più complesso, ma anche il procedimento che dimostra o deduce gli effetti a partire dalle loro cause*"[13]. Una ricerca mirata a questi aspetti consente di appurare che, in effetti, i concetti di analisi e sintesi sono ampiamente applicati alla molteplicità delle branche scientifiche; restringendo il campo di ricerca ed analisi all'ambito dell'ingegneria edile si rileva come i modelli descriventi gli organismi edilizi siano anch'essi generalmente proprio costituiti e studiati secondo i procedimenti di sintesi ed analisi. L'Estimo, conseguentemente, assorbe dall'ingegneria edile questa prassi, ad esempio nella compilazione di un computo metrico estimativo, dove i prezzi parametrici unitari, riferiti ad opere compiute, sono generalmente posti in corrispondenza biunivoca con subcomponenti dell'organismo edilizio che debbono poi essere identificati e quantificati in modo opportuno[14].

In definitiva, il concetto di modello è intimamente legato e connaturato al più ampio concetto di metodo scientifico, nel quale, tra le possibili varianti, è possibile identificare un programma procedurale che include indissolubilmente la fase di modellizzazione e che mirabilmente compendia in se stesso i concetti di analisi e sintesi, razionalismo ed empirismo (ragionamento sperimentale).

Vari autori hanno fornito diverse varianti interpretative del *metodo scientifico*[15], alcune molto elementari, altre più complesse. A mo' di esempio, delle prime viene fornito un diagramma di flusso semplificato (fig. n. 1) molto utile alla didattica, mentre tra le varianti complesse si propone il diagramma di flusso dovuto a Burkhardt (fig. n. 2), più completo e compatibile con le esigenze di trasposizione informatica.

Cercando gli elementi unificatori, comuni a tutte le esposizioni, il processo metodologico scientifico si può articolare nei seguenti passi:

1. osservazione e descrizione di un certo fenomeno,
2. formulazione di un set di ipotesi che consenta di spiegarlo,
3. previsione di un set di conseguenze dipendenti dalle ipotesi poste,
4. verifica sperimentale delle conseguenze,
5. formulazione di conclusioni tese a confermare o confutare le ipotesi iniziali.

Se le conseguenze confermano le ipotesi, si parla di oggettività delle osservazioni e si costruisce una legge; da un insieme di leggi si costruisce una teoria.

Un'ultima precisazione va effettuata a proposito del calcolo infinitesimale, rispetto al quale, a torto, le più semplici relazioni algebriche a volte sono quasi disdegnate. Innanzitutto sia le relazioni funzionali gestibili con equazioni differenziali, sia le relazioni algebriche sono tutte appartenenti alla categoria dei modelli deterministici. Inoltre il calcolo infinitesimale, introdotto da

[13] Cfr. enciclopedia Encarta on-line.
[14] Rapportandoli ad un parametro amplificatore tecnico (mc., mq., Kg, ecc.).
[15] E dell'aspetto ad esso intimamente collegato, ossia la *modellizzazione*.

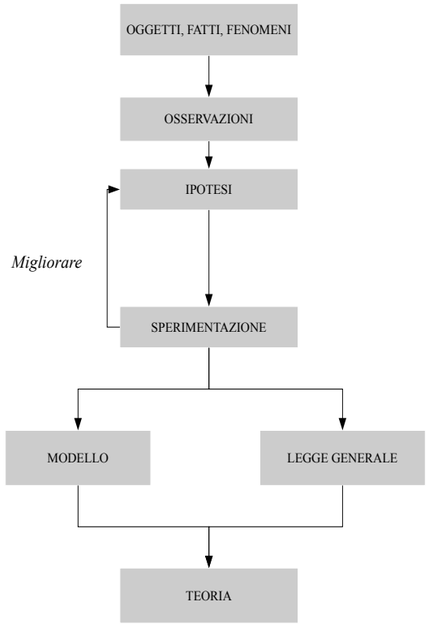


Fig. 1 – Diagramma semplificato del processo applicativo del metodo scientifico classico.

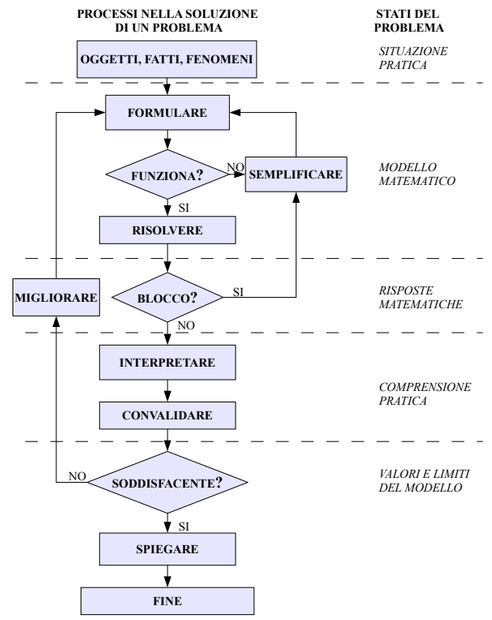


Fig. 2 – Diagramma di Burkhardt.

Newton e perfezionato nel formalismo da Leibniz[16], da un punto di vista della modellistica è unicamente uno strumento utile per descrivere alcuni fenomeni e non altri; certamente il formalismo garantito dal calcolo infinitesimale è quasi ineguagliabile ed ha molti ammiratori e nostalgici. A tal proposito il fisico Poincarè, rilevando che l'energia varia per quanti, poneva la domanda: *"Le leggi fisiche non saranno più suscettibili di essere espresse mediante equazioni differenziali*?".

Il matematico italiano Volterra in un proprio scritto, riprendendo la domanda, osservò: "*Questa esclamazione, che racchiude un sentimento di rimpianto molto vivo, esprime molto bene lo stato d'animo di pena di ogni matematico che potrebbe sospettare che questo strumento meraviglioso, il calcolo infinitesimale, debba essere abbandonato nello studio di un fenomeno qualsiasi*[17]".

In effetti lo studio della Meccanica quantistica sembrò preconizzare l'abbandono del calcolo infinitesimale; è noto che le vicende non andarono in questo modo, invece si aprì una crisi concettuale della modellistica classica non risolta compiutamente neanche ai giorni nostri.

Ciò premesso, ai fini della modellistica le relazioni algebriche, il calcolo infinitesimale e la interpretazione stocastica dei fenomeni sono solo degli strumenti operativi per conseguire lo scopo della ricerca scientifica, nessuna preferenza va accordata se non quella di validare, a parità di condizioni, la soluzione più semplice. Si usi il calcolo infinitesimale in luogo delle relazioni algebriche se ne ricorrono gli estremi e non per un inopportuno attaccamento a certi formalismi e, se i modelli deterministici non sono in grado di soddisfare le esigenze della ricerca scientifica, senza alcun indugio o rimpianto si verifichino i presupposti per una interpretazione su base stocastica.

[16] Filosofo e matematico tedesco (1646-1716).
[17] ISRAEL G., Modelli matematici, Editori riuniti, Roma, 1986.

DEFINIRE L'ESTIMO

Applicare il metodo scientifico all'Estimo impone preventivamente di comprendere meglio la particolare natura della disciplina estimativa, aspetto solo apparentemente banale, ma che in realtà nasconde delle subdole insidie. La definizione dell'Estimo è stata in parte già affrontata dall'Autore in altri contesti[18]. L'analisi comparata degli argomenti, tra vari testi reperibili in letteratura, consente di identificare sommariamente due tipologie di impostazioni, connesse strettamente al momento storico in cui le varie trattazioni dottrinali sono state proposte. I testi classici dell'Estimo italiano sono molto incentrati sulla applicazione diretta dei criteri e metodi di stima prevalentemente all'Estimo rurale ed urbano[19].
Le trattazioni possono poi essere accompagnate da vari argomenti complementari come l'Estimo delle assicurazioni, l'Estimo delle espropriazioni per pubblica utilità, l'Estimo condominiale, ecc. che, a volte, vengono grossolanamente definiti come Estimo speciale. I testi più recenti, invece, porgono delle trattazioni ben più ampliate con specificità che, a volte, tendono a differenziare sensibilmente tra loro due pubblicazioni incentrate sul medesimo argomento. Se alcune tipologie di valutazione nell'ambito dell'Estimo industriale richiedono necessariamente un determinato grado di conoscenza di argomenti di Economia aziendale, è meno agevole ed immediato comprendere perché siano compresi in pubblicazioni estimative argomenti che sono più appropriatamente trattati in manuali di Scienza delle finanze od altre materie macroeconomiche molto specifiche. L'aneddotica quindi si è sempre più riempita di nuovi e curiosi casi, poggiando sull'inespresso e falso postulato che dove c'è una valutazione, ivi è presente l'estimatore, inteso quindi come una sorta di tuttologo, probabilmente più interessato a nuove opportunità di guadagno, piuttosto che a coniugare l'equo profitto con professionalità e qualità del proprio lavoro.
Discorso a parte merita la vera innovazione, ossia l'Estimo ambientale, inteso però non come invasione ed appropriazione di parte delle discipline della pianificazione territoriale, ma come loro supporto, provvedendo a fornire analisi, basi cognitive adeguate e prassi estimative consolidate nella valutazione economica degli interventi in campo ambientale. Non si tratta pertanto di una nuova autonoma branca dell'Estimo, ma una particolarizzazione e sviluppo dell'Estimo civile, ottenuta assecondando l'accresciuta sensibilità ambientale ed identificando, ad esempio, prassi metodologiche per la stima degli interventi di consolidamento dei pendii, interventi di recupero di aree inquinate, ecc..
Il Professor Carlo Forte, illustre cattedratico, ha fornito dell'Estimo una definizione che è sovente ripresa e, quindi, ha influito, più o meno indirettamente, nello sviluppo della disciplina. Egli così si esprime[20]: "*L'Estimo è la parte della scienza economica definibile come l'insieme dei principi logici e metodologici che regolano e, quindi, consentono la motivata, oggettiva e generalmente valida formulazione del giudizio di stima del valore dei beni economici, espresso in moneta*".
Come tutte le definizioni troppo ambiziose nel voler descrivere e sintetizzare molti concetti in poche righe, inevitabilmente non è priva di criticità. Il Professor Orefice, la cui opera per certi versi può considerarsi la evoluta e perfezionata continuazione della dottrina di Carlo Forte, ha mirabilmente sintetizzato in poche decine di righe l'evoluzione storica della disciplina estimativa[21], non riuscendo però a rinvenire nulla che consenta di andare oltre la definizione di Forte che reclama l'autonomia dell'Estimo, incardinato tuttavia nel contesto costituito dalle altre discipline economiche. In questa sede è opportuno richiamare, dalla summenzionata esposizione di Marcello Orefice, quanto a suo tempo espresso da Francesco Malacarne: "*È evidente la necessità di concepire l'Estimo come quel ramo della scienza che studia i metodi atti a prevedere la misura delle grandezze economiche: lo studio dei metodi di stima è lo scopo dell'Estimo, il giudizio di stima è il mezzo mediante il quale si prevede la misura delle grandezze economiche*". Anche nella citazione di Malacarne l'Estimo è indirizzato verso le discipline economiche, ma in modo meno esplicito.
In modo più immediato invece si esprime Alberto M. Lunghini, quando definisce l'Estimo come la "*disciplina che studia i criteri teorici e i metodi pratici per la valutazione dei beni economici*"; opportunamente rammenta poi che "*nella lingua italiana moderna Estimo è quasi sempre sinonimo di Estimo immobiliare*", questo in ragione della netta ed indiscussa prevalenza delle applicazioni dell'Estimo immobiliare su tutte le altre.
Molto apprezzata e concreta è l'impostazione data dal Professor Almerico Realfonzo, altro insigne docente proveniente da un ambiente, quello napoletano, molto fecondo nell'ambito estimativo. Egli, a suo modo, mette in pratica l'approccio allo studio delle discipline scientifiche esposto nella parte introduttiva dell'opera di Bruno Finzi[22] avente ad oggetto la Meccanica razionale, ma che, in realtà, può essere applicato con profitto a tutte le discipline. L'omissione iniziale di definizioni complete sull'Estimo è sostituita da un sapiente susseguirsi di importanti nozioni che, una volta fornite, consentono già nel terzo capitolo di porre all'attenzione del lettore alcune questioni sostanziali sul modo di intendere l'Estimo.
Per meglio comprendere in che modo sia stato fatto un passo decisivo verso il definitivo incardinamento dell'Estimo nel più ampio contesto rappresentato dalle discipline economiche[23], è da rammentare quanto scritto nella prefazione del libro di Cesare Ferrero ed altri autori[24]: la volontà di fornire agli utenti un idoneo manuale di stima è transitata per la necessità di "*conciliare — rendendole omogenee — la tradizione dell'Estimo italiano, la prassi anglosassone internazionale e la dottrina valutativa di derivazione aziendalistica*[25]*"*.
Nella pubblicazione non si rinviene una precisa definizione di Estimo, peraltro l'intento dichiarato è stato di andare oltre l'esposizione di una dottrina estimativa classica.
Oggigiorno, concretamente, l'Estimo tradizionale italiano è stato sopraffatto da una prevalenza di riferimenti all'ambito estimativo anglosassone e sono diventate "di moda" alcune prassi valutative che hanno introdotto nell'Estimo problematicità concettuali prima sconosciute, proposte ed applicate spesso con eccessiva superficialità e con scarsa conoscenza delle basi ipotetico-deduttive classiche con le quali a volte entrano in contrasto, se non in totale contraddizione[26].
Gli errori e le manchevolezze dell'Estimo classico sono in parte evidenti ed in parte possono essere ancora dischiuse da una ulteriore analisi sulla dottrina, condotta in modo rigorosamente scientifico, ma tali presupposti, ammessi, non giustificano quella porzione delle letteratura, purtroppo non trascurabile, che intravede un Estimo pratico contrapposto ad un Estimo puramente teorico ed inapplicabile. Le posizioni di taluni sostenitori[27] dell'Estimo pratico non possono essere prese in considerazione in questo contesto, ma forniscono lo spunto per proporre al lettore, nel proseguo della trattazione, dei reali casi di stima tratti dalla pratica professionale che senz'altro possono agevolare il lettore a "farsi la propria idea" di cosa in realtà sia l'Estimo, non essendo possibile, per necessità contingenti, esporre in questo contesto una teoria estimativa completa.

[18] Cfr. CARAGLIO L., L'Estimo ed il "rasoio di Occam", Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2009.

[19] La distinzione classica comprenderebbe, a rigore, anche l'Estimo industriale che spesso è ridotto quasi ad appendice. A volte si distingue addirittura tra Estimo civile ed Estimo urbano, più spesso però le due dizioni sono utilizzate come sinonimi.

[20] FORTE C., DE ROSSI B., Principi di Economia ed Estimo, Ed. Etas, Milano, 1979.

[21] OREFICE M., Estimo – vol. II, Ed. Utet, Torino, 1995.

[22] FINZI B., Meccanica Razionale, Vol. I, Ed. Zanichelli, Bologna, 1959. L'approfondita analisi storica delle definizioni di Meccanica, individuandone le fallacità, si conclude con la deduzione circa l'impossibilità di fornire una esplicativa ed onnicomprensiva definizione la quale, ad ogni modo, verrebbe ad essere estremamente influenzata dal modo di interpretare la dottrina da parte di chi la propone. La conclusione, non banale, è un invito alla lettura di tutta l'esposizione dottrinale, non immediatamente indirizzata alla piena conoscenza della disciplina scientifica, bensì direttamente finalizzata a consentire al lettore di "farsi la propria idea", senza l'imposizione preventiva e sensibile di condizionamenti. Ovviamente questa posizione non giustifica però un'assoluta soggettività nell'interpretazione arbitraria delle teorie esposte, ovvero le varie concezioni disciplinari non possono differire sensibilmente tra loro se sono state esposte e recepite correttamente. Si addiviene quindi ad una impostazione dell'esposizione dottrinale che supera le iniziali oggettive limitazioni dell'intero impianto postulatorio-ipotetico-definitorio. L'Autore si riconosce pienamente in tale impostazione, pur non rinunciando alla formulazione di definizioni che, nella loro consapevole limitatezza, siano d'ausilio al lettore per districarsi nei meandri dell'esposizione dottrinale.

[23] Per alcuni versi si tratta di una vera e propria incondizionata subordinazione alle discipline economiche, in parte giustificata da chi ha diffuso una cultura estimativa simile a quella di Carlo Forte.

[24] FERRERO C., La valutazione immobiliare – Principi e metodologie operative, Ed. Egea, Milano, 1996.

[25] Si tratta di un'operazione in un certo senso inevitabile, visti gli sviluppi teorici delle rispettive materie, tuttavia è anche un'operazione delicatissima. Esiste infatti sempre il latente pericolo di trasporre, prelevandoli dalle singole teorie da unificare, concetti che nella teoria unificata entrino in parziale o totale contraddizione tra loro. A questo proposito è opportuno rammentare il contenuto del teorema dello "Pseudo Scoto": "*Se in una certa teoria razionale T esistono due proposizioni A e ~A, allora è possibile dimostrare in T una qualsiasi proposizione X*". L'inconsapevole assunzione in una teoria razionale di due proposizione tra loro in contraddizione può quindi consentire di dimostrare qualsiasi tesi economico-estimativa. Cfr. dello stesso Autore l'articolo "L'Estimo e la sua logica" nel n. 3/2009 della Rivista dell'Agenzia del Territorio.

[26] L'aspetto, indubbiamente meritorio, di aver posto all'attenzione alcuni concetti prima indebitamente trascurati o trattati in diverso modo, è stato, purtroppo, ampiamente controbilanciato da tutta una serie di fattori negativi i cui effetti non è possibile affrontare in questa sede nella dovuta maniera. Per non lasciare nell'indeterminazione o nel dubbio il lettore, si faccia riferimento, come mero esempio, al confronto critico tra le varie trattazioni relative ai saggi di interesse introdotti nel procedimento estimativo per capitalizzazione dei redditi.

[27] A volte tali posizioni possono essere agevolmente controdedotte, dimostrandone l'infondatezza, con usuali ragionamenti svolti con l'ausilio della Logica. Per un ulteriore approfondimento di tali argomenti, il lettore può fare utile riferimento all'articolo dello stesso Autore intitolato "L'Estimo e la sua Logica" (Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 3/2009).

L'ECONOMIA ED I SUOI MODELLI

Il fatto che l'Estimo sia, come da talune parti si evince, completamente inglobato nell'Economia, pone il problema di approfondire la natura e la costituzione dell'asserito legame Economia-Estimo. La nascita dell'Economia[28] è generalmente riferita al diciottesimo secolo; essa ha come scopo principale lo studio sistematico di alcuni aspetti della vita sociale umana, in particolare i processi di scambio e di produzione di beni. Elementi condizionanti per lo studio sono le modalità di analisi della società, aspetto che genera diverse interpretazioni e conseguenti spiegazioni dei fenomeni socio-economici posti sotto osservazione.

L'Economia non è una disciplina autonoma, bensì interdipendente con altre che studiano, ad esempio, le variazione demografiche, gli sviluppi tecnologici e così via; essa ha conosciuto nel tempo una propria evoluzione, passata per diversi stadi che l'hanno fortemente caratterizzata.

I primi sviluppi applicativi di una Economia molto legata alla Matematica si ebbero grazie soprattutto a Cournot, Walras e Pareto, tali evoluzioni però furono fortemente condizionate dalle originarie metodologie applicative, mutuate dalla Meccanica. Lo sviluppo di questa impostazione perse progressivamente il proprio slancio propulsivo, finché negli anni trenta del secolo passato la matematizzazione in Economia fu riproposta su basi modellistiche, indipendentemente da ogni idea di analogia con la Meccanica o con la Fisica matematica. Seppur per certi versi la classificazione possa risultare imprecisa, da un punto di vista della modellistica economica, si possono individuare tre macrobranche applicative dell'Economia. Appartengono al primo raggruppamento i modelli riferiti alle cosiddette "teorie neoclassiche" che intendono la società ed i relativi aspetti economici come il risultato di un aggregato di diversi agenti, ciascuno dei quali caratterizzato dal voler conseguire il massimo soddisfacimento delle proprie aspirazioni economiche. In tale concezione il mercato tende ad un proprio stato di equilibrio, conseguito autonomamente tramite l'impiego delle proprie risorse. Questa visione del modo di concepire i fenomeni economici è conseguenza diretta degli studi dei già citati Walras e Pareto e la relativa modellistica si è considerevolmente sviluppata dal punto di vista matematico. Le opinioni sui risultati conseguiti sono molteplici, ben diversificate e talvolta in netto contrasto tra loro; alcuni ritengono che i riscontri empirici siano assai modesti, tuttavia, indiscutibilmente, i relativi modelli sono molto sofisticati e complessi. Il secondo raggruppamento è riferibile alle cosiddette "teorie macroeconomiche", secondo le quali l'approccio allo studio dei fenomeni economici avviene mediante l'utilizzo descrittivo di macrovariabili aggregate[29]. Queste teorie hanno il loro principale punto di riferimento nell'opera dell'economista inglese John Maynard Keynes e non hanno la pretesa di offrire una descrizione dei fenomeni a livello del singolo agente economico. Anche nel campo macroeconomico è riscontrabile, nel tempo, una significativa evoluzione dei modelli da un punto di vista matematico, pur rimanendo significativamente inferiore allo sviluppo dei modelli delle "teorie neoclassiche".

Il terzo raggruppamento della classificazione fa riferimento all'uso consistente di modelli statistici proposti dalla Econometria che ha trovato un interessante fronte di ricerca e sviluppo nei cosiddetti "modelli macroeconometrici". Si tratta cioè di modelli basati su un'interpretazione dei fenomeni che avviene in chiave macroeconomica, ma con l'uso di modelli statistici, auspicando di giungere a modelli predittivi dell'andamento economico. La notevole complessità concettuale richiede però un consistente impiego di varie competenze professionali in diverse discipline[30] e di cospicue risorse finanziarie, cosicché lo sviluppo di tali modelli è prevalentemente curato da istituzioni o da altri soggetti interessati che hanno la disponibilità dei capitali necessari.

Soprattutto questo versante della ricerca scientifica economica pone degli interrogativi e delle problematicità che sono specifiche di questa disciplina e la diversificano notevolmente dalle discipline scientifiche che trovano nello sviluppo meccanicista della modellistica un affidabile punto di riferimento. In molti casi è possibile solo disporre di statistiche relative al passato, mancano cioè i risultati di qualcosa congegnato, secondo caratteristiche di generalità, in similitudine ad un esperimento, così come inteso nel metodo scientifico classico. L'osservazione può essere ampliata all'intero ambito costituito dalle scienze sociali ed economiche le cui rispettive realtà costituiscono delle fattispecie di elevatissima complessità, in alcuni casi il solo concepire un esperimento è attualmente quasi inimmaginabile. In tal campo le problematiche di modellizzazione si intersecano ed interrelano reciprocamente e la sperimentazione acquisisce nuove accezioni che travalicano il significato stesso del processo sperimentale, sfociando in più o meno sostenibili criteri di pianificazione economica e sociale, applicati tramite delle appropriate (si spera) politiche economiche. Il problema modellistico si implementa di nuove fondamentali caratteristiche ed affronta degli aspetti che ben si allontanano da mere speculazioni scientifiche, qualche volta fini a loro stesse, per approcciare il problema del controllo e verifica della efficacia della avvenuta pianificazione economica, sempre oscillante tra le posizioni di alcuni studiosi che predicano la necessità di una pianificazione economica integrale e coloro che esprimono invece fiducia nel libero gioco delle forze del mercato. Usualmente le verifiche sono condotte secondo l'analisi e l'interpretazione a posteriori dei dati statistici appositamente rilevati, circostanza che rende consapevoli dell'attendibilità del modello economico predisposto solo in un più o meno remoto futuro. Questo aspetto poi richiama e presuppone anche la delicata questione dell'individuazione di affidabili metodiche di rilevazione, selezione ed analisi statistica dei dati. Questo aspetto però, pur essendo strettamente interdipendente con le problematiche afferenti la modellizzazione, non può essere affrontato in questa sede in modo compiuto, a causa della sua complessità che obbligherebbe, insieme all'approfondimento degli aspetti di modellizzazione, alla compilazione di un corposo trattato.

Per completare l'argomento relativamente agli aspetti economici, è necessario effettuare ulteriori considerazioni con lo scopo di contribuire, in maggior misura, ad identificare con precisione le differenze esistenti tra le discipline scientifiche classiche e le discipline economico-sociali. In primo luogo, se è vero, come è vero, che le discipline scientifiche classiche fanno ampio e fruttuoso utilizzo della Logica, si pone prioritariamente il problema di indagare quale sia il ruolo della razionalità in Economia ed, in particolare, quali possano essere dei criteri per discriminare sulla validità delle teorie economiche. In altri termini, si tratta di verificare quale sia il rapporto esistente tra l'Economia e la Logica[31] (matematica), generalmente intesa secondo la semplice definizione di Gödel che la chiama "*una scienza precedente a tutte le altre, che contiene le idee ed i principi che stanno alla base di tutte le scienze*". L'assunzione, nel corpo di una determinata disciplina, della precedente definizione implica immediatamente il riconoscimento delle regole e dei criteri logici quali strumenti operativi del "corretto ragionare" e, non secondariamente, una subordinazione consequenziale della disciplina in questione alla Logica. Questo passaggio, solo apparentemente banale, se applicato alla Economia mostra, ancora una volta, le singolari peculiarità di questa fondamentale materia. Solitamente è opportuno distinguere in un canto la razionalità scientifica e nell'altro la razionalità pratica, cioè la razionalità che è attribuita agli agenti, il cui comportamento è oggetto dell'indagine scientifica. Per approfondire l'argomento è opportuno riprendere l'iniziale approccio storico, infatti i primi economisti concepirono l'Economia fondata su alcuni postulati, detti di razionalità (piuttosto semplici), dai quali conseguono, per deduzione, i teoremi economici. Questo approccio fa riferimento all'apriorismo filosofico ed il problema del nesso consequenziale Logica-Economia trova nella posizione di Mill[32] un interessate punto di riferimento, sia storico che concettuale, così sintetizzabile: "*Sovente la teoria economica viene contraddetta dall'esperienza. Tuttavia, se si ragiona correttamente, la teoria economica dovrebbe avere la stessa certezza epistemica delle premesse. Qual è dunque la ragione del frequente insuccesso delle previsioni economiche?*"[33]. L'analisi di Mill conduce alla conclusione che le incongruenze previsionali non sono frutto di una teoria fasulla, bensì del fatto che l'economista ha giudicato trascurabili, e quindi non ha preso in considerazione, certi fattori nella modellizzazione che invece sono rilevanti. L'insuccesso previsionale, secondo prassi del metodo scientifico, prende spunto dai risultati conseguiti per pro-

[28] Lungi dal compiere un'analisi approfondita delle discipline economiche, in questo contesto vengono approfondite alcune tematiche strettamente collegate ai modelli utilizzati.

[29] Ad esempio, la nota grandezza definita *prodotto nazionale lordo*.

[30] Scientifiche, statistiche, tecnologiche, ecc..

[31] Soprattutto della sua evoluzione, vale a dire la Logica matematica.

[32] Riferibile temporalmente all'incirca a poco prima della metà del 1800.

[33] BARROTTA P., Filosofia dell'Economia, Linee di ricrca, SWIF, 2004.

porre un affinamento della teoria in modo da generare una modellizzazione meglio approssimante la realtà economica. Superato storicamente l'approccio empirista, ancora oggi vi è una minoranza di economisti che sostengono un apriorismo razionalista, secondo il quale certi assunti economici sono inoppugnabilmente veri e non necessitanti di verifiche confermative sperimentali[34]. Tra i più importanti sostenitori di questo approccio si annovera Von Mises il quale, a tal proposito, così si esprime: "*Chi vuole attaccare un teorema [economico] deve, passo dopo passo, risalire indietro sino a quando raggiunge un punto in cui viene smascherato un errore logico […]. Ma se questo processo a ritroso di deduzioni finisce con la categoria dell'azione senza aver scoperto un legame vizioso nella catena dei ragionamenti, il teorema è pienamente confermato".*
Tale posizione è però ritenuta non accettabile da altri razionalisti che osservano una sostanziale, quanto sottile, distorsione della collaudata logica aristotelica. Indipendentemente da ciò, è opportuno sottolineare l'eventualità della presenza di errori logici, infidamente celati nel processo deduttivo, poichè la complessità degli oggetti di studio dell'Economia certamente incrementa la probabilità dell'introduzione, sicuramente involontaria, di micropatologie logiche[35].
Il ventesimo secolo è stato caratterizzato dall'applicazione all'Economia delle più varie e generali filosofie della scienza, tutte racchiuse e sintetizzate nella corrente dell'empirismo. Tra le varie dottrine spiccano quelle proposte da Popper e Friedman che hanno dato luogo ad animate discussioni. Popper sostiene che il *principio di razionalità* deve essere ritenuto infalsificabile, poiché è lo strumento imprescindibile per la verificabilità empirica dei modelli economici. L'inesattezza delle previsioni dovrebbe essere attribuita al modello, inadeguato alla descrizione della realtà economica in cui si trovano gli attori. Alcuni economisti ritengono che la dottrina popperiana sia molto simile all'apriorismo, altri invece ritengono di aver individuato un punto di debolezza nella non sufficientemente chiara identificazione di razionalità.
L'applicazione dello strumentalismo all'Economia è indissolubilmente associato a Milton Friedman, il quale ha dato un nuovo impulso alla modellistica osservando che "*in generale, più significativa è una teoria più irrealistiche sono le sue assunzioni. La ragione è semplice. Un'ipotesi è importante se spiega molto con poco, cioè se astrae gli elementi comuni e cruciali dalla massa delle circostanze complesse e dettagliate che circondano i fenomeni […]. Per essere importante, perciò, una teoria deve essere descrittivamente falsa nelle sue assunzioni"*[36]. Partendo dal presupposto che è molto difficile, a volte improponibile, verificare empiricamente le predizioni di una teoria economica, un cospicuo numero di economisti considera fondamentale controllare non solo le conseguenze del modello, ma anche gli assunti ipotetici iniziali. La complessa posizione strumentalista di Friedman si discosta da questa affermazione, sostenendo la irrilevanza della veridicità di alcuni degli assunti ipotetici di una teoria, se questi sono riferiti a fattori causalmente irrilevanti. Ai fini della modellistica tale posizione può essere addirittura insignificante, infatti è un'ovvietà dichiarare che realtà complesse non possono essere accuratamente descritte, poiché la massima verosimiglianza implicherebbe l'individuazione di un numero elevatissimo di caratteri identificativi dell'ente o realtà che subisce il processo di astrazione.
Alcuni economisti ritengono la posizione di Friedman espressa complessivamente in modo molto confuso ed, addirittura, alcuni autori hanno cercato di interpretare e rivedere le sue affermazioni, alcune delle quali, prese alla lettera, non sono logicamente e scientificamente sostenibili. Forse, dovendo fare una semplificata sintesi della posizione di Friedman finalizzata all'oggetto della presente trattazione, emerge il fatto che i modelli economici sono da lui considerati meri strumenti previsionali e l'attenzione andrebbe puntata principalmente sulla efficacia della capacità previsiva, aspetto da presidiare adeguatamente e privilegiare sugli altri. In effetti tale posizione non è dissimile da quella più antica degli ingegneri e degli studiosi che hanno proposto e correntemente applicano i più famosi modelli ingegneristici, si pensi, ad esempio, al solido di De Saint Venant o alla determinazione delle perdite di carico per brusco allargamento della tubazione nell'Idraulica.

[34] A tal proposito un termine descrittivo molto utilizzato è "autoevidenza".

[35] Ad esempio contraddizioni. Si rammenta al lettore che per il teorema logico dello "Pseudo Scoto", il rinvenimento di anche una sola contraddizione in una teoria razionale, consente di dimostrare qualsiasi tesi. Cfr. CARAGLIO L., L'Estimo e la sua Logica, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 3/2009.

[36] BARROTTA P., Filosofia dell'Economia, Linee di ricerca, SWIF, 2004.

I MODELLI MATEMATICI NELLE SCIENZE CLASSICHE E NELL'INGEGNERIA

Lo sviluppo dell'analisi dei modelli scientifici non può prescindere dall'analisi di alcuni modelli particolarmente significativi nelle discipline scientifiche classiche e nell'ingegneria, con lo scopo di mostrare vari modi di intendere il rapporto realtà-modello, fino a giungere a modelli ingegneristici che pongono le proprie basi su ipotesi palesemente errate (non verificate), ma che conducono a risultati verificabili e conformi alle rilevazioni empiriche (confermative).
Il primo passo quando deve essere approcciata l'analisi e la risoluzione di un problema in termini scientifici, è la definizione di "sistema". La famosa opera di Mark W. Zemansky[37], intitolata "Calore e Termodinamica", inizia ricordando che "*nello studio di qualunque argomento di Fisica, si comincia sempre col separare una zona di spazio limitata o una parte finita di materia da ciò che li circonda. La parte che viene così idealmente isolata e su cui si concentra la nostra attenzione si indica col termine sistema, mentre tutto ciò che ne è al di fuori, ma che ha un'influenza diretta sul suo comportamento, viene detto ambiente circostante*". Riprende poi il testo: "*i1 passo successivo consiste nel descrivere il sistema per mezzo di quantità che siano utili nella discussione del suo comportamento, o delle sue interazioni con l'ambiente circostante, o di ambedue questi fatti"*. Le parole di Mark Zemansky, in termini molto semplici, mettono in evidenza gli aspetti essenziali del processo razionale che conduce alla modellizzazione classica ed, essendo riferite alla Fisica in generale, coprono un campo di applicazione molto ampio del sapere scientifico. L'aspetto fondamentale è appunto comprendere quale debba essere precisamente l'oggetto dell'analisi da condurre e quali siano i caratteri essenziali, connotanti il medesimo oggetto. Il numero e il tipo di questi caratteri essenziali non è costante, ma dipende in grande misura dal predeterminato scopo ultimo. Per fissare le idee nel seguito si propongono alcuni esempi, rimanendo dapprima nel campo della Fisica, scienza primogenita. Se lo scopo è descrivere l'atto di moto della caduta di un grave, allora, salvo il presentarsi di particolarissime esigenze, è possibile prescindere dalla forma e da altre caratteristiche geometriche, modellizzando il grave con il "punto materiale". In tale modo è possibile indagare gli aspetti cinematici ed energetici e quasi sempre poco altro interessa. Se invece si vuole descrivere il moto della luna attorno alla terra è possibile interpretare la realtà come un sistema composto da due masse sferiche. Rispetto alla banalità del caso precedente però, è necessario prendere atto di alcune constatazioni. Innanzitutto la terra e la luna non sono gli unici corpi nello spazio, anzi altri corpi celesti hanno masse ben più consistenti, tuttavia l'ordine di grandezza delle azioni che i medesimi possono esercitare sul sistema terra-luna sono insignificanti, al più trascurabili, rispetto alle azioni poste in essere reciprocamente dalla terra e dal suo satellite naturale, inoltre, in tale modello si prescinde dalla forma effettiva della terra e della luna, approssimandole con due sfere. Si potrebbero effettuare alcune altre osservazioni, tuttavia è importante rilevare che con il modello assunto si possono ottenere, nella consapevolezza delle approssimazioni effettuate, alcuni risultati senz'altro importanti, ma, ad esempio, ciò non è sufficiente per studiare l'andamento delle maree. Se lo scopo fosse pertanto di studiare queste ultime, senz'altro si dovrebbe pensare la sfera rappresentante la superficie terrestre come involucrata da una corona sferica d'acqua. Nella Meccanica applicata alle macchine se lo scopo fosse, ad esempio, determinare i parametri cinematici elementari che descrivono il moto di un'automobile, allora la modellizzazione potrebbe avvenire con il "punto materiale". Se lo scopo fosse invece di studiare l'attrito cui sono sottoposte le ruote, allora il "punto materiale" sarebbe evidentemente inadeguato, e potrebbe essere allora opportuna l'approssimazione "a corpo rigido" di tutta l'automobile, considerata nel moto assieme alle ruote. Evidentemente neanche questo modello sarebbe però in grado di rispondere a questioni che ineriscono il comportamento delle sospensioni dell'automobile od al modo di vibrare dello specchio retrovisore. A volte i modelli e la realtà fisica, di cui ne sintetizzano alcuni aspetti, non sono immediatamente riconducibili gli uni all'altra, si pensi a tal proposito al modello classico delle macchine rappresentato, nella sua essenza, dallo schema "motore-trasmissione-utilizzatore" e la realtà rappresentata, ad esempio, da un ascensore; se è immediato

[37] ZEMANSKY M.W., Calore e Termodinamica, Ed. Zanichelli, Bologna, 1987.

individuare il motore, non altrettanto banale è individuare l'utilizzatore.
Si potrebbero porre ancora tanti esempi significativi, ma si ritiene che quelli riportati siano sufficienti a giustificare la necessità di vedere il binomio sistema-modello rapportato correttamente al fine che si persegue, magari ponderando i vari possibili modi di modellizzazione della medesima realtà alla luce del "rasoio di Occam".
Da questo punto di vista la Termodinamica ha effettuato una brillante sintesi, introducendo due approcci diversi ai problemi, ossia il "punto di vista macroscopico", proprio della Termodinamica classica ed il "punto di vista microscopico", proprio della Termodinamica statistica. Mark Zemansky rammenta che "*le quantità da specificare per dare una descrizione macroscopica di altri sistemi sono, naturalmente, diverse; tuttavia tutte le coordinate macroscopiche hanno le seguenti caratteristiche comuni:*

1. *non implicano ipotesi particolari sulla struttura della materia;*
2. *servono solo poche coordinate per una descrizione macroscopica;*
3. *le coordinate macroscopiche sono suggerite, più o meno direttamente, dai nostri sensi;*
4. *esse possono, in generale, essere misurate direttamente".*

Nella Termodinamica è stato conseguito un brillante bilanciamento nel binomio semplicità-complessità tra il modello[38] e risultati conseguibili. In tale ambito, esempio di semplicità e potenza della modellizzazione è la "teoria delle fasi", secondo la quale un sistema composto da più fluidi può essere considerato come un insieme di più sostanze, ognuna dotata di una propria serie di parametri identificativi dello stato termodinamico, tra i quali sussistono una serie di relazioni matematiche che riducono numericamente l'insieme dei parametri che possono essere arbitrariamente fissati per definire in modo unico lo stato termodinamico complessivo del sistema. Ogni sottosistema termodinamico, la cosiddetta fase, è univocamente determinato nel suo stato dalla temperatura, pressione parziale, volume specifico alla massa. Tali grandezze sono poi tra loro legate dall'equazione di stato di ogni fase, dalla relazione di legame tra le pressioni parziali delle singole fasi e la pressione totale che consentono di ridurre i gradi di libertà del sistema.
La Teoria delle fasi è in vero uno strumento molto potente, se si tiene conto del rapporto tra fenomeni "spiegati" e la sua concettuale semplicità. A volte il rapporto realtà-modello è sensibilmente alterato, eppure il medesimo è in grado di fornire risposte sostanzialmente conformi all'esperienza pratica. Altri ambiti da esplorare, a tal proposito, sono l'analisi strutturale e l'analisi sezionale nel campo delle costruzioni edili; i modelli sono invero ancora più complessi della sopra citata teoria termodinamica, tuttavia preme anche in questo caso osservare che alcuni aspetti sono pressoché univocamente determinati da uno, od al più, pochi parametri. Ad esempio il modulo di Young ed il coefficiente di Poisson che, nell'interpretazione elastico-lineare del materiale, lo definiscono in modo compiuto; così come univocamente determinabili, sempre nel permanere delle stesse ipotesi, sono le azioni interne afferenti ad una determinata sezione di un dato elemento strutturale. Qualche considerazione in più è opportuno effettuarla nel campo dell'analisi strutturale e sezionale, focalizzando l'attenzione sulla differenza tra il modello e la realtà oggettuale.
La struttura è identificata da una serie di ipotesi alcune delle quali perfettamente verificabili nella realtà ed entro certi limiti (ad esempio l'ipotesi di Bernoulli-Navier del mantenimento delle sezioni piane), ma di altre l'aderenza alla realtà è più una speranza che un dato di fatto.
Si pensi ad alcune ipotesi che sostengono la risoluzione del cosiddetto solido di De Saint Venant, ipotesi quali materiale omogeneo ed isotropo, solido non caricato sulla superficie laterale e con peso proprio trascurabile, non sembrano ipotesi che una persona comune si sentirebbe di sostenere tanto a cuor leggero nella modellizzazione, perché palesemente confutabili e approssimanti la realtà magari di alcuni materiali da costruzione come l'acciaio, ma non certo il calcestruzzo armato, eppure tanto utilizzato.
Qualche spunto d'analisi in più il lettore lo potrebbe trovare nel calcolo strutturale delle lastre piane dove in alcuni casi, a seconda del tipo di vincolo sui bordi, non sono garantite, in teoria, la condizioni necessarie per l'equilibrio, eppur la lastra ... "*non si muove*"[39].

[38] Rappresentato da pressione, temperatura e volume specifico alla massa di una determinata sostanza.

[39] BELLUZZI O., Scienza delle Costruzioni, voll. I, II, III, IV, Ed. Zanichelli, Bologna, 1984. In particolare si veda il Cap.XXVI – Lastre piane.

Altro spunto molto interessante è il caso della fondazione a trave rovescia su suolo elastico, per il quale l'algoritmo risolutivo usualmente adottato tra le sue ipotesi include la continuità, nel senso dell'Analisi matematica, della funzione della linea elastica e di tutte le sue infinite derivate.
Anche in tale fattispecie è appena il caso di osservare che la presenza di carichi concentrati indotti dagli elementi strutturali verticali (pilastri) porta a discontinuità (cosiddette a salto) nel diagramma del taglio e, di conseguenza, rende non verificata l'ipotesi dinanzi posta. Altro caso ancor più eclatante riguardo la divergenza tra realtà oggettuale e modellizzazione si trova in Idraulica nel calcolo delle perdite di carico per brusco allargamento di una tubazione, per la quale l'equazione globale dell'Idrodinamica, per essere risolta con un numero di incognite correttamente proporzionato al numero di equazioni, abbisogna dell'ipotesi che sulla corona circolare del brusco allargamento, neanche lambita dal fluido, venga esercitata una pressione di tipo idrostatico; ovviamente l'uso dell'equazione globale acuisce chiaramente la contraddizione col fatto che comunque la sopra menzionata pressione non è di tipo idrostatico[40].
Altri casi senz'altro interessanti di modellizzazione ingegneristica sono le teorie che spiegano e utilizzano l'attrito nella disciplina della "Meccanica applicata alle macchine", ma anche l'uso "spregiudicato" che a volte si effettua in alcuni campi, imponendo delle approssimazioni che sono ben distanti dal vero, prelevando dalla Termodinamica una delle più famose ipotesi delle discipline scientifiche, ossia ciò che con terminologia matematica impropria, ma sicuramente efficace, viene definito il "considerare trasformazioni termodinamiche infinitamente lente". Essa, vale la pena rilevarlo, è assimilabile ad un'altra ipotesi, anch'essa in pratica scarsamente verificata, ossia l'applicazione "quasi statica" dei carichi alle strutture della Scienza delle costruzioni.
Con le presenti note non si vuole esaurire superficialmente un campo smisurato di analisi, ma solo fornire alcune idee e criteri per un approccio critico e maturo all'analisi dei modelli matematici per le discipline scientifiche ed in particolare per l'ingegneria e porre dei minimi presupposti a sostegno delle argomentazioni che verranno esposte nel seguito.
Si invita comunque il lettore interessato a sviluppare l'analisi con spirito critico e rigore scientifico; nel campo di quanto è oggetto di trattazione delle più comuni discipline scientifiche, gli spunti di riflessione sono innumerevoli ed a volte sorprendenti anche nella semplicità.

LA MODELLIZZAZIONE DEL COMPORTAMENTO UMANO

La trattazione di questo argomento avrebbe potuto trovare anche collocazione nell'esposizione della modellistica economica, ma essa merita una particolare attenzione per la delicatezza dell'argomento, poiché, non è mai superfluo ricordarlo, qualsiasi cosa è finalizzata all'uomo e non vale il viceversa, cosicché anche l'Economia e l'Estimo trovano la loro più profonda ragion d'essere nell'apporto che possono fornire al benessere umano, inteso in senso non solo materiale. La modellizzazione dell'uomo e del suo comportamento è una delle cose più complesse e delicate, che è affrontata dalle varie discipline in modo diverso e, tutto sommato, ancora insoddisfacente[41]. Nei primi tentativi significativi di modellizzazione a fini economici si è tentato di svincolare l'Economia da altre discipline, sosteneva a tal proposito Ludwig Von Mises che "*l'Economia comincia là dove la Psicologia finisce*"[42].
Per i propri fini l'Economia ha originariamente introdotto il modello detto dell' *homo economicus*, un soggetto che agisce cioè secondo il proprio interesse, cercando di ricavare la massima utilità dal bene economico. Non è semplice porre una definizione esatta e completa dell'*homo economicus*, anzi a volte è possibile imbattersi in trattazioni parziali e fuorvianti che forniscono un'idea troppo approssimativa e rozza del soggetto che si vuol individuare. Per consentire al lettore non avvezzo alla lettura di trattati economici di formarsi una propria idea in merito è opportuno, nonostante tutto, tratteggiare brevemente la figura di questo

[40] CITRINI D., NOSEDA G., Idraulica, Casa ed. Ambrosiana, Milano, 1987.

[41] E' un punto sensibile e di estrema debolezza delle dottrine estimative.

[42] MOTTERLINI M., Metodo e valutazione in Economia, Università di Trento, http://www-econo.economia.unitn.it/new/pubblicazioni/papers/3_00_motterlini.pdf

soggetto. Innanzitutto, come già brevemente accennato, è un individuo sul cui ragionare non hanno influenza la maggior parte delle passioni e dei sentimenti e che pone alla base del suo agire, ragionare e scegliere unicamente gli aspetti economici che lo inducono a trarre la massima utilità dai beni. Incomincia cioè a definirsi l'astrazione di un individuo che non ha corrispondenza nel mondo reale, ma che in talune scelte e ragionamenti può essere correttamente approssimato da un gran numero di individui. Il conseguimento della massima utilità spesso può voler dire massimo profitto economico, ma sempre nel rispetto sistematico dell'insieme di regole che regge la società di cui si assume faccia parte. *"L'homo economicus, dunque, è una finzione. Ma è una finzione utile che permette all'economista di ottenere un'approssimazione più vicina di quelle altrimenti praticabili al reale ordine degli affari umani in questi campi*"[43]. Nell'agire quotidiano ogni persona approssima in taluni casi ed in modo più o meno marcato l'agire dell'*homo economicus*. L'infelice appellativo che lo contraddistingue non dà piena luce alla sua modellizzazione, della quale, in questo contesto, si vogliono invece approfondire e sottolineare i rapporti con la Logica. In effetti questo concetto ha subito una propria evoluzione che lo pone in relazione con la *teoria del consumatore*, proposta in un'attraente veste assiomatica. In primo luogo la razionalità del comportamento richiede che l'agente abbia un insieme razionale di preferenze, articolato in alcuni assiomi, primi tra i quali quello di *completezza*[44] e quello di *transitività*[45]. Un agente tiene un comportamento razionale se (I) l'insieme delle preferenze è razionale e (II) non esiste un'opzione a lui disponibile che sia preferita a quella da lui effettivamente scelta; gli economisti moderni, quando si riferiscono alla massimizzazione dell'utilità dell'agente, intendono asserire che esso sceglie razionalmente, nel senso appena esplicato. E' pertanto fuorviante intendere l'utilità nel senso datogli dai primi utilitaristi, infatti l'*homo economicus* non cerca una sensazione di piacevolezza o di felicità e la teoria della razionalità, presa da sola, non presuppone nessun comportamento egoistico che può invece benissimo esprimersi nella tipologia delle scelte. In questa concezione l'utilità è unicamente un indicatore che evidenzia ciò che un soggetto preferisce, indipendentemente dalle ragioni o dalle circostanze che possono aver influito sui criteri di discriminazione. La *teoria del consumatore* è impostata anche su altre basi, innanzitutto le possibilità di scelta che si propongono all'*homo economicus* sono incluse all'interno di panieri di beni o di servizi; inoltre è posto anche il *postulato di non saturazione* il quale statuisce che, per qualsiasi bene, non viene mai raggiunta la completa sazietà; inoltre si assume che le preferenze dei vari consumatori non influenzino le preferenze degli altri consumatori. Questi sono i tratti essenziali che definiscono la moderna concezione dell'*homo economicus* che potrebbe essere ricondotto a rappresentazioni più veritiere del comportamento umano se si contemplassero anche delle ulteriori restrizioni alla tipologia ed alla natura stessa delle preferenze, quali i condizionamenti comportamentali legati alla morale. Tuttavia l'assoluta indipendenza postulata nell'effettuazione delle scelte economiche implica l'esclusione di alcuni atteggiamenti morali come l'invidia e l'altruismo, poiché ogni consumatore è completamente svincolato dagli altri e con essi non interagisce, ovviamente per tutto ciò che ha conseguenze nelle successive scelte economiche. Il *postulato di non saturazione* identifica inoltre un uomo che, anche se non è invidioso, intrinsecamente e moralmente ha dei connotati gravemente negativi perché illimitatamente avido ed egoista, interessato solo ad acquisire e consumare il maggior numero di beni.

La precedente questione può trovare immediata applicazione nell'Estimo civile tramite un esempio. La gestione, da un punto di vista estimale, di un considerevole[46] numero di alloggi standardizzati in una zona omogenea di mercato è relativamente semplice, al contrario di una villa posta in collina in una località di mare e dotata di alcune specifiche peculiarità, prima tra tutte una ottima panoramicità. Ad approcciare e risolvere quest'ultimo genere di problemi i testi classici dell'Estimo non aiutano molto, anzi i riferimenti economici sono sovente eccessivamente retrodatati, con tutti gli inconvenienti

[43] MOTTERLINI, Op. cit.

[44] *Per qualsiasi opzione A, B e C, se un agente preferisce A a B e preferisce B a C allora l'agente preferisce A a C.*

[45] *Date due qualsiasi opzioni, A e B, ogni agente è in grado di dire se preferisce A a B oppure se preferisce B ad A oppure se per lui le due opzioni sono indifferenti.*

[46] Ma non esagerato.

del caso, magari la possibilità di fornire alla controparte in un contenzioso giudiziario agevoli appigli per confutare logicamente le deduzioni che supportano l'attribuzione di un determinato valore ai beni oggetto di stima. E' anche pur vero che le spiegazioni, organizzate con argomentazioni logiche, di alcuni fenomeni economici del mercato immobiliare sono ben ardue da affrontare anche utilizzando i più recenti studi nel campo della modellizzazione economica del comportamento umano. Rimanendo nell'ambito della modellizzazione con l'*homo economicus*, diffusa in campo estimativo, è arduo riuscire a spiegare logicamente, ad esempio, il comportamento di un dato istituto religioso che acquisti un certo immobile[47] per i propri fini caritatevoli, magari affrontando copiosi esborsi di denaro, assolutamente illogici per l'*homo economicus*. La modellizzazione potrebbe portare a definire l'acquirente come soggetto collettivo assimilabile ad una persona giuridica, magari dotata di organi di governo paragonabili ad organi collegiali; probabilmente si riuscirebbero a verificare i postulati di razionalità, ma il postulato di non saturazione è ben lungi dall'essere soddisfatto. La conclusione più immediata è che il soggetto religioso, magari di matrice cristiana, non è approssimabile con l'*homo economicus*, ma esistono anche altre problematicità da affrontare, perché nell'Estimo italiano generalmente non è ravvisabile un'appropriata trattazione che spieghi il comportamento razionale di una persona giuridica, illuminata dalla *teoria dell'ordinarietà*. Il criticabilissimo postulato dell'Estimo "*il giudizio di stima è ordinario*" non aggiunge poi nulla di concreto al caso illustrato, ponendo pure il lecito dubbio della sua sostanziale inutilità, almeno nella forma in cui attualmente è proposto. Neanche la rilettura della *teoria dell'ordinarietà* può aiutare più di tanto in casi di stima come quello di cui si è tentata la modellizzazione; è un caso qualificabile come patologia dell'Estimo? Certamente[48] è un caso da studiare molto bene, la cui modellizzazione risulta sicuramente di elevato grado di difficoltà estimativa a causa della peculiarità degli agenti economici, ben differenti da quelli esposti nelle usuali trattazioni dottrinali. L'esempio portato è solo un caso del concetto più ampio che conduce ad escludere che l'*homo economicus* possa acquisire beni mosso da fini filantropici od altruistici; si individua pertanto un altro motivo per cui l'altruismo è escluso dalla teoria economica e l'*homo economicus* non è che una eccessiva forzatura non riscontrabile nella corrente realtà. Questa circostanza, peraltro, è da tempo ben nota agli economisti; scriveva infatti intorno alla metà del diciannovesimo secolo Mill: "*L'economia politica considera il genere umano solo in quanto dedito all'acquisizione e al consumo [...]. Non già che qualche economista sia mai stato così folle da supporre che gli uomini siano fatti in questo modo. Si tratta semplicemente del modo in cui la scienza*[49] *deve necessariamente procedere*[50].

Il concreto esempio precedentemente menzionato offre anche lo spunto per accennare la delicata questione dell'introduzione di norme morali nella descrizione del comportamento umano a fini economici. Dagli studiosi del campo sono stati individuati contesti economici nei quali gli aspetti comportamentali umani sono condizionati da motivazioni morali. L'economista Sen ha proposto il suo contributo, distinguendo a tal proposito tra *simpatia* ed *obbligazione;* mentre la simpatia per certi aspetti può essere compatibile con l'*homo economicus*, infatti cessa di valere solamente l'indipendenza delle scelte dell'agente economico, l'obbligazione è un concetto che nega completamente tutti gli assunti relativi all'*homo economicus*. Per gestire le obbligazioni Sen introduce, in buona sostanza, un doppio ordinamento delle preferenze. Questo breve cenno giustifica e mostra come, in realtà, vi siano più modi di gestire la modellizzazione comportamentale umana e, se necessario, ciò non esime l'estimatore, al pari dell'economista, dallo sviluppare scrupolose riflessioni per modellizzare e spiegare i diversi fenomeni economicamente ed estimativamente rilevanti.

Si lasciano al lettore gli ulteriori approfondimenti tematici; in questa sede interessa puntualizzare che nell'Estimo immobiliare il problema della modellizzazione del comportamento umano è argomento che può divenire particolarmente sensibile, colpevolmente trascurato[51] nell'ambito delle varie esposizioni dottrinali.

[47] Magari molto particolare nella modellizzazione a fini comparativi, facendolo divenire raro, quasi singolare.

[48] L'Autore possiede delle proprie convinzioni estimative a tal proposito, tuttavia la trattazione approfondita di tale caso devia sensibilmente dal percorso logico seguito in questo elaborato. L'affermazione ha senso quindi in funzione del comune sapere estimativo.

[49] Scienza del diciannovesimo secolo, è bene puntualizzarlo.

[50] BARROTTA P., Filosofia dell'Economia, Linee di ricerca, SWIF, 2004.

[51] Comunque non adeguatamente ponderato.

LA MODELLIZZAZIONE ESTIMATIVA

Così come per la Fisica e le altre discipline scientifiche, il primo problema che si pone nella modellizzazione è individuare

- la realtà che è oggetto della valutazione estimativa e
- tutto ciò che può con essa interagire,
- cosa invece non interagisce e può essere tralasciato o
- trascurato, perché sostanzialmente ininfluente.

Così come ampiamente giustificato nel precedente paragrafo riguardante l'analisi dei modelli di alcune discipline tecnico-scientifiche, un elemento essenziale per l'ottenimento di una corretta modellizzazione è la esatta definizione dello *scopo della stima*, che generalmente è la determinazione di un valore immobiliare, ma non sempre.

Gli aspetti sopra elencati necessitano di un adeguato approfondimento. La realtà oggettuale può essere molto semplice o complessa e gli oggetti edilizi possono essere concepiti secondo una *complessità oggettuale* ed una *complessità relazionale*, in funzione di una concettualizzazione che insieme considera e compendia i processi di analisi e sintesi, così come esposti in precedenza. In termini semplici, la *complessità oggettuale* può essere definita come il numero di entità[52] di ordine inferiore in cui può essere scomposto un dato oggetto. Nel campo edilizio la scomposizione di un edificio non è generalmente univoca, potendosi immaginare l'oggetto immobiliare come aggregazione di più enti, i quali possono essere suddivisi, ad esempio, in ragione:

- del processo produttivo, il quale può avvenire in situ o parte in situ e parte in stabilimento (ad esempio elementi costruttivi prefabbricati) od anche, caso ben più raro, interamente in stabilimento;
- della funzione che i componenti edilizi svolgono (chiusure, partizioni interne, ecc.);
- dell'ordine di realizzazione nel procedimento edilizio, (ad esempio parti al "rustico" e finiture);
- della tipologia di lavorazione (ad es. opere da serramentista, idraulico, ecc.).

La *complessità relazionale*, espressa in termini elementari, può essere intesa come il numero di enti, generalmente dello stesso ordine (ma a volte di ordine superiore) con cui interagisce l'unità immobiliare o, nel caso si considerino sue parti, il numero di componenti edilizi con i quali un certo componente entra in relazione. Ad esempio, se l'oggetto edilizio da stimare è un insieme di beni costituente, od approssimante, una unità urbanistica di vicinato, la propria complessità relazionale si esprimerà in primo luogo verso le altre unità di vicinato limitrofe o, comunque, in grado di interagire con essa e, qualora le dimensioni e la connotazione territoriale lo esigano, anche verso le unità urbanistiche di ordine superiore, come il quartiere[53]. Ambedue le forme di complessità dipendono prioritariamente dal processo economico considerato, ossia la produzione o l'utilizzazione; queste predeterminano e condizionano, nella sua essenza, la modellizzazione.

In generale, nella modellizzazione di una certa realtà[54] il ricercatore o l'estimatore, nell'indagare i legami matematici tra due o più grandezze, può trovarsi nella necessità di avanzare delle ipotesi, poi sottoposte ad attenta analisi protesa a confermarle o a confutarle. E' regola non direttamente esplicitata, ma che guida solitamente l'agire, che la ricerca dei legami matematici sia sempre tesa all'individuazione di relazioni che siano le più semplici possibili tra quelle offerte dalle discipline matematiche, magari relazioni matematiche lineari, quadratiche o cubiche[55].

L'approccio classico non trova ostacoli e non muta se trasposto interamente, senza modificazioni, all'Estimo, nella sua forma di metodo scientifico consolidato.

IL PROCESSO LOGICO-DEDUTTIVO DELLA MODELLIZZAZIONE ESTIMATIVA

In termini generali, posti i concetti primitivi, il cuore di una disciplina scientifica sono innanzitutto gli algoritmi matematici che permettono, nel contesto di una modellizzazione dell'oggetto della disciplina scientifica, di conseguire risultati e deduzioni che possono poi essere confrontati con la realtà per una verifica di conformità delle deduzioni e degli eventuali altri aspetti predittivi. La trasposizione nella dottrina estimativa di questi concetti, anche in questo caso, non trova ostacoli pregiudiziali o controindicazioni di sorta, se non la necessità di porre in relazione, in modo esplicito, alcuni concetti del metodo scientifico con i corrispondenti concetti elaborati dalla tradizione estimativa letteraria.

A fondamento di ogni valutazione estimale sta un *quesito di stima* che può essere formulato nella maniera più generale possibile e posto al perito estimatore da chi svolge, in buona sostanza, il ruolo di mandante. Il mandante può individuarsi in un committente, persona fisica o giuridica, ma si può intendere in questa accezione anche la possibile situazione in cui il perito agisca a seguito di una disposizione formulata da un superiore in una società o in un ente pubblico.

I quesiti sono dei più svariati tipi, alcuni, più frequenti, possono essere riuniti in tipologie quali:

- determinazione del più probabile prezzo attuale di vendita di un bene;
- determinazione del più probabile canone d'affitto attuale, nell'ipotesi sottintesa di locazione del bene;
- determinazione del valore storico del bene (riferito cioè ad una certa epoca storica);
- determinazione dell'opzione economicamente più vantaggiosa nel caso di trasformazione del bene;
- determinazione del costo di costruzione del bene;
- determinazione del valore di surrogazione di un bene oramai irriproducibile con tecniche d'epoca.

L'elenco delle principali tipologie di quesiti può essere facilmente esteso, ma si ritiene con le poche esemplificazioni di aver fornito un quadro sufficientemente significativo e comprensibile di come ed in che termini possa essere posto al perito il quesito di stima. Al di fuori delle canoniche tipologie, i quesiti sono tra loro quanto mai diversificati, a volte semplici, a volte estremamente complessi e danno luogo ad una notevole varietà di elaborati estimali raramente simili tra loro; questo in fondo è una delle caratteristiche peculiari dell'Estimo.

Il *quesito di stima* porta come conseguenza a descrivere in maniera sufficientemente accurata il bene oggetto di stima e tutto ciò che l'estimatore ritiene possa aver influito sul bene stesso, in modo da consentire la risoluzione del quesito. Si effettua, in concreto, una sorta di "modellizzazione complessa", definendo il bene, e quant'altro necessita, nei suoi aspetti tecnici, economici e giuridici. A fondamento di questa modellizzazione sono le cosiddette *ipotesi di stima,* dalle quali prende corpo ogni ragionamento effettuabile. Alcune *ipotesi di stima* possono essere legate alla individuazione dell'ampiezza del mercato, al tipo di tale mercato oppure possono constare nella precisazione di condizioni che portano all'individuazione di un determinato ed idoneo parametro amplificatore del valore unitario. In ogni caso al principio di ogni procedimento estimativo esiste comunque l'obiettivo dell'attribuzione di un valore (quantificato ovviamente in unità monetarie) al bene oggetto di stima; deve essere pertanto inizialmente constatato che tale bene possa essere classificato come *bene economico*, siano cioè verificate le seguenti condizioni: 1) si abbia conoscenza della sua capacità di soddisfare un bisogno, 2) sia disponibile in quantità limitata, 3) sia appropriabile.

Individuato con la dovuta precisione il bene economico, necessita poi identificare quali siano (I) gli agenti destinati a trarre l'utilità che può essere, in diversi modi, espressa dal bene e (II) secondo quali modalità. Il problema è estremamente complesso e travalica i confini della materia estimativa per trovare sede più opportuna in ambito strettamente economico e sociologico, ai trattati dei quali si rimanda per specifici approfondimenti; vale la pena però rammentare che, ai fini estimativi, la questione spesso è affrontata in modo semplificato, introducendo il già noto concetto di *homo economicus.* Conclusa la fase di modellizzazione tecnico-economico-giuridica della realtà, il perito estimatore può indagare tutto il campo di variabilità dei parametri individuati[56] e provvedere, generalmente tramite comparazione, alla risoluzione del quesito di stima posto. In generale si distinguono le *valutazioni puntuali*, effettuate con preciso riferimento ad un determinato bene oggetto di stima[57], dai *sistemi valutativi di massa*, finalizzati essenzialmente alla perequazione impositiva a fini fiscali; la differenza si esplicita anche in termini di modelli utilizzati ed ipotesi di stima. Per rendere più esaustiva la trattazione, nel seguito si proporranno alcuni esempi, i primi due riferiti ai *sistemi valutativi*

[52] Od anche come il numero di specie essenzialmente differenti di entità.

[53] COLUMBO V., Organica urbanistica, Ed. Giuffrè, Milano, 1974.

[54] Al fine di studiarla e trarre da essa le deduzioni del caso.

[55] Cfr. CARAGLIO L., L'Estimo ed il "rasoio di Occam", Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2009.

[56] Sono quelli strettamente necessari e sufficienti a caratterizzare compiutamente il bene oggetto di stima.

[57] Esse hanno tra i propri fini quello di conseguire il massimo grado di precisione possibile del risultato.

di massa. Uno si potrebbe definire d'impostazione tradizionale, rappresentato dal modello estimale del sistema catastale italiano e, successivamente, si esporranno gli elementi essenziali dell'impostazione più moderna relativa ai modelli multiparametrici, per consentire al lettore di apprezzare le profonde differenze concettuali e d'impostazione. In realtà, l'espressione del valore in forma lineare multiparametrica non è d'uso esclusivo dei sistemi valutativi di massa e trova anche corrente applicazione nelle valutazioni puntuali. Dopo aver concluso l'esposizione delle nozioni essenziali dei sistemi valutativi di massa, si procederà all'esposizione dei tratti salienti di alcune modellizzazioni, relative a casi di stima tra i più comuni o, comunque, significativi.

IL MODELLO ESTIMALE DEL SISTEMA CATASTALE ITALIANO

Il Catasto Urbano è stato introdotto in Italia col Regio Decreto Legge del 13/4/1939 n. 652[58], avente titolo "*Accertamento generale dei fabbricati urbani, rivalutazione del relativo reddito e formazione del nuovo catasto edilizio urbano*". Ai fini della presente trattazione è particolarmente significativo il contenuto dell'art. 5, il quale, definendo il concetto di unità immobiliare urbana[59], individua i due caratteri essenziali dell'unità, la quale deve essere contemporaneamente una unità funzionalmente e redditualmente autonoma. Il successivo art. 8, facendo perno sulla oramai superata distinzione in caratteristiche estrinseche ed intrinseche[60] dell'unità immobiliare, prevede la suddivisione del territorio nazionale in aree omogenee, assumendo come elemento di discriminazione, appunto, la rilevata omogeneità dei caratteri estrinseci ed intrinseci delle unità immobiliari.

Senza voler entrare nei meandri del calcolo, ci si limita ad osservare che l'impostazione complessiva del modello estimale appare evidentemente fondata su "base reddituale", ove tutti i redditi[61] sono riferiti ad un particolare momento, coerentemente con qual'è lo *scopo* dichiarato del sistema catastale, ossia la perequazione dell'imposizione fiscale sugli immobili.

Il sistema catastale italiano è fondato essenzialmente su una articolazione per categorie e classi, e nel processo formativo del Catasto Urbano, acquisiscono particolare importanza, ai fini della modellizzazione, la *qualificazione* e la *classificazione*[62]. Le norme di carattere generale esposte dal R.D.L. n. 652/1939 sono integrate e meglio dettagliate dal successivo Regolamento dell'1/12/1949 n. 1142[63], il quale all'art. n. 6, con riferimento ad una particolare porzione omogenea di territorio[64], precisa che la "*qualificazione consiste nel distinguere ... omissis ... le loro varie categorie, ossia le specie essenzialmente differenti per le caratteristiche intrinseche che determinano la destinazione ordinaria e permanente delle unità immobiliari stesse*".

In altri termini, una categoria è un gruppo di unità immobiliari, ciascuna delle quali funzionalmente e redditualmente autonoma, caratterizzate dalla comunanza dei caratteri intrinseci, rapportati alla destinazione propria dell'unità che deve essere contemporaneamente (I) ordinaria[65] e (II) permanente. La *classificazione* invece "*consiste nel suddividere ogni categoria in tante classi quanti sono i gradi notevolmente diversi delle rispettive capacità di reddito, tenuto conto delle condizioni influenti sulla relativa rendita catastale, riferita all'unità di consistenza*". Con riferimento alla singola unità immobiliare, da un punto di vista del mero calcolo della rendita catastale, non vi sono particolari aspetti da segnalare, consistendo il medesimo nell'applicazione dell'equazione di bilancio[66], nella quale al reddito lordo sono detratte le varie voci di costo espresse, in generale, in percentuale sullo stesso reddito lordo. La *qualificazione* e la *classificazione* sono oggetto della Istruzione IV del 28 luglio 1942, la quale, per la formazione delle classi, specifica che "*le caratteristiche da considerare sono quelle estrinseche delle unità immobiliari e quelle intrinseche: queste ultime in quanto se ne sia già tenuto conto nella formazione delle categorie*", dopo che sia stato accertato quali categorie esistono realmente, tramite conoscenza diretta o "*qualunque pubblicazione o materiale statistico riguardante la proprietà*". Precisa poi la stessa Istruzione che si procede quindi "*all'identificazione delle unita migliori e delle più scadenti di ciascuna categoria, per la formazione delle due classi estreme*", cui consegue la determinazione del numero delle classi intermedie, a seconda del maggiore o minore scarto esistente fra le rendite catastali unitarie ritraibili dalle due classi estreme, considerato che "*fra le classi successive deve esistere una differenza ben marcata di caratteristiche*". Così come disposto dall'art. 7 del D.P.R. 1 dicembre 1949, n. 1142, "*determinato il numero delle classi in cui ciascuna categoria deve essere divisa, si procede al riconoscimento ed alla identificazione di un certo numero di unità tipo che siano atte a rappresentare per ciascuna classe il merito medio delle unità immobiliari che vi debbono essere comprese*". Quanto esposto richiede alcune considerazioni di approfondimento. Innanzitutto, con terminologie espressive più moderne, si direbbe, seppur in modo molto approssimato, che le categorie catastali più comuni coincidono orientativamente con le tipologie edilizie, mentre, all'interno di esse, le classi sono delle vere e proprie ripartizioni in gruppi di unità immobiliari redditualmente omogenee. Ciò posto, è interessante rilevare che il sistema degli estimi italiano attualmente vigente non si concentra su come, all'interno di una data categoria, le differenti modalità quantitative[67] si presentano nella loro intera variabilità, ma si sofferma ed analizza le modalità di massima e minima intensità. Volendo rivedere l'intera questione in modo più moderno e formale, si può asserire che il reddito categorico unitario non è concepito come una variabile statistica le cui modalità quantitative si presentano in modo stocastico, ma sono invece individuate due variabili statistiche, una delle modalità quantitative di importo massimo ed una delle modalità di importo minimo, ognuna delle quali è trattata da un punto di vista statistico nel modo più classico dell'Estimo: l'estrazione del valor medio. Identificate le due situazioni estreme, il modello estimale prevede l'individuazione di un numero di classi di reddito intermedie che non deve essere fittizia, quindi, molto opportunamente, la norma prevede l'identificazione di un certo numero di unità immobiliari urbane che siano rappresentative di ciascuna classe, le cosiddette *unità tipo*. Per quanto sia a priori lecito introdurre due variabilità di tipo statistico (redditi unitari massimi e minimi), in effetti questa impostazione è generalmente poco utilizzata nelle applicazioni scientifiche, anzi, è vero che quasi tutti i sistemi valutativi di massa a livello mondiale sono oramai impostati su due aspetti: valore di mercato degli immobili e studio della variabilità, introducendo una sola variabile statistica[68].

Determinato il reddito catastale, classe per classe di ogni categoria, l'operazione di stima si identifica da una parte con la giustapposizione della singola unità immobiliare nella pertinente categoria e classe e dall'altra nella quantificazione del parametro amplificativo del reddito catastale unitario[69], la cosiddetta *consistenza*. Il prodotto del reddito catastale unitario per la consistenza, calcolata secondo apposita metodologia, determina la rendita catastale, base dell'imposizione fiscale.

Orbene, una volta che sia stato impostato ed attivato un sistema di catalogazione e valutazione, riferito a tutte le unità immobiliari esistenti in una determinata circoscrizione, è praticamente impossibile effettuare la giustapposizione di tutte le unità nelle pertinenti aggregazioni; si verifica sempre il caso che anche il miglior sistema valutativo di massa, ammetta delle eccezioni. Consapevole di ciò, il legislatore italiano ha quindi stabilito[70] che "*la classificazione non si esegue nei riguardi delle categorie comprendenti unità immobiliari costituite da opifici ed in genere dai fabbricati previsti nell'art. 28 della legge 8 giugno 1936, n. 1231, costruiti per le speciali esigenze di una*

[58] Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 108 del 06/05/1939.

[59] Si considera unità immobiliare urbana ogni parte di immobile che, nello stato in cui si trova, è di per se stessa utile ed atta a produrre un reddito proprio.

[60] Tale suddivisione ripartisce le caratteristiche dell'unità immobiliare tra quelle strettamente connesse l'unità (panoramicità, grado di finitura interna, ecc.) e quelle estrinseche che possono essere considerate come la parte residuale rispetto alle caratteristiche intrinseche. Tra le caratteristiche estrinseche si annoverano, ad esempio, la qualità di zona, caratteristiche tecniche e tecnologiche del maggior edificio di cui l'unità fa parte, ecc.. Si tratta di una bipartizione oramai desueta; più spesso è preferita la partizione in caratteri di (I) localizzazione, di (II) posizione, (III) tipologici e di (IV) produttività. Cfr. OREFICE M., Estimo, vol. II, Ed. Utet.

[61] Netti per quanto riguarda le voci usuali di costo, ma lordi delle eventuali imposte e tasse.

[62] Il processo di formazione del Catasto Urbano, ai sensi del Regolamento n. 1142/1949, prevedeva che le operazioni di formazione fossero articolate nelle seguenti fasi: qualificazione; classificazione; formazione delle tariffe; accertamento; classamento; pubblicazione; attivazione.

[63] Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 53 del 04/03/1950 ed avente titolo: "Regolamento per la formazione del nuovo catasto edilizio urbano".

[64] Denominata Zona Censuaria.

[65] Nel senso espresso dalla cosiddetta *teoria dell'ordinarietà*.

[66] Espressa in termini di reddito annuale.

[67] Rappresentate dai redditi ordinari (generalmente stimati) delle singole unità immobiliari.

[68] Si consulti, ad esempio, a tal riguardo l'articolo dell'Autore "Il sistema catastale e l'imposizione immobiliare nel Regno Unito" (Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2008).

[69] Più propriamente definita "rendita".

[70] Regolamento dell'1/12/1949 n. 1142, art. n. 8.

attività industriale o commerciale e non suscettibili di una destinazione estranea alle esigenze suddette senza radicali trasformazioni. Parimenti non si classificano le unità immobiliari che, per la singolarità delle loro caratteristiche, non siano raggruppabili in classi, quali stazioni per servizi di trasporto terrestri e di navigazione interna, marittimi ed aerei, fortificazioni, fari, fabbricati destinati all'esercizio pubblico del culto, costruzioni mortuarie, e simili"; tuttavia "*la rendita catastale delle unità immobiliari appartenenti a tali categorie si accerta ugualmente, con stima diretta per ogni singola unità*". Si individua in definitiva un doppio approccio, quello delle categorie catastali *ordinarie*, gestito per "categorie e classi", e quello delle categorie *particolari* e *speciali*[71], gestito tramite stima diretta. Rispetto ai sistemi valutativi di massa, tale approccio non è certamente l'unico, generalmente molto apprezzato è anche il modello estimale di massa relativo alla cosiddetta *Council Tax* inglese, per il cui approfondimento si rimanda ai riferimenti bibliografici[72].

I MODELLI MULTIPARAMETRICI TRATTATI IN REGRESSIONE LINEARE

In Estimo hanno oramai raggiunto un notevole grado di diffusione capillare i cosiddetti modelli multiparametrici lineari; in particolare sono sovente applicati alla determinazione del valore parametrico unitario di mercato (V_p) nel metodo di comparazione diretta[73]. In via semplificata e senza entrare in eccessivi dettagli, se si pensa ogni addendo a_ix_i come un contributo alla formazione del prezzo[74] parametrico unitario[75] e si interpreta pure x_i come un parametro amplificativo che consente al perito estimatore di declinare ed apprezzare la variabilità del carattere comparativo i-esimo (variabile indipendente), allora è possibile concepire a_i come la i-esima quota parte di V_p, parametrizzata sulla variabile x_i ed il prezzo parametrico unitario può essere quindi espresso dalla seguente combinazione lineare, avendo posto x_0=1.

$$V_p = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + ... + a_{n-1}x_{n-1} + a_nx_n = \sum_0^n a_ix_i$$

Si badi però bene che, pur essendo unica la forma lineare, ad essa possono essere ricondotte tutte le espressioni matematiche in cui ogni singolo addendo $v_i = a_ix_i$ è funzione monodroma e monotona di un'altra variabile indipendente. Ecco allora che la precedente relazione può, ad esempio, essere sostituita dalla equivalente espressione

$$V_p = b_0 \cdot b_1^{y_1} \cdot b_2^{y_2} \cdot b_3^{y_3} \cdot ... \cdot b_{n-1}^{y_{n-1}} \cdot b_n^{y_n} = b_0 \cdot \prod_1^n b_i^{y_i}$$

ove b_i è interpretabile come costante ed y_i come variabile indipendente. Il modo di gestione di questi modelli può rimanere nell'ambito deterministico, tuttavia l'interpretazione della variabilità in modo stocastico ha preso il sopravvento, cosicché, erroneamente, i modelli multiparametrici lineari sono molto spesso solo congiunti con la trattazione in regressione lineare. Individuati pertanto i caratteri comparativi che hanno influenza sulla stima, i medesimi vengono trattati come variabili aleatorie indipendenti; sorgono pertanto una serie di problematicità che i tradizionali sistemi di valutazione non avevano o che non emergevano in modo così dirompente. Ad esempio, tutte le variabilità dei caratteri comparativi debbono essere numericamente quantificate; per alcune di esse non ci sono problemi, ma per altre è necessario trasporre caratteri comparativi di tipo qualitativo in una appropriata variabilità di tipo numerico[76]. L'interpretazione delle variabili come stocastiche è troppo ampia e complessa per essere qui stesa la relativa trattazione, tuttavia preme rammentare che, secondo la prassi comune di ricerca scientifica, l'interpretazione statistica è generalmente posteriore all'accertata impossibilità

[71] Che rappresentano quindi le eccezioni del sistema di catalogazione. In termini generali ai fini di una perequazione fiscale, un sistema catastale è tanto migliore, tanto quanto è possibile minimizzare le eccezioni nella catalogazione e, di conseguenza, quanto più è possibile estendere l'uso di algoritmi di calcolo predeterminati per la stima della totalità dei beni immobili in una determinata circoscrizione.

[72] Cfr. CARAGLIO L., Il sistema catastale e l'imposizione immobiliare nel Regno Unito, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2008.

[73] Cfr. OREFICE M., Estimo – voll. I,II e III. Ed. Utet, Torino, 1995. Il valore parametrico unitario deve poi essere moltiplicato per la pertinente consistenza.

[74] O valore.

[75] Dato dal carattere comparativo i-esimo di *n* caratteri complessivi che identificano in modo univoco il bene, nei confronti della determinazione di V_p.

[76] Si pensi, ad esempio, alla trasposizione del carattere comparativo di *conservazione* dell'immobile, declinato qualitativamente magari in (I) pessimo, (II) degradato, (III) normale, (IV) discreto, (V) ottimo.

di gestire i modelli matematici nell'ambito deterministico, cosa ben nota ai ricercatori delle discipline scientifiche classiche. In effetti, in Estimo è veramente problematico trovare un razionale motivo dell'aprioristico superamento di quello che è un primo consueto passo nell'usuale procedere scientifico, soprattutto tenendo conto che la trattazione dei fenomeni aleatori necessita della verifica di ulteriori ipotesi applicative ed ha delle proprie, non evidentissime, criticità.

ESEMPI DI MODELLIZZAZIONI ESTIMATIVE

Per dare più concretezza e completezza alla trattazione è infine opportuno fornire alcuni semplici esempi pratici di modellizzazione, dei quali saranno approfonditi alcuni importanti aspetti. Si voglia pertanto dapprima stimare una unità immobiliare urbana, posizionata in una certa zona omogenea di mercato di una data località. Si ipotizza inoltre che tale zona sia parte di un'ampio intervento di nuova edificazione, magari di tipo residenziale. Il quesito di stima è relativamente semplice, tuttavia non basta evidentemente da solo a definire l'intero problema estimativo, completato per il tramite delle indagini tecnico-economiche che debbono essere sempre effettuate. La modellizzazione deve considerare ovviamente tutti gli aspetti che possono aver influenza sul risultato atteso, individuando i caratteri in numero necessario e sufficiente per poter rispondere consapevolmente al quesito di stima. I caratteri debbono essere ovviamente in numero necessario, in quanto la mancanza di anche uno solo, rispetto a quelli strettamente necessari, genererebbe una realtà sicuramente mal modellizzata, ma debbono essere anche in numero strettamente sufficiente, per rispettare sostanzialmente il portato del rasoio di Occam. La *modellizzazione oggettuale* è orientata in primo luogo a verificare se si ricade nel fenomeno di utilizzazione del manufatto edilizio, nel fenomeno produttivo od in entrambi i casi. Dalla verifica effettuata, tramite l'indagine conoscitiva, è poi possibile individuare un significativo campione di immobili di comparazione. Vi sono vari modi di approcciare la questione; certamente una profonda conoscenza del mercato locale consentirebbe di rispondere al problema nel modo più esaustivo possibile, ma anche l'esistenza di una base informativa correttamente impostata[77] consentirebbe di disporre di un adeguato supporto conoscitivo. Ad ogni modo, l'indagine permette di identificare quei caratteri[78] che il mercato immobiliare apprezza e che costituiscono le variabili indipendenti della funzione di valore

$$V = V(x_1; x_2; ...; x_n)$$

Vale la pena ribadire che la corretta modellizzazione, tramite l'individuazione dei caratteri comparativi, è elemento essenziale, poiché l'introduzione di caratteri superflui, od anche di apprezzabilità trascurabile, rende inutilmente complessa la modellizzazione oggettuale. I caratteri comparativi possono essere di varia natura ed origine, ma superata la oramai desueta suddivisione in caratteri comparativi estrinseci ed intrinseci (propri dell'unità immobiliare)[79], oramai l'aggregazione di elementi comparativi più affermata, razionale e rispondente alle moderne tendenze della dottrina estimativa è stata proposta da Marcello Orefice[80].

Con riferimento a questa partizione, è possibile individuare innanzitutto i *caratteri di localizzazione*, si tratta cioè di caratteri che influiscono sulla definizione del cosiddetto "mercato elementare omogeneo", nel perimetro del quale vanno reperiti i dati e le informazioni di immobili comparabili. Identificata l'area omogenea di mercato, secondo un processo razionale di partico-

[77] In questo contesto si intende l'esistenza di una base informativa che vada al di là della solita identificazione di tipologia edilizia, periodo di riferimento, stato manutentivo e variazione (min. - max.) dei prezzi parametrici unitari.

[78] Nel caso specifico sono di tipo comparativo.

[79] Sono molti gli autori che propongono proprie classificazioni, affinando la precitata suddivisione, per fornire un concreto riscontro al lettore, si riporta quella adottata dai Professori Poletti e Tenconi nella propria pubblicazione (op. cit. nella bibliografia): A) *caratteristiche intrinseche*: 1) specifiche costruttive dell'unità immobiliare (strutture, piano, caratteristiche architettoniche, ecc.); 2) condizioni contingenti delle specifiche costruttive dell'unità immobiliare (stato conservazione e tipologie, ecc.); 3) condizioni contingenti dell'unità immobiliare (vincoli locativi, autorizzazioni, ecc.). B) *caratteristiche estrinseche*: 1) posizionali, 2) dotazione di servizio (verde pubblico, ecc.) e/o fattori negativi (fonti inquinamento, ecc.); 3) tipologia sociale e funzionale (residenziale, ecc.); 4) tipologia edilizia (isolati con cortili chiusi o semiaperti, edifici a torre, ecc.).

[80] Op. cit.

larizzazione, si individuano le *caratteristiche di posizione* che specificano l'unità immobiliare in rapporto all'intero edificio di cui fa parte; sono esempi di caratteri posizionali l'esposizione prevalente, la panoramicità, la luminosità, la prospicienza e l'altezza dal piano stradale. Secondo la sequenza di questo procedimento classificatorio, si passa poi a definire la singola unità immobiliare nelle sue caratteristiche, dando luogo al raggruppamento delle *caratteristiche tipologiche*; esempi di tali caratteri sono l'età dell'edificio, i costi di manutenzione, nonché l'esistenza di vincoli di destinazione o di modificazione. Nel tempo si è poi consolidata, in conseguenza di una maggior consapevolezza nell'individuare il bene immobile come una risorsa economica, un'ulteriore partizione afferente le condizioni giuridico-economiche in cui è posto l'immobile, individuando il raggruppamento dei caratteri, forse mal denominato, *di tipo produttivo*.

La modellizzazione ovviamente muta se il bene oggetto di stima non ha un proprio mercato, se il numero di beni di comparazione non è sufficientemente omogeneo e numeroso oppure, più semplicemente, il numero di beni di confronto è irrisorio e, magari, le informazioni ed i dati disponibili sono sensibilmente contraddittori e tali da non supportare una seria analisi discernitiva. A tal proposito vi sono però delle doverose precisazioni da esporre. In certa dottrina estimativa si era consolidato un principio, secondo il quale un manufatto, se non ha mercato o non è capace di generare reddito, sicuramente è stato realizzato, dunque altrettanto certamente può essere riprodotto e quindi, valutatone il degrado, può esserne calcolato il *valore di ricostruzione deprezzato*. Il concetto in se stesso non è errato ed è divenuto uno dei capisaldi del sistema estimativo catastale italiano, recepito in disposizione normativa negli articoli 28, 29 e 30 del D.P.R. 1 dicembre 1949, n. 1142; in realtà però è necessario porre alcuni distinguo, connessi alla reale disponibilità di dati veritieri ed informazioni relative al processo produttivo. Sublimare il concetto in un assioma appare eccessivo, poiché la verità del medesimo è dipendente dal poter disporre sempre delle adeguate informazioni necessarie e, sovente, ciò non accade per i casi di stima che si presentano con minor frequenza o che si riferiscono a manufatti che sono addirittura opere uniche nel loro genere, le quali possono configurare casi da patologia estimativa, rari invero, ma pur sempre esistenti. Il concetto, alla luce dell'esperienza pratica dell'Autore e della più recente dottrina estimativa, va corretto nel senso di mantenerne la veridicità del senso profondo dell'affermazione, considerando però che esso non può essere ritenuto *sempre* vero, bensì *generalmente* vero, poiché si palesano nella realtà delle pur infrequenti eccezioni. Ad ogni modo, le indagini e le analisi poste in essere debbono consentire di identificare il mercato nel modo più preciso possibile. L'accurata analisi del mercato consente, di conseguenza, di porre delle ipotesi, intese come affermazioni (possibilmente logiche[81]), che descrivono i tratti essenziali del mercato. Se nella zona omogenea di mercato posta a base dei ragionamenti sono presenti, ad esempio, (I) un elevato numero di compravendite di alloggi appena realizzati, dotati delle medesime caratteristiche apprezzate, (II) un numero considerevole di potenziali acquirenti e soggetti venditori, uniti ad una altrettanto accurata (III) descrizione della variabilità dei caratteri essenziali identificanti i soggetti citati, (IV) un numero sufficientemente adeguato di imprese realizzatrici, allora tutte queste circostanze potrebbero essere determinanti per giustificare l'assunzione di un mercato tendenzialmente approssimante la *concorrenza perfetta*[82]. Purtroppo è abbastanza infrequente il palesarsi di una siffatta situazione, cosicché l'analisi del mercato deve essere ancora più approfondita e portare ad individuare la situazione nella quale effettivamente ci si trova[83]. Il

[81)] Le affermazioni sono parte integrante della modellizzazione che dovrà poi essere gestita all'interno della Logica matematica, quindi tanto più agevolmente la realtà è riconducibile ad una modellizzazione gestibile in ambito della Logica bivalente, tanto più la realtà oggettuale si avvicina all'astrazione compiuta e, di conseguenza, l'affermazione è tanto più "solida" e diventa più agevole gestire la "costruzione logica" poggiante sopra le ipotesi fatte.

[82)] Pur sostanzialmente simili, vi sono diverse definizioni. Un mercato si può definire in *concorrenza perfetta* quando si verificano le seguenti circostanze: 1) il bene prodotto è omogeneo; 2) tutti gli operatori dispongono di informazioni complete in merito ai costi di produzione, ai prezzi, ecc.; 3) le imprese che operano sul mercato hanno una dimensione tale da non poter influenzare i prezzi di vendita; 4) non esistono barriere all'ingresso e all'uscita dei concorrenti; 5) i fattori della produzione sono perfettamente sostituibili fra loro, ossia possono essere riallocati alla produzione di diversi beni, mantenendo sempre la stessa produttività marginale (ipotesi di lungo periodo). Altre fonti esplicitano alcune condizioni aggiuntive che, forse, per altri autori sono delle ovvietà: 6) adeguata numerosità degli operatori, 7) simultaneità delle contrattazioni. Il mercato in *concorrenza perfetta* è considerato da alcuni autori un caso meramente teorico, ciò non esclude che alcune situazioni reali possano comunque approssimarlo, seppur in diversa misura. La sua importanza concettuale è comunque notevole per vari motivi, innanzitutto perchè esso è, per così dire, il punto di riferimento e confronto con le altre forme di mercato.

[83)] Oligopolio, concorrenza monopolistica, monopsonio, monopolio, ecc.. Alcune forme di mercato hanno dei loro modelli generali di riferimento, l'oligopolio no; per quest'ultimo ne esistono diverse fattispecie in ragione delle strategie messe in atto dalle imprese.

processo così identificato può essere iterativo; se infatti ci si accorgesse, a seguito dell'analisi compiuta sul mercato, che i caratteri comparativi identificati non descrivono compiutamente il bene oggetto di stima, sarebbe allora necessario rivedere gli assunti che hanno consentito di identificare i caratteri descrittivi del bene, poi utilizzati per istituire la comparazione con altri beni consimili appositamente identificati.

Un'altra serie di ipotesi deve essere orientata a descrivere l'impatto che l'oggetto di stima può avere sul mercato. L'ipotesi quasi sempre utilizzata, di solito erroneamente inespressa, è che l'immissione del bene oggetto di stima[84] sul mercato non perturbi il segmento di mercato immobiliare cui appartiene. L'ipotesi è certamente verificata quando si sottopone a stima, ad esempio, un alloggio appartenente ad una zona omogenea di mercato ove si possa lecitamente supporre l'esistenza di un mercato tendenzialmente in *concorrenza perfetta,* ma nei casi in cui il numero di compravendite nel periodo temporale di riferimento della stima, pur apprezzabile, non sia elevato[85] e i beni immobili siano stimati per essere immessi in gran numero sul mercato sostanzialmente nello stesso momento, allora è indispensabile approfondire le indagini di mercato, soprattutto in termini previsionali, e porre le conseguenti successive, ben ponderate, ipotesi di stima del caso.

Sovente i caratteri comparativi, transitando tra zone omogenee limitrofe, sono fondamentalmente gli stessi[86]; ovviamente considerando unità immobiliari appartenenti alla stessa tipologia. Questa circostanza ha diverse profonde ragioni che non è possibile analizzare compiutamente in questa sede, tuttavia ciò è uno dei principali presupposti che ha consentito l'inopportuno svilupparsi di strumenti[87] come i cosiddetti "valutometri", dotati di scarsa flessibilità operativa, pesantemente condizionata da un insieme di caratteri comparativi precostituito sia riguardo al loro numero, sia riguardo all'incidenza del singolo carattere. Come è possibile attestare, non posseggono tutti i requisiti di un sistema valutativo di massa, pur acquisendone tutti gli inevitabili difetti. Ciononostante, in molti contesti territoriali, sufficientemente omogenei quanto alla variabilità dei caratteri comparativi[88], essi possono essere utilizzati, a patto di avere una precisa coscienza di cosa implichi ogni ponderazione dei caratteri comparativi proposti e la consistenza del bene oggetto di stima sia relativamente contenuta. Vi sarebbe tanto da scrivere a tal proposito, a cominciare dall'analisi dei motivi per i quali diversi "valutometri" riescono ad interpretare la stessa realtà in modo significativamente difforme, ma in questo contesto preme portare in evidenza gli aspetti conseguenti una non corretta modellizzazione della realtà[89]. Per farlo si ricorre ancora al semplice esempio di un alloggio pensato, per ipotesi, dapprima posizionato in collina in località rivierasca, poi nella prima periferia di una grande città ed infine in una località di montagna. Identificare esattamente i caratteri comparativi descrittivi del bene edilizio è fondamentale, poiché in certi casi alcuni di essi hanno una incidenza determinante sul valore. E' il caso, ad esempio, del carattere di *panoramicità* che, secondo varie fonti, può avere incidenze anche superiori al 20%[90]. Una situazione del tutto analoga si presenta per gli alloggi situati in località montane e prossimi all'accesso agli impianti

[84)] O dell'insieme di beni.

[85)] Questo delicato aspetto della modellizzazione responsabilizza non poco l'estimatore. E' un concetto generalmente condiviso che "*un aumento dell'offerta e una diminuzione della domanda tendono a generare un effetto negativo (cioè riduttivo) sui prezzi di vendita. Viceversa una contrazione dell'offerta e una crescita della domanda tendono a provocare un surriscaldamento del mercato con prezzi in tensione*". Nel caso di cui trattasi è necessario comprendere se l'incremento dell'offerta può essere seguito da un incremento della domanda (ed in che misura è prevedibile che lo sia). Uno spostamento proporzionale della domanda e dell'offerta non dovrebbe alterare il prezzo di compravendita, ma se, a parità di domanda, l'offerta crescesse, allora il nuovo prezzo di equilibrio dovrebbe essere inferiore al precedente prezzo di equilibrio. Cfr., ad es., LUNGHINI A.M., La valutazione immobiliare. Criteri e strumenti operativi per operare in Italia e all'estero, Ed. Etaslibri, Milano, 1993.

[86)] Ovviamente è una situazione che può non essere sempre verificata, ad esempio in alcune realtà metropolitane il cui sviluppo territoriale è stato dominato da una zonizzazione urbanistica eccessivamente rigorosa e condizionante che, magari, non ha interpretato correttamente la vocazione del territorio e del conseguente sviluppo del tessuto urbano.

[87)] Sono generalmente facilmente accessibili in Internet, ma ciò non esclude di poterli reperire anche in pubblicazioni. Ovviamente in questo caso le calcolazioni debbono essere condotte in modo manuale o col sussidio di calcolatrici o strumenti di "office automation".

[88)] E quindi dei valori immobiliari.

[89)] Oggetto edilizio, mercato immobiliare e soggetti interagenti in quest'ultimo.

[90)] OREFICE M., Estimo, vol. II, Ed. Utet, Torino, 1995. Per unità appartenenti allo stesso immobile Marcello Orefice individua nel 20-25% una percentuale limite per il carattere comparativo di *panoramicità*; in alcuni contesti, rappresentati, ad esempio, da centri storici della riviera ligure, le unità immobiliari ad uso residenziale aventi affaccio prevalente sul lungomare, possono avere valori parametrici unitari maggiori anche del 25-30%, rispetto ad unità immobiliari analoghe appartenenti allo stesso edificio, ma con affaccio prevalente nei limitrofi vicoli (ovviamente per effetto della sola variabilità del carattere comparativo di *panoramicità*). Occasionalmente sono riscontrabili incidenze maggiori, ma esse, almeno nei casi noti all'Autore, non rappresentano situazioni frequenti che quindi possano usualmente essere prese in considerazione per le stime.

di risalita ed alle piste da sci. Nei casi esemplificati è evidente che affidarsi a "valutometri" o all'imperizia di un tecnico non in grado di identificare correttamente i caratteri comparativi o la loro incidenza, può dar luogo a risultati forse accettabili per il caso dell'immobile sito nella periferia di una grande città, ma che rischiano di essere gravati di un sensibile ed inaccettabile errore negli altri due casi presentati.

Nel campo dell'applicazione del *criterio del valore di costo* è molto utilizzato il modello lineare monoparametrico. Esso si esprime usualmente come prodotto di un *costo tecnico di produzione*[91] per un coefficiente amplificativo, generalmente rappresentato dalla cosiddetta *consistenza,* magari espressa come "volume vuoto per pieno" o "superficie lorda di piano" e calcolate entrambe secondo apposite codificate convenzioni[92].

Avendo a disposizione una adeguata base informativa, operativamente il modello viene applicato individuando, tra i dati e le informazioni disponibili, uno o più immobili il cui processo produttivo sia verosimilmente coincidente con quello del caso oggetto di stima[93]. Non è questo il contesto per entrare nei dettagli del procedimento analogico di comparazione, ma è importante far rilevare come il medesimo non sia così elementare come invece potrebbe apparire di primo acchitto e potrebbe quindi condurre ad errori anche grossolani, se non applicato da un tecnico ben preparato, profondo conoscitore dei processi produttivi edilizi, della prassi di progettazione e della normativa tecnica di settore.

Si vuole illustrare la questione tramite il semplice caso di una fattispecie non infrequente in edilizia. Si consideri pertanto la realizzazione di un edificio interamente adibito ad uffici, elevato fuori terra per una altezza ben superiore a 24 metri. Sia poi cogente una normativa che obblighi[94] i progettisti a dislocare il corpo di fabbrica in una striscia di terreno dal calibro sostanzialmente costante. Si genera, di conseguenza, uno sviluppo del corpo di fabbrica riconducibile alla tipologia costruttiva definita "a lamina", con una dimensione planimetrica decisamente prevalente sull'altra. La normativa antincendio vigente, imponendo determinati parametri dimensionali massimi[95], invece invita indirettamente, se possibile, a sviluppare planimetricamente l'edificio in modo da rendere massima la superficie calpestabile servita da ogni nucleo scale[96]. Pertanto, sfruttare tutta la potenzialità edificatoria dell'area su cui è progettato l'immobile in questione, potrebbe obbligare alla realizzazione di un vano scale aggiuntivo, non presente negli immobili simili che costituiscono la base informativa di confronto analogico. Supposto di essere in fase di *progettazione preliminare*[97], per la quale è richiesta l'identificazione dei costi presuntivi di realizzazione dell'intervento, è evidente come, in definitiva, si generi la necessità di ponderare adeguatamente la situazione normativa in rapporto alla stato di progetto (previsto) per evitare errori grossolani nell'identificazione dei costi dell'intervento. Si consideri poi il caso in cui l'edificio di cui si vuol stimare il *costo tecnico di produzione* non sia di nuova edificazione. Nel momento della stesura del presente articolo vige il Decreto Ministeriale 10 marzo 1998[98] che prescrive la possibilità di fuga alternativa in caso di incendio e, qualora questa non esista, impone, in buona sostanza, la costruzione di una (seconda) scala di emergenza[99].

[91] In dottrina estimale vi è un poco di confusione riguardo alcune definizioni. In questo contesto per *costo tecnico di produzione* si intende il costo sostenibile per la realizzazione del manufatto, inclusi quindi tutti i costi quali oneri urbanistici, costi di progettazione e direzione lavori, ecc.. E' escluso invece il costo di acquisizione del terreno sul quale deve essere costruito l'edificio.

[92] Cfr., ad esempio, TECNOBORSA, Codice delle Valutazioni Immobiliari, prima e terza edizione.

[93] La stretta analogia tra l'immobile oggetto di stima e quelli costituenti il campione di comparazione è data ovviamente per scontata.

[94] Ad esempio, tramite l'imposizione di distanze da edifici limitrofi, elettrodotti, ecc..

[95] L'imposizione è indiretta, generata dalla lunghezza massima che un individuo deve percorrere per arrivare all'uscita di piano (cfr. punto 3.3 dell'all. I al D.M. 10 marzo 1998), combinata con altre condizioni come, ad esempio, la superficie massima dei compartimenti antincendio ed il numero di scale (cfr. D.M. 22 febbraio 2006).

[96] Nell'esempio si ipotizza che le limitazioni allo sviluppo planimetrico, generate dalla normativa urbanistico-edilizia, inibiscano parzialmente quello che altrimenti sarebbe stato uno spontaneo processo teorico di aggregazione di consistenze utili attorno ad ogni vano scale, orientato ad ottenere il massimo grado di razionalità nella fruizione degli spazi.

[97] Cfr. art. 93 del D.Lgs 12 aprile 2006, n. 156.

[98] L'art. 46 del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 (integrato con le disposizioni del D.Lgs 106/2009), inerente la *"tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro",* così recita: *"Fino all'adozione dei decreti di cui al comma 3, continuano ad applicarsi i criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro di cui al decreto del Ministro dell'interno in data 10 marzo 1998".*

[99] La norma in questione, in realtà, offre anche la possibilità di approntare attrezzature antincendio che consentano il mantenimento di una unica via di fuga, ma che garantiscano un grado di sicurezza ai fini antincendio almeno equivalente a quello garantito dalla seconda via di fuga. Ci si riferisce in particolare al disposto del punto 3.6 dell'allegato I al D.M. 10 marzo 1998, il quale così recita: "*Il principio generale di disporre di vie di uscita alternative si applica anche alle scale. Possono essere serviti da una sola scala gli edifici, di altezza antincendi non superiore a 24 metri (così come definita dal D.M. 30 novembre 1983), adibiti a luoghi di lavoro con rischio di incendio basso o medio, dove ogni singolo piano può essere servito da una sola uscita. Per tutti gli edifici che non ricadono nella fattispecie precedente, devono essere disponibili due o più scale, fatte salve le deroghe previste dalla vigente normativa".*

La norma deve essere, tra l'altro, compendiata con il D.M. 22 febbraio 2006[100]. Si pone, in definitiva, il problema di analizzare lo stato dell'edificio da stimare in funzione delle modificazioni normative che sono state introdotte nel tempo, le quali possono generare, in conseguenza della combinazione delle diverse fattispecie previste, diverse casistiche, che possono riguardare, come nel caso del D.M. 22 febbraio 2006, solo edifici di nuova realizzazione oppure interessati da consistenti ristrutturazioni. Anche in questo secondo esempio il calcolo delle consistenze non genera quasi mai problemi, che invece provengono dalla determinazione del costo tecnico parametrico unitario. Come concetto di portata generale, il lettore avrà sicuramente già compreso come la semplice moltiplicazione di un prezzo parametrico unitario per la relativa consistenza può dare luogo, in alcuni casi, a gravi errori concettuali nella modellizzazione e, conseguentemente, nella determinazione del relativo valore. Ad esempio, l'omesso controllo dell'entità della lunghezza massima delle vie d'esodo (ai vari piani) potrebbe condurre a trascurare la necessaria realizzazione di un ulteriore nucleo scale ed, inoltre, assumendo dati ed informazioni da un edificio ad uso uffici di altezza (a fini antincendio) non superiore a 24 m.[101], si potrebbe correre il rischio di non tener conto del costo derivante dalla necessità di costruire la scala di emergenza o, in eventuale alternativa, della necessità di mettere in opera degli apprestamenti antincendio che forniscano un equivalente grado di sicurezza[102]. In definitiva, per saper esattamente quali eventuali costi aggiuntivi debbono essere considerati, è necessario non limitarsi a confrontare l'edificio oggetto di stima con gli altri immobili dai quali è tratta la base informativa a disposizione, ma anche effettuare un'accurata analisi comparativa delle norme tecniche cogenti nei vari momenti di realizzazione dell'edificio stimato, di realizzazione degli edifici della base informativa[103] e di stima.

CONCLUSIONI

Varie sono le definizioni di Estimo; è comunque abbastanza frequente che le varie esposizioni si rifacciano, direttamente od indirettamente, alla posizione che concepisce l'Estimo come parte integrante dell'Economia, introducendo però equivoci che impongono di fare chiarezza in merito. Peraltro, già da qualche decennio è sentita la necessità di rendere omogenee la tradizione dell'Estimo italiano, la prassi internazionale e la dottrina valutativa di origine aziendalistica. L'Estimo è però sintesi plurima di materie a contenuto tecnico, economico, giuridico, sociale e presenta delle proprie peculiarità; volendo affrontare con estremo rigore la questione, si deve osservare che, in realtà, quasi tutte le discipline hanno almeno una piccola parte dei propri contenuti mutuati da altre, quello che però caratterizza l'Estimo è l'elevatissimo grado di interdisciplinarietà, governato all'interno di alcuni principi estimativi, tramite usuali ed ovvi strumenti operativi di supporto, primo tra tutti l'indispensabile Logica. Soprattutto l'esperienza pratica attesta da un canto l'importanza degli aspetti economici legati al peculiare mercato immobiliare, dall'altro attesta invece che, tra gli errori di valutazione, non sono affatto trascurabili le cause di origine tecnica, magari legate alla inesatta od approssimativa conoscenza del processo produttivo edilizio oppure alla non corretta modellizzazione tecnica dell'oggetto stimato. Nell'interscambio culturale che è avvenuto, gli economisti hanno generalmente apportato un interessante contributo, tuttavia alcuni aspetti destano preoccupanti perplessità[104].

[100] E' pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 51 del 2 marzo 2006 ed ha ad oggetto la "*Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici*".

[101] Per sottoporre a valutazione un edificio di altezza antincendio superiore a 24 m.

[102] In casi come questo, non infrequenti, è ben evidente quanto sia indispensabile una profonda conoscenza tecnica che un estimatore di estrazione culturale di mero ambito economico, in quanto tale, non può possedere. E' altresì evidente che l'omissione derivante dal trascurato fatto tecnico rende l'estimatore civilmente responsabile delle conseguenze causate dalla differenza tra quanto stimato effettivamente, magari assunto come importo base di una compravendita, e quanto avrebbe dovuto essere realmente il valore stimato. Nel caso dell'esempio, si rammenta che l'immobile oggetto di stima è pensato di altezza ben superiore a 24 mt..

[103] Supposti omogenei tra loro per consistenza ed altri caratteri comparativi vari.

[104] Per fissare le idee, si pensi alle problematiche legate alla determinazione del saggio di capitalizzazione. Da un lato sono stati introdotti spunti di notevole interesse, quali la gestione del capitale investito nel processo produttivo edilizio, suddiviso tra capitale di prestito e capitale proprio. Da un altro lato, in seguito alla comparazione dei modelli e delle trattazioni proposte che concepiscono il saggio di capitalizzazione come somma di più addendi, sono rinvenibili preoccupanti contraddizioni od indeterminazioni, ad esempio nel modo di calcolo del cosiddetto contributo "free-risk".

Analoghe considerazioni possono anche essere poste sull'assunzione acritica della prassi anglosassone che, per certi versi, ha molto più i connotati di una "moda" che di una reale necessità. Ora incominciano ad intravedersi i risultati di questo interscambio disciplinare, con un bilancio negativo ed un problema di fondo non risolto. Nell'approccio ai problemi estimativi la visione dell'economista rimane essenzialmente orientata alla valorizzazione economica e reddituale dei beni, la visione tecnico-ingegneristica considera invece prioritaria l'appropriata funzionalità del bene edilizio, con tutte le conseguenze che ne derivano. Il prevalere di una o dell'altra impostazione può generare, sulla stima del medesimo bene, valori sensibilmente difformi, generalmente inferiori se l'oggetto edilizio è visto adeguatamente anche sotto il profilo tecnico e ciò discende da una sua consapevole ed appropriata modellizzazione oggettuale[105]. Tantissimi esempi, rinvenibili nella pratica estimativa quotidiana, in via induttiva conducono a trarre la conclusione che un'approfondita analisi tecnica ed una corretta modellizzazione oggettuale, anche in casi correnti, dovrebbero trovare riscontro in una più marcata e consapevole differenziazione dei valori, nel caso di stima, o dei prezzi, nel caso di compravendita[106], che rispecchi le reali differenze esistenti tra immobili (stimati o compravenduti) appartenenti alla medesima area omogenea di mercato. Il trascurare tale analisi, che ha la sua sede appropriata nella parte di interdisciplinarietà estimativa di carattere tecnico, è una delle cause che genera un "Estimo pratico" che tende a contrapporsi, senza profonde e reali ragion d'essere, all'inapplicabile[107] "Estimo teorico", il quale tuttavia non è esente da difetti e problematicità varie, sovente riferibili alla notevole complessità della realtà tecnico-economica da modellizzare. Le incongruenze e le contraddizioni rinvenibili nell'Estimo della tradizione italiana ed anglosassone, ma anche in quello di derivazione aziendalistica, inducono a ripensare profondamente, senza pregiudizi e preconcetti, il rapporto dell'Estimo con la modellistica.

Nelle scienze classiche, seppur tra molteplici ed a volte discordanti punti di vista, è presente un approccio metodico unitario nello studio matematico della realtà che sintetizza i tre fondamentali aspetti (I) dell'analisi empirica, (II) descrizione formale e (III) verifica sperimentale. A questa tendenza si contrappone, nella modellistica matematica contemporanea, "*una molteplicità di approcci e di metodi la cui spregiudicatezza avrebbe fatto tremare le ginocchia di uno scienziato dell'Ottocento*"[108]. Questo sviluppo è stato parallelo ad un sempre crescente intervento della Matematica in discipline in rapida evoluzione come la Biologia e l'Economia, fino a divenire, dopo il 1930, un vero e proprio evento impetuoso che ha portato con se, oltre a nuovi campi applicativi, gravi problematicità di verifica completamente nuove ed anche inedite difficoltà. Probabilmente la più grande differenza tra la nuova e la tradizionale modellistica, mutuata dalla Fisica classica, risiede nel fatto che, in quest'ultima, i sistemi sono chiusi[109], mentre i sistemi economici sono generalmente aperti e questi obbligano ad una evoluzione ed allargamento dei consueti schemi concettuali. Il problema è brillantemente inquadrato con rara capacità di sintesi ed espressività da Giorgio Israel. Se per certi versi il rigore dello schema classico può essere considerato un impedimento allo sviluppo scientifico, per altri versi i nuovi approcci sono "*talora discutibili o francamente insoddisfacenti ... omissis ...Oggigiorno spesso si fanno modelli di qualsiasi cosa ed il giusto principio di adattarsi alla logica interna dell'oggetto studiato de-*

[105] Per fissare le idee, si consideri il semplice caso di due alloggi identici quanto a consistenza, panoramicità, distribuzione e finiture, ma posti in due edifici contigui della medesima zona omogenea di mercato. Se uno dei due è stato recentemente compravenduto, la stima comparativa, basata su soli criteri economici, condurrebbe a "maneggiare" i valori ordinari rilevati in zona, attribuendo ad entrambi il prezzo parametrico unitario. Un'analisi tecnica più approfondita, condotta da un accorto perito, potrebbe portare a rilevare, in uno dei due casi, fenomeni di termoforesi, le cui cause dovrebbero essere adeguatamente indagate. Ne potrebbe emergere, caso abbastanza frequente, una inadeguata progettazione del cosiddetto "pacchetto degli strati funzionali" che costituiscono il sistema delle chiusure esterne verticali; potrebbe essere assente la "barriera al vapore" od addirittura lo strato di isolamento termico. L'analisi del comune caso presentato comporta la conoscenza del modello dell'aria umida e dei suoi algoritmi, e, almeno, saper leggere ed interpretare il relativo diagramma di Glaser. Le conseguenze dell'analisi possono ragionevolmente condurre a considerare dei non trascurabili costi di ristrutturazione per recuperare il rispetto dei requisiti ambientali minimi in uno dei due appartamenti e non nell'altro. A rigore non andrebbe poi trascurata l'incidenza dei maggiori o minori costi di riscaldamento invernale e condizionamento estivo in ognuno dei due casi.

[106] Nella prassi quotidiana di stima o nella formazione di un prezzo di compravendita sono più spesso rinvenibili rozzi e poco sostenibili ragionamenti del tipo: "*... poiché in zona si vende ad un determinato prezzo, tale prezzo è orientativamente pure quello della unità immobiliare in trattativa*".

[107] Ovviamente secondo i sostenitori di tale aberrazione estimativa.

[108] ISRAEL G., Modelli matematici, Editori riuniti, Roma, 1986.

[109] Cioè suppongono l'inesistenza di ogni forma di interazione con l'esterno.

genera spesso nell'arbitrarietà più assoluta"[110]. Evidentemente l'evoluzione di discipline come l'Economia richiede una nozione di verifica sperimentale decisamente rinnovata, cosicché alcuni teorici sostengono che per "*campi complessi e poco sviluppati sul piano teorico, ci si può accontentare di ciò che l'economista Friedrich August von Hayek (n. 1899) chiamava una «spiegazione di principio». Una spiegazione cioè delle tendenze generali del fenomeno senza saper prevedere in modo esatto il suo corso. Una spiegazione di principio è meglio di nulla, ...omissis ... .Ma di qui ad ammettere che un modello si giustifica da sé, ne corre! Eppure c'è chi ha il coraggio di sostenerlo". ...omissis ... Insomma ogni modello che non ha rapporto con la realtà si giustifica da solo. Quindi siamo tutti liberi di inventare quel che più ci garba .... Inutile dire che questo tipo di modelli è preferito da coloro che vogliono ottenere risultati senza doversi rompere troppo la testa e soprattutto senza correre il rischio di rompersi la testa contro la realtà*"[111]. Conclude poi il noto studioso: "*D'altro canto, ogni passo indietro è privo di senso. Tornare al sogno di un'unificazione basata sui principi e i metodi della Fisica è niente più che un'inutile nostalgia. Dobbiamo accettare la molteplicità di metodi e approcci della scienza di oggi con tutti i rischi e le insoddisfazioni che comporta"*.

Aggiunge poi, molto umilmente, l'Autore che le nuove aperture concettuali, laddove abbiano senso logico e scientifico, non negano o disconoscono la validità della collaudata e sicura impostazione classica che quindi può essere sempre percorsa in via privilegiata rispetto ad ogni altro tipo di approccio. Perché la rappresentazione della questione sia esaustiva, è necessario osservare che, a volte, le complessità appaiono erroneamente insite nella difficoltà di modellizzazione, ma sono in realtà conseguenza di incompetenza, impreparazione, dabbenaggine, interessi economici particolari e ricercati vantaggi personali degli studiosi.

Tutto ciò considerato, non esiste complessità dell'argomento che possa a priori inibire l'approccio ai problemi scientifici secondo i rigorosi e precisi canoni delle discipline scientifiche classiche. A tal proposito sono strumenti indispensabili i criteri di discernimento tra diverse teorie razionali, fra i quali la Logica matematica ed il rasoio di Occam; quest'ultimo, se applicato, detta un ordine programmatico per affrontare i problemi, privilegiando, ove possibile, i modelli matematici più semplici.

L'Estimo, in ragione del suo altissimo grado di interdisciplinarietà, è una materia della quale alcune componenti possono ritenersi semplici e sviluppate, mentre altre parti sono invece molto "*complesse e poco sviluppate sul piano teorico*"[112]. Per molti versi le peculiarità e le criticità che sono proprie dell'Economia si riversano copiosamente sull'Estimo e fanno degli estimatori degli studiosi rispettosi dell'ambito economico, ma molto attenti ed interessati all'evoluzione delle dottrine economiche, incluso il vivace dibattito che si è aperto sulla recente grave crisi economico-finanziaria che si è sviluppata nel 2008. Per ovvie questioni d'interesse specifico, nell'ambito della modellistica economica, è risultata particolarmente significativa la domanda[113] posta dalla regina Elisabetta II d'Inghilterra all'autorevole consesso della British Academy: "*Perché nessuno ha previsto la crisi?*" La domanda è solo apparentemente ingenua e superficiale, poiché la modellistica economica ha tra i suoi fini essenziali la produzione di previsioni, sulle quali basare anche l'impostazione delle politiche economiche di una nazione, e la medesima domanda pone leciti (generici) dubbi riguardo l'essenza stessa delle capacità precognitive e, di conseguenza, sulla bontà dei modelli utilizzati. Non solamente su quest'ultimo argomento, si è aperto un contenzioso dottrinale tra gli economisti neoclassici e keynesiani e, come argutamente osservato da Robert Skidelsky[114], "*la cosa affascinante è che si tratta di una riedizione quasi esatta del dibattito tra Keynes e il Tesoro britannico nel 1929-1930*". Vittorio Carlini incomincia un proprio articolo[115] richiamando, tra gli altri strumenti per uscire dalla crisi economica, "*maggiori regole per mercati e istituti finanziari*" e "*ritrovare l'etica perduta"*. Le problematiche sollevate e le soluzioni proposte sono doviziosamente e neutralmente registrate

[110] ISRAEL G., Op. cit.

[111] ISRAEL G., Op. cit.

[112] ISRAEL G., Op. cit.

[113] Cfr. l'articolo SKIDELSKY R., Perché gli economisti non hanno visto la recessione?, Il Sole 24 Ore del 7/8/2009.

[114] Cfr. l'articolo SKIDELSKY R., Battaglie tra economisti? Un déjà vu, Il Sole 24 Ore del 7/8/2009.

[115] Cfr. CARLINI V., Moneta-merce e liquidità, Il Sole 24 Ore del 18/9/2009.

dall'Autore, soggetto osservatore molto interessato, come tanti altri studiosi, a comprendere quali possano essere le conseguenze nel campo immobiliare di questi ampi dibattiti, soprattutto nel campo scientifico della dottrina e modellistica estimativa.
Alcuni autori che hanno una notevole dimestichezza con la modellistica, non molti in verità, sostengono pure che il metodo scientifico, applicato a mezzo della modellizzazione, ha il proprio fine, quasi fosse una astratta sublimazione, nel superiore interesse di ottenere il miglior risultato possibile nell'applicazione scientifica. Partendo dal tacito presupposto che nulla è di per sé perfetto e tutto è migliorabile, questi autori ritengono che, oltre a rendere disponibile alla comunità scientifica ed agli utenti il modello, sia anche necessario evidenziarne i punti deboli e, addirittura, fornire gli strumenti logici controdeduttivi per dar spazio ad "*un attento e critico esame"* finalizzato all'eventuale modifica di *"alcune mete raggiunte",* corrette, se necessario, "*per renderle più aderenti ad una logica persistente e serrata ed inattaccabili dalla osservazione che proviene da un punto di vista pratico; osservazione che svela, talvolta, anche inconsapevolmente, delle imperfezioni che si mostrano a chi rimanendo nel terreno della logica tragga illazioni da illazioni*[116]*"*. A questa visione scientificamente ed eticamente pura, sublime, si contrappone una realtà scientifica in cui la ricerca ed il progresso, necessitando di adeguate risorse, non sono orientate dagli obiettivi posti dalla scienza in quanto tale, ma dal conseguimento di legittimi interessi particolari[117]. Non va sottaciuto tuttavia che, a volte, a quest'ultimi si sostituiscono biechi interessi personali e, quando il fenomeno raggiunge proporzioni non marginali, allora la pura ricerca scientifica viene distorta, non certo per assecondare doverosamente bisogni reali della società o del sistema produttivo. Se, come in Economia, alla estrema peculiarità e complessità della modellistica si assommano altri fattori spuri in modo non trascurabile, la confusione è il minimo dei risultati generabili. Nel rispetto e nella riconosciuta primogenitura dell'Economia, preme comunque evidenziare come il problema etico sia un problema ampiamente condiviso con l'Estimo ed anche come la modellizzazione del comportamento umano a fini economici, almeno nella dottrina estimativa, sia un problema meritorio di futura attenzione ed adeguato presidio. La possibilità di ricondurre molti casi di stima a certi modelli canonici[118] non deve però indurre a pensare che tutti i casi di stima possano essere trattati tramite questi modelli. In effetti una parte significativa dei casi di stima è costituita da (I) beni riconducibili alle modellizzazioni canoniche, previa appropriata e ben giustificata analisi di approfondimento, un'altra parte però è costituita da (II) beni che necessitano di una propria puntuale modellizzazione, mentre un'altra parte ancora è composta da casi che possono definirsi come (III) patologie estimative, poiché sfuggono alle usuali inquadrature dottrinali, alle usuali metodiche od anche alle usuali procedure.
Per queste ultime due classi un'appropriata modellizzazione è elemento essenziale per addivenire alla soluzione delle problematiche estimative e, in tali situazioni, il singolo caso di stima trascende la mera applicazione di preconfezionate procedure ed algoritmi, per configurarsi come una vera e propria applicazione diretta del metodo scientifico, finalizzato all'individuazione di modelli che spieghino la realtà e consentano di identificare, in particolare, il valore economico cercato. Va peraltro evidenziato che i principi e criteri forniti nella presente trattazione, presi ed applicati da soli, non costituiscono presupposti e garanzia di oggettività del *giudizio di stima*. Infatti, se è vero che alcune tra le molteplici procedure di modellizzazione presenti in letteratura sono ridotte quasi a mere e vuote rappresentazioni di diagrammi di flusso[119], è vero invece che altri procedimenti fanno esplicita od implicita menzione delle capacità soggettive del ricercatore scientifico nel saper cogliere gli aspetti salienti della realtà da modellizzare e nella rispettiva trasposizione in algoritmi matematici. Pertanto nelle stime puntuali in cui è richiesta una specifica modellizzazione, il perito estimatore porta inevitabilmente nel proprio elaborato un determinato grado di soggettività che, secondo consolidati principi e prassi estimativa, deve essere minimizzato.

[116] LO BIANCO G. Estimo, voll. I e II. Ed. Hoepli, Milano, 1981.

[117] Ad esempio, una certa società commerciale potrebbe finanziare una università per sviluppare la ricerca scientifica in un dato ambito per poter poi trarre dei vantaggi nella qualificazione e miglioramento dei propri prodotti.

[118] Si pensi al sistema italiano degli estimi catastali per "categorie e classi" oppure all'uso deprecabile dei "valutometri", tutti basati su proprie ipotesi di stima che si considerano, a volte troppo disinvoltamente, verificate.

[119] Trascurando, sovente per superficialità, la componente "soggettiva" della modellizzazione, sempre esistente.

Pur nella coscienza di questi ineludibili limiti, laddove si applichi l'impostazione suggerita in questa trattazione, si genera, in definitiva, un Estimo che non rinnega gli sviluppi moderni della modellistica, se non gli irrazionali eccessi privi di costrutto e supporto logico-deduttivo e che privilegia un approccio scientifico inteso nel senso più autentico ed originario dei termini. L' Estimo inteso in questa visuale è concepito con uno stretto legame "teoria-pratica". Poiché la "teoria" ha senso di esistere laddove possa trovare adeguata applicazione nella "pratica"; esso non è suddito del formalismo modellistico e matematico e a parità di ogni altra condizione privilegia sempre la scelta più semplice tra quelle che possono spiegare ogni fenomeno. Peraltro quest'impostazione non disconosce l'importanza del contributo e dell'impulso dato da coloro che appartengono alla società civile e forniscono le necessarie risorse. Il modello di prassi scientifica classico si adatta quindi, caso per caso, ai vari metodi sperimentali ed alle tecniche matematiche, avendo comunque in mente il principio generale di dar possibilmente priorità, nel rispetto del rasoio di Occam, alla spiegazione dei fenomeni secondo i più semplici modelli di tipo deterministico. Per come è concepito ed impostato, è un Estimo che trae grande profitto dalle applicazioni informatiche, perché la *semplicità* generalmente implica modelli che possono anche essere trattati con usuali applicazioni di "office automation". L'analisi critica poi, condotta scientificamente, della corrente letteratura estimale pone al centro dell'attenzione aspetti tematici che forse in maniera troppo disinvolta erano stati dati per esauriti[120] e quindi focalizza lo studio su di essi, evitando inopportune invasioni in campi di altre discipline, soprattutto economiche. Non è quindi una visione riduttiva dell'Estimo, perché nasce dalla esatta presa di coscienza di cosa rappresenti realmente l'Estimo contemporaneo, sottoposto ad una rigorosa analisi critica. Il processo revisionale può ben essere accompagnato dal conseguente processo di razionalizzazione, agevolato oggi da un ampio confronto, senza pregiudizi o condizionamenti di sorta, con gli studiosi e le dottrine estimative di altre nazioni. E' infine un Estimo di concezione dinamica, poiché impostato sulla completa accettazione ed applicazione del rasoio di Occam: appena sarà concepita una porzione di teoria che, a parità di tutte le altre condizioni, potrà spiegare e consentire di applicare i medesimi concetti in modo più semplice della preesistente, su quest'ultima passerà la taglientissima rasoiata del frate francescano Guglielmo di Occam e la nuova teoria assumerà il ruolo a lei spettante, finché un'altra ancora potrà ulteriormente semplificare.
Affrontare l'Estimo secondo quest'impostazione, che, giova ribadirlo, segue i canoni più rigorosi della ortodossia metodologica scientifica, contribuisce a togliergli il fastidioso appellativo di *quasi scienza*, indirizzandolo verso la più appropriata definizione di *Scienza delle valutazioni immobiliari* [121].
Quest'ultima non può considerarsi una mera branca dell'Economia, bensì un'autonoma disciplina che compendia in se stessa aspetti economici e tecnici, ponendosi in posizione *baricentrica* tra l'Economia e varie altre discipline, soprattutto a contenuto ingegneristico e prevalentemente nell'ambito dell'ingegneria civile-edile. Anni ed anni di esperienza pratica dell'Autore consentono di affermare che tale modo di intendere l'Estimo è anche agevolmente utilizzabile, non solo nella ricerca scientifica, ma anche nelle più minime applicazioni estimative pratiche.

BIBLIOGRAFIA

ALONSO M. FINN E.J., Elementi di Fisica per l'università, vol. I. Ed. italiana Masson, Milano, 1982.

AMERIO L., Analisi matematica, vol. I. Ed. Utet, Torino, 1977.

BARROTTA P., Filosofia dell'Economia, Linee di ricerca, SWIF, 2004.

BERNARDINI G., Perché la Fisica, Ed. La scuola, 1984.

BERZOLARI L., VIVANTI G., DIGLI D., Enciclopedia delle matematiche elementari, Ed. Hoepli, Milano, 1979.

[120] Ad esempio, lo sviluppo teorico-applicativo dei criteri del valore di mercato, di costo, ecc..

[121] Cfr. GIUFFRIDA S., Da dove viene e dove va la scienza della valutazione, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 3/2006. La *Scienza delle valutazioni immobiliari* è scienza se applica il metodo scientifico alle valutazioni immobiliari; l'uso della forma plurale precisa meglio che essa raccoglie in sé l'Estimo agrario, l'Estimo civile, l'Estimo industriale, l'Estimo ambientale ed i cosiddetti Estimi speciali. La denominazione precisa inoltre che non è la *Scienza della valutazione* in quanto tale, astrazione di ogni forma di valutazione, sia essa economica, di impatto ambientale o di qualsiasi altro genere, bensì la scienza di un sapere estimativo che coniuga in se stesso teoria ed applicazioni pratiche riferite al solo campo immobiliare, evitando perciò pericolose derive "tuttologiche".

BELLUZZI O., Scienza delle Costruzioni, voll. I, II, III, IV, Ed. Zanichelli, Bologna, 1984.

BUDINIS M., Estimo edilizio, Ed. Hoepli, Milano, 1947.

BURDA M., WYPLOSZ C., Macroeconomia, Ed. il Mulino, 1994.

CARAGLIO L., Il sistema catastale e l'imposizione immobiliare nel Regno Unito, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2008.

CARAGLIO L., L'Estimo ed il "rasoio di Occam", Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 2/2009.

CARAGLIO L., L'Estimo e la sua Logica, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 3/2009.

CARRUCCIO E., Mondi della Logica, Ed. Zanichelli, Bologna, 1983.

CERCIGNANI C., Vettori, Matrici, Geometria., Ed. Zanichelli, Bologna, 1985.

CITRINI D., NOSEDA G., Idraulica, Casa ed. Ambrosiana, Milano, 1987.

COLUMBO V., Corso di Estimo. Ed. Giuffrè, Milano, 1987.

COLUMBO V., La ricerca urbanistica, Ed. Giuffrè, Milano, 1974.

COLUMBO V., Organica urbanistica, Ed. Giuffrè, Milano, 1974.

COLUMBO V., TENCONI C.. Estimo: Prolegomeni territoriali nel sistema urbanistico, Ed. Cusl, Milano, 1983.

CROCE B., Logica come scienza del concetto puro, Ed. Laterza, Bari, 1928.

CROCE B., Filosofia della pratica – Economia ed Etica, Ed. Laterza, Bari, 1932.

CURTO R., L'uso delle tecniche multicriteri come procedimenti pluriparametrici: il sistema dei confronti multipli di Saaty, Genio Rurale n. 9/1994.

DAL PIAZ A., Ragionando di Urbanistica, Ed. Graffiti, Napoli, 1999.

FABBRI L., Estimo civile ed urbano, Edizioni Medicea, Firenze, 1985.

FAMULARO N., Corso di Estimo civile e rurale, Edizioni Italiane, Roma, 1945.

FERRERO C., La valutazione immobiliare – Principi e metodologie operative, Ed. Egea, Milano, 1996.

FINZI B., Meccanica Razionale, Vol. I, Ed. Zanichelli, Bologna, 1959.

FORTE C., DE ROSSI B., Principi di Economia ed Estimo, Ed. Etas, Milano, 1979.

GEYMONAT L., Storia del pensiero filosofico e scientifico, Ed. Garzanti, Milano, 1971.

GIUFFRIDA S., Da dove viene e dove va la scienza della valutazione, Rivista dell'Agenzia del Territorio n. 3/2006.

ISRAEL G., Modelli matematici, Editori riuniti, Roma, 1986.

JOHNSTON J., Econometric Methods, Ed. McGraw-Hill, Singapore, 1988.

LOLLI G., Introduzione alla logica formale, Ed. Il Mulino, Bologna, 1991.

LUNGHINI A.M., La valutazione immobiliare. Criteri e strumenti operativi per operare in Italia e all'estero, Ed. Etaslibri, Milano, 1993.

LO BIANCO G., Estimo, voll. I e II, Ed. Hoepli, Milano, 1981.

MALACARNE F., DI FAZIO S., Storia dell'Estimo in Italia (fino agli inizi dell'800), Ed. Edagricole, Bologna, 1989.

MALACARNE F., L'Estimo ed i criteri di stima, Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali n. 3/1952.

MALACARNE F., I metodi di stima e la loro classificazione Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali n. 2/1947.

MANGIONE C., BOZZI S., Storia della Logica. Garzanti, Milano, 1993.

MEDICI G., Elementi di Estimo civile, rurale e catastale, Ed. Edagricole, Bologna, 1967.

MICHIELI I., Trattato di Estimo, Ed. Edagricole, Bologna, 1983.

MOTTERLINI M., Metodo e valutazione in Economia, Università di Trento, http://www-econo.economia.unitn.it/new/pubblicazioni/papers/3_00_motterlini.pdf

MSN ENCARTA, enciclopedia on line, http://legacy.encarta.msm.com/it/EncartaHome.asp.

OLGIATI F., I fondamenti della Filosofia classica, Ed. Vita e pensiero, Milano, 1950.

OREFICE M., Estimo – voll. I, II e III, Ed. Utet, Torino, 1995.

POLETTI A., TENCONI C., Note applicate di estimo territoriale urbano, Cusl, Milano, 1990.

PROPERSI A., Il controllo di gestione delle imprese edilizie, Ed. Giuffrè, Milano, 1983.

RANZOLI C., Dizionario di scienze filosofiche, Ed. Hoepli, Milano, 1943.

REALFONZO A., Teoria e metodo dell'Estimo urbano, Ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1996.

SETTE D., Lezioni di Fisica. Parte prima, Ed. Eredi Veschi, 1983.

SIMONOTTI M., Teoria e metodo dell'Estimo urbano, Ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1996.

SIMONOTTI M., La stima immobiliare, Ed. Utet, Torino, 1997.

TAGLIAVENTI I., L'organismo architettonico, Vol. I, Ed. Clueb, Bologna, 1988.

TECNOBORSA, Codice delle Valutazioni Immobiliari, Prima e terza edizione.

TOMASSINA C., Corso di estimo (civile, industriale, rurale): le teorie, la tecnica e la pratica delle stime, Ed. Sten, Torino, 1922.

UNIVERSITA' DI SIENA. Manuale di storia della Filosofia medioevale, http://www.unisi.it/ricerca/prog/fil-med-online/index.htm.

ZEMANSKY M.W., Calore e Termodinamica, Ed. Zanichelli, Bologna, 1987.

FIORELLA GAUDIO (*), CHIARA MONTI (**)

Applicazioni di rilievo multi-sensore per il restauro della guglia Maggiore del Duomo di Milano

Key words:
Rilievo multi-sensore, fotogrammetria, laser scanner, reverse engineering, beni culturali.

Abstract:
Il rilievo in esame ha come oggetto la restituzione e la rappresentazione della guglia maggiore del Duomo di Milano per una durata prevista di 4 anni circa.
Data la complessità del contesto, la necessità di lavorare in presenza di ponteggi e opere provvisorie gradualmente poste in opera in funzione della durata dei restauri, le attività di acquisizione dei dati e di rilievo in sito si articolano e si articoleranno in funzione delle tempistiche di cantiere.
Gli elaborati prodotti di volta in volta saranno di supporto all'attività di cantiere. Data la durata dell'intervento e l'evoluzione di mezzi e metodi, l'avanzamento dei lavori sarà un vero e proprio *work in progress*.
La geometria sarà integrata dalla mappatura metrica delle immagini acquisite, ottenuta attraverso un rigoroso processo fotogrammetrico.
Il rilievo avrà una scala media nominale di restituzione 1:20, con una significatività del dato puntuale congruo alla scala della carta, al 95%, contenuta in 4 mm., pari ad un errore di graficismo di 0.2 mm., riservando alla scala 1:50 le porzioni meno raggiungibili e non direttamente influenti nella finalità del rilievo. Possiamo quindi parlare d'ora in poi di *errore e incertezza,* dove, ad esempio, la definizione data dallo *NPL (National Phisical Laboratory)* del Regno Unito dice*: L'errore è la differenza fra valore misurato e valore reale dell'oggetto in esame. L'incertezza è la quantificazione del dubbio sul risultato della misurazione.* Questa definizione di *incertezza* coincide con la definizione data, in generale, di *e.q.m.* o *deviazione standard σ.*
Il progetto di rilievo della guglia maggiore prevede la messa a punto di un sistema digitale avanzato finalizzato al rilievo, all'acquisizione di dati numerici e immagini, per la restituzione tridimensionale e la gestione spaziale-temporale dei dati, basato su tecniche close-range photogrammetry e laser scanner integrate. Tale sistema è volto a supportare il progetto e l'esecuzione dei restauri, le analisi di carattere geometrico, materico, statico e del degrado, in ambiente virtuale 3D per le attività di cantiere e la divulgazione.
Per la complessità della geometria della guglia, e le difficoltà del luogo, il rilievo non può che avvalersi delle più avanzate tecniche strumentali[1], metodologiche e di processamento dati; al tempo stesso richiede e stimola l'avanzamento della ricerca a diversi livelli, sia nell'acquisizione dati sia nella loro elaborazione.

INTRODUZIONE

Per la produzione di piante, sezioni e per la costruzione del modello 3D con una complessità di forme e geometrie gotiche, stante la dimensione della guglia maggiore che si eleva per 44 m. sopra il tiburio, in questo lavoro non è stata ipotizzata la possibilità di affidarci ad una sola metodologia di rilievo, ma ad una indispensabile integrazione tra diverse metodologie.

(*)Assegnista di Ricerca, (**)Contrattista
BEST-Building Environment Science and Technology, Dipartimento Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito
SITECH (Surveying Information Technology for Environment and Cultural Heritage)
Piazza Leonardo da Vinci, 32- 20133 Milano, Tel. +39.0223996516 Fax +39.0223996550,
e-mail: fiorella.gaudio@polimi.it chiara.monti@polimi.it

[1)] Le tecnologie di rilievo previste vedono l'impiego della più moderna strumentazione topografica TCA2003 per controlli in corso d'opera dei costoloni della cupola sui quali si scarica il peso della guglia, integrata da livellazione geometrica di alta precisione, stazioni totali no prism, laser scanner Leica HDS6000, camera fotogrammetrica Rollei DB6008AAF con dorso digitale P45 Phase One a 39 mega pixel, dotata di diverse ottiche, e camera amatoriale Canon EOS 5D Mark II - con ottica Canon EF 200mm f_2 L IS USM e altri obiettivi. Questa camera ad altissima risoluzione (21Mpixel su formato 24mmx36mm), calibrata nel laboratorio Sitech-sezione di fotogrammetria del Politecnico-BEST, per acquisizioni in assetto non convenzionale, lavora con maggiore duttilità sulla profondità di campo rispetto alla camera fotogrammetrica Rollei e con più alta qualità radiometrica.

Nel corso degli ultimi anni la modellazione tridimensionale applicata alla conservazione e valorizzazione dei Beni Culturali è in rapida ascesa. Nella ricostruzione di beni culturali complessi, a volte di interi siti, si hanno multiple esigenze, spesso in contrasto tra loro che principalmente vedono queste necessità:
- elevato grado di dettaglio geometrico-metrico;
- fotorealismo;
- leggerezza del modello per la visualizzazione interattiva;
- flessibilità;
- bassi costi e basse risorse hardware;
- conservazione dell'autenticità storica;
- documentazione completa, accurata e fruibile.
E' possibile affermare che ad oggi, non esiste uno strumento geo-topo-cartografico che possa soddisfare tutte le esigenze sopra elencate e che possa essere adottato per le diverse scale del rilievo.
Necessariamente se ne deduce che non c'è ancora un software unico adatto alla gestione simultanea di dati di rilievo multi-sensore.
Quindi, per soddisfare questi requisiti è spesso necessaria la fusione di più tecniche di rilievo e modellazione differenti. Infatti la ricerca si sta muovendo verso tre obiettivi strategici:
- sperimentazione di tecniche di rilievo innovative per i beni culturali complessi;
- integrazione fra differenti metodi di rilievo;
- elaborazioni per la conservazione, divulgazione e fruizione del dato rilevato (anche ad un'utenza non specializzata).
Il progetto di notevole complessità, preso in esame in questo articolo, prevede il rilievo nell'arco di quattro anni, della guglia maggiore[2] del Duomo di Milano, concordato con la direzione della Veneranda Fabbrica del Duomo a partire dalla quota di 63,95 metri dell'estradosso della cupola centrale del tiburio fino alla sommità a quota 108 metri. La guglia si intende comprensiva degli archi rampanti impostati sulla base ottagonale del tiburio e prevede la restituzione tridimensionale di un sistema digitale avanzato.
Gli obiettivi del rilievo concordati con la committenza sono:
-una sezione trasversale (lungo l'asse passante per i transetti laterali), orientamento Nord-Sud, completo di prospetto integrato delle ortofoto 3-D;
-una sezione longitudinale (lungo l'asse della navata centrale/abside), orientamento Est-Ovest, completa di prospetto integrato delle ortofoto 3-D.
Le sezioni sono comprensive della scala interna ove presente.
In particolare si prevede la rappresentazione di ortofoto tridimensionali relative a:
- ortofoto 3-D degli otto archi rampanti con partenza alla quota di calpestio (64 m.) con integrazione di tutti i fronti degli archi rampanti che si affacciano sull'ottagono per un totale di 16 proiezioni ortogonali tracciate lungo la direzione degli archi medesimi, fronte e retro.
- ortofoto 3-D della superficie di sviluppo dei tre blocchi volumetrici della guglia (*blocco guglia* tra calpestio e arrivo dell'arco rampante, *blocco cilindrico* della guglia fino al belvedere, comprensivi della scala interna, e *blocco conico* della cuspide).
L'integrazione di dati scaturiti da metodologie di rilievo differenti è uno dei problemi aperti nel campo della modellazione tridimensionale rivolta alla conservazione e alla documentazione di beni culturali, da più di un decennio sono oggetto di studio da molte comunità scientifiche (es.: Beraldin 2004) ed anche il laboratorio *Sitech del BEST* cerca da anni di coniugare ed ottimizzare al meglio i dati provenienti da fonti diverse. Infatti, come detto, per la complessità di forme, geometrie e dimensioni dell'oggetto non si può che ricorrere a forme variegate di rilievo e modellazione. In particolare:
- rilievo laser scanner (sensore attivo) con 73 stazioni ed un modello complessivo di 600 milioni di punti;

[2)] Il Duomo di Milano, capolavoro dello stile gotico, fu costruito a partire dal 1386 da Giovanni Galeazzo Visconti, che diede anche origine alla Veneranda Fabbrica del Duomo, organismo ancora oggi operante quale unico soggetto responsabile dell'edificio.
Dopo la costruzione del tiburio e della cupola da parte di Guiniforte Solari, dell'Amadeo e del Dolcebuono, tra XV e XVI secolo, si pose il problema della guglia maggiore. Nel XVIII secolo il Duomo era ancora quasi privo di guglie e in continuo stato di lavorazioni riprese, interrotte e mai completate. L'arcivescovo Giuseppe Pozzobonelli decise di fare innalzare la guglia maggiore. L'opera, che era teoricamente in discussione da molti anni, venne progettata (1765) e poi realizzata (1769) dall'architetto Francesco Croce, (nel suo progetto si sentiva l'influsso del suo maestro, l'architetto Carlo Giuseppe Merlo) e raggiunse la vertiginosa altezza di 108,50 metri. In effetti, benché attuata quattro secoli dopo l'inizio della costruzione del Duomo, la guglia maggiore rappresenta, forse, la realizzazione più elegante e ardita dell'architettura milanese del XVIII secolo e costituisce la naturale e splendida conclusione del tiburio, poderosamente sopraelevato all'incrocio delle navate. La guglia, insieme al tiburio, costituisce la variante più significativa rispetto al gotico italiano e d'oltralpe. Sulla cima della guglia, secondo un piano che risale probabilmente alle origini stesse del Duomo, venne posta una statua dell'Assunta (alta 4,16 metri) con lo sguardo e le braccia tese verso il cielo ad implorare la benedizione di Dio verso la città. La statua venne realizzata dallo scultore Giuseppe Perego e dall'orafo Giuseppe Bini e fu inaugurata il 30 dicembre 1774.

Figura 1 - Foto aerea del Duomo, foto scattata tramite tecnologia RC/UAV (Radio Controlled/Unmanned Aerial Vehicle) all'altezza degli archi rampanti del tiburio. Il rilievo interessa il complesso della guglia maggiore, a partire dalla quota 63,95 m. dell'estradosso della cupola centrale del tiburio fino alla sommità a quota 108m. La guglia si intende comprensiva degli archi rampanti impostati sulla base ottagonale del tiburio.

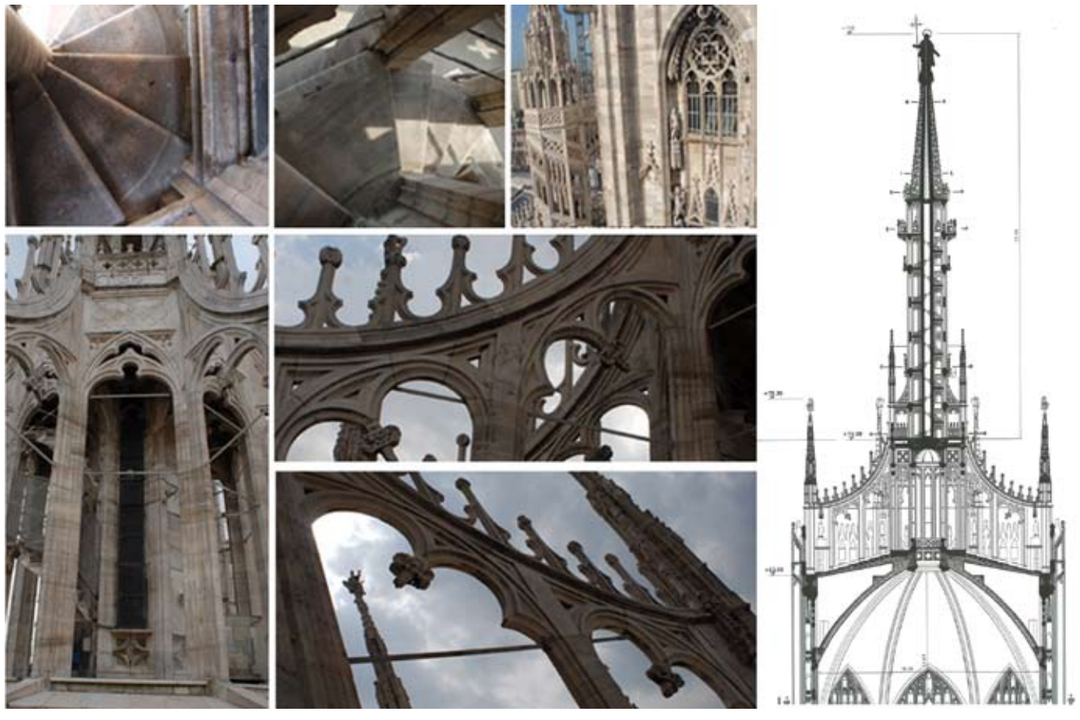
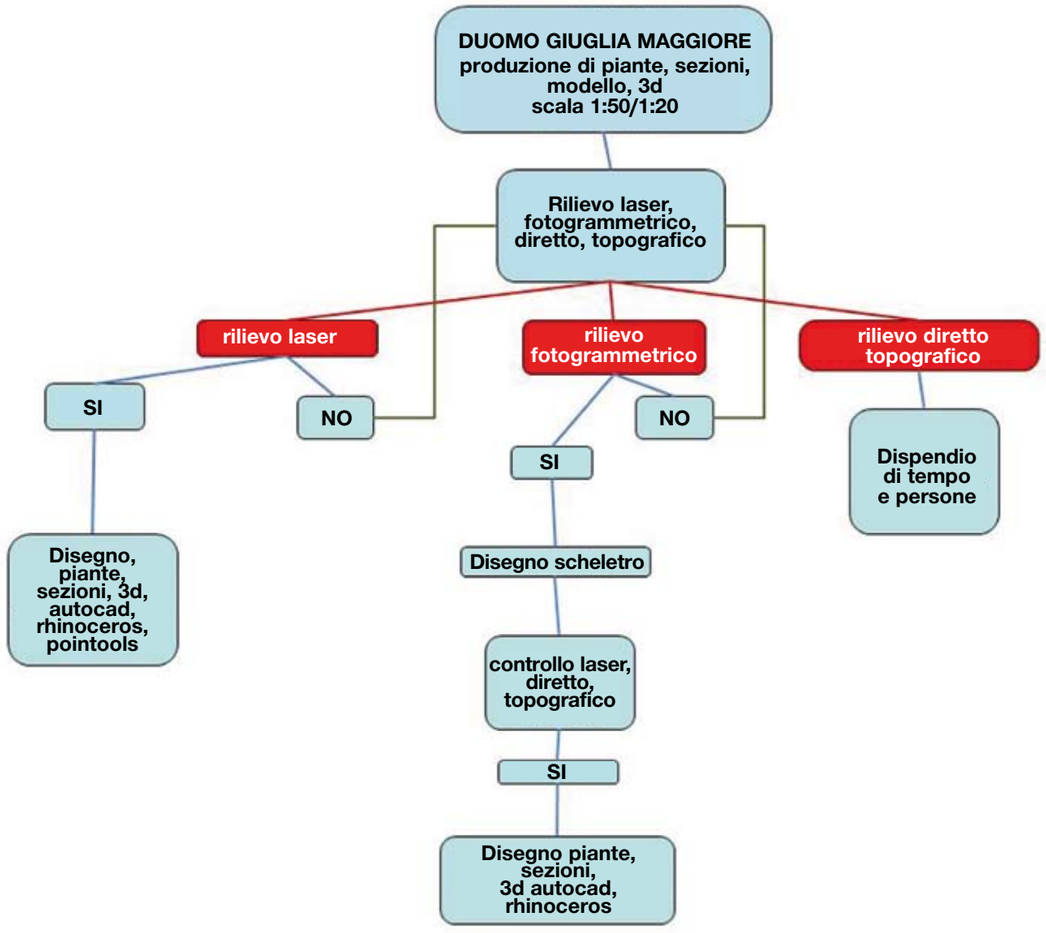


Figura 2 - Complessità di forme, geometrie e mole dell'oggetto rendono molto complessa l'operazione di rilievo, gestione e processamento dati.



- rilievo fotogrammetrico (sensore passivo) con centinaia di fotogrammi di cui circa 600 foto realmente utilizzate;
- rilievo diretto e topografico di circa 1500 punti di coordinate note in un opportuno sistema di riferimento;
- rilievo mediante tecnologia RC/UAV (radio controlled/unmanned aerial vehicle).

Il sistema di acquisizione dati è volto alla realizzazione di un modello 3D dell'intero complesso basato su una rete di punti noti determinati topograficamente su cui appoggiare le nuvole di punti acquisite con tecnologia laser scanner e, a seconda delle caratteristiche architettoniche e del contesto cantieristico, anche da blocchi fotogrammetrici concatenabili acquisiti in modalità *conventional* e *unconventional* (quasi sempre in assetto *unconventional* data la complessità dell'impianto geometrico e delle stazioni di presa dal costruendo ponteggio). Gli elaborati prevedono la costruzione di piante, prospetti e come detto sezioni. Lo scopo del lavoro è quello di arrivare ad un vero e proprio modello 3D della guglia e a tutti gli elaborati necessari ad una descrizione della stessa più che esaustiva.

RILIEVO LASER SCANNER

I beni culturali hanno sempre richiesto il rilievo e la rappresentazione con notevole accuratezza di oggetti tridimensionali di diversa grandezza, dalle statue fino

ad arrivare a interi complessi architettonici o siti archeologici. La fotogrammetria è stata per decenni l'unico metodo che soddisfaceva questi presupposti fino all'avvento del laser scanner. Tale tecnica nata dapprima per il campo industriale si è prepotentemente affacciata nel campo dei beni culturali nell'ultimo decennio. Ad oggi possiamo affermare che mediante queste strumentazioni è possibile acquisire informazioni sulla geometria e sul materiale di uno specifico oggetto in maniera accurata, veloce, precisa e non invasiva (fondamentale per i beni culturali).
E' possibile quindi avere informazioni dettagliate in tempi non confrontabili con nessun altro metodo di rilievo.
Le fasi principali di un rilievo mediante laser scanner sono tre:
1) *Acquisizione;*
2) *Pre-Elaborazione;*
3) *Estrazione e modellazione delle informazioni necessarie.*

Il rilievo attraverso laser scanner ci permette di avere una nuvola di punti (*point clouds)* ad altissima densità. Per ogni punto sono note le coordinate e la riflettanza del materiale (caratteristiche fisiche della superficie scandita). Il laser acquisisce le informazioni e restituisce in tempo reale sul monitor del computer collegato ad esso la scansione acquisita. Nei più recenti laser è stata integrata una camera che permette di acquisire contemporaneamente alla nuvola di punti direttamente prese fotografiche georeferenziate sulla nuvola stessa.
È facile quindi ipotizzare le difficoltà riscontrate nella prima fase, cioè durante l'acquisizione della nuvola per la complessità delle geometrie, per il materiale e per la mole dell'edificio.
Molti elementi da rilevare sono molto distanti dal punto di stazione (base del tiburio per questa prima campagna di rilievo).
Altre difficoltà sono state incontrate durante la registrazione delle nuvole; infatti, in molti casi, così come nel nostro, non è sufficiente una singola scansione per ricoprire l'intero oggetto da rilevare, ma si rendono necessarie più scansioni da punti di presa diversi. Necessita a priori e a posteriori di una fase di registrazione delle scansioni che può essere eseguita mediante:
- *bersagli o target (sempre necessari)*;
- *riconoscimento manuale di caratteristiche geometriche*;
- *algoritmi di riconoscimento automatico e surface matching.*

Per ora sono stati già rilevati gli otto archi rampanti a livello 64 metri, la cupola interna (intradosso) e tutto l'estradosso, la scala interna fino al belvedere ed il terrazzo a quota 75 metri per un totale di 80 scansioni e di circa 2,4 miliardi di punti.
Inoltre sono stati misurati tutti i target laser usati per l'unione delle nuvole estradosso e intradosso (18 scansioni di cui 16 per l'estradosso e 2 per l'intradosso) con stazioni totali prism e no prism, a seconda delle circostanze.
Questi punti sono stati collegati ad un'unica rete d'inquadramento.
Ottenuta la nuvola di punti completa dell'oggetto del rilievo è possibile procedere con procedimenti paralleli in base agli obiettivi da perseguire, ma è possibile sintetizzarli in cinque processi principali:
- *creazione della mesh*;
- *mappatura mediante texture*;
- *integrazione di informazioni derivanti da altri metodi di rilievo*;
- *estrazione di informazioni geometriche*;
- *eventuale prototipazione dell'oggetto*.

Figura 3 - Visualizzazione RealTime delle nuvole di punti rilevate sul tiburio (600 milioni di punti) che si possono esplorare e misurare muovendosi in un mondo tridimensionale

RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

Come integrazione del laser scanner, dopo i problemi riscontrati di non visualizzazione corretta delle orizzontali e verticali per il rumore nell'acquisizione del laser scanner sul marmo di Candoglia si è pensato di procedere in parallelo con il rilievo fotogrammetrico, implementando e controllando il dato con i dati scaturiti dal rilievo diretto, topografico e dal laser scanner.

Il rilievo fotogrammetrico[3] è sicuramente un ottimo modo di procedere anche per strutture cosi grandi e complesse; permette infatti una velocità di "presa" non assimilabile ad altri metodi e permette una ottima precisione, e soprattutto la possibilità di controllare ed eventualmente correggere l'errore per ogni singolo punto. Il procedimento di presa è stato molto complesso per la complessità della geometria della guglia e come già esposto per i punti di non facile accesso.
Per il nostro lavoro ci siamo serviti di uno dei programmi monoscopici multi-immagini in commercio PhotoModeler (EOS Systems) più diffusi ed apprezzati, per la notevole semplicità d'uso, per la possibilità di assemblare nello stesso progetto foto derivanti da camere diverse, capace di generare un sistema di calcolo degli orientamenti sufficientemente rigoroso e versatile.
Il programma infatti permette di eseguire tutto il processo fotogrammetrico a partire dalla calibrazione delle camere, il calcolo dell'orientamento esterno delle immagini, l'inserimento di punti noti rilevati con il teodolite, la ricostruzioni di linee, curve e superfici e la successiva sovrapposizione con le stesse immagini orientate (texture).
Per l'orientamento del blocco fotogrammetrico all'altezza degli otto archi rampanti del tiburio e per la rico-

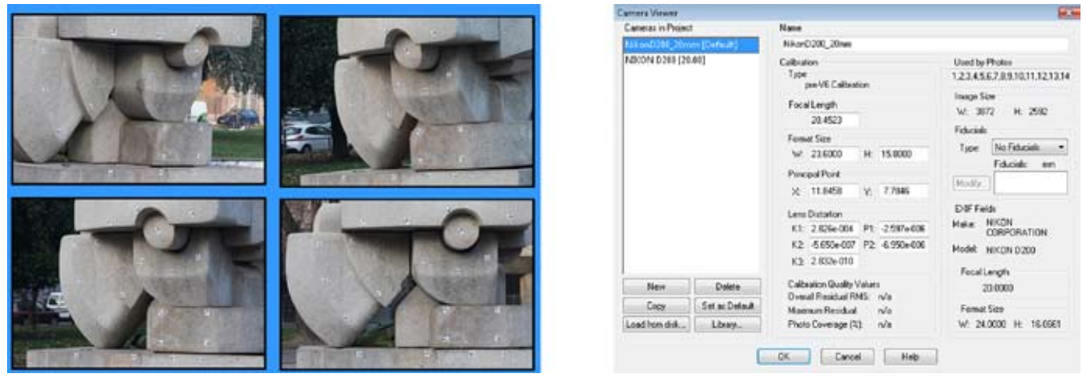


Figura 4 - Calibrazione dell'obbiettivo e risultati della calibrazione della macchina fotografica utilizzata per il blocco fotogrammetrico

[3] Le scienze del rilievo sono il presupposto fondamentale per la conoscenza metrica dell'oggetto e tra le varie tecniche, la fotogrammetria è atta all'analisi delle informazioni geometriche metriche mediante fotografie. Infatti la fotogrammetria può essere definita come la scienza che consente una misurazione accurata dei caratteri geometrici di un oggetto (quali dimensione, forma e posizione) attraverso l'uso simultaneo di fotografie scattate da posizioni differenti. Disponendo, infatti di una serie di foto dell'oggetto da angolazioni diverse, dopo l'opportuno riconoscimento dei punti in comune tra foto, punti omologhi, in corrispondenza di elementi salienti facilmente riconoscibili come spigoli o elementi architettonici, (spesso con l'integrazione di un sistema di riferimento cartesiano locale legato a punti teodoliti) è possibile la generazione del modello 3D in wireframe ed anche fotorealistico. Il principio della fotogrammetria è basato sulla stereo-visione, e utilizzando un numero maggiore di foto (almeno tre), è possibile risolvere il problema della corrispondenza, note le caratteristiche ottiche della camera utilizzata, utilizzando immagini ad alta risoluzione onde limitare l'imprecisione durante il processo di referencing. Difatti l'operazione di individuazione dei punti omologhi, è un'operazione manuale, che richiede attenzione, senso della prospettiva ed esperienza dell'operatore. Per ovviare ad errori, anche grossolani dell'individuazione dei punti omologhi, aumentando il numero di fotografie è possibile eliminare gli errori grossolani e procedere quindi ad una compensazione ai minimi quadrati, avendo così cognizione dell'incertezza sui punti. Infatti vari studi sperimentali (tra i quali Gruen/Beyer 2001 e Remondino/Fraser 2006) hanno dimostrato che l'accuratezza migliora con l'aumentare:
- dell'angolo di convergenza fra le immagini,
- del numero di immagini,
- dei punti collimati di un'immagine (che devono possibilmente essere ben distribuiti in tutta l'immagine e rappresentare le varie profondità).

Oggigiorno con la fotogrammetria digitale è possibile utilizzare comuni camere disponibili sul mercato (una camera costruita per essere usata in fotogrammetria è definita camera metrica, per ogni singola camera i costruttori forniscono il relativo certificato di calibrazione) che nascono per fini generici, per cui la procedura di calibrazione è necessaria per poterle usare per fini fotogrammetrici. Queste camere a differenza di quelle metriche e semi-metriche non nascono con un certificato di calibrazione ed è l'utente quindi che deve produrselo attraverso procedure analitiche per ogni step di focale.

struzione 3D di tipo "*geometry based*":
- *sono state orientate circa 400 foto* (delle circa 1200 scattate),
- *utilizzati circa 800 punti per l'orientamento delle immagini*;
- *individuati circa 4500 punti per la restituzione 3D*;
- *utilizzati 50 punti topografici*.

Il confronto tra il modello estratto mediante fotogrammetria è stato poi sovrapposto e confrontato con la nuvola di punti.
Soprattutto per le orizzontali e verticali i risultati sono molto positivi, e gli errori presenti sono ben al di sotto della tolleranza richiesta e necessaria per i nostri rilievi.
Anche per la parte della copertura del tiburio particolarmente difficile (per l'impossibilità di scattare fotografie da angolazioni molto diverse tra loro) dal confronto si nota un'ottima corrispondenza con la realtà.

Gli stessi dati sono poi stati confrontati (come si evince anche dal diagramma a pagina 37) con il rilievo diretto e topografico.
Sempre per problemi legati alla geometria delle prese ben diversa è la situazione per le curve.
Come si nota dalle immagini in alcuni casi, nel confronto con la nuvola di punti si nota uno scostamento in alcuni profili curvi disegnati anche di un paio di centimetri, quindi ben oltre la tolleranza accettabile. Dalle prime prove di modellazione possiamo affermare che è molto difficile modellare direttamente dalla nuvola di punti (nel nostro caso utilizzando Rhinoceros come modellatore insieme al plug-in Pointools). Il problema è stato risolto mediante l'integrazione tra la sezione (ricavata da punti topografici), il dato fotogrammetrico e la nuvola di punti, che ha portato ad ottimi risultati ed entro la tolleranza voluta.

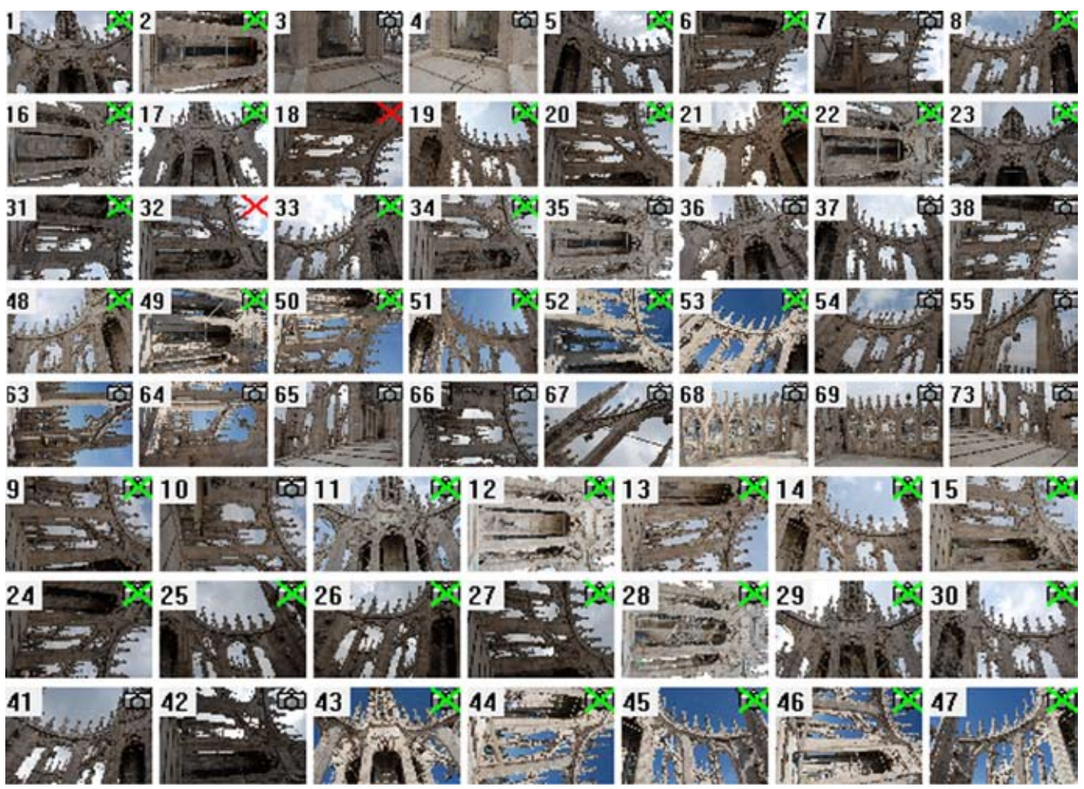


Figura 5 - Parte del blocco fotogrammetrico orientato tranne foto 18 e 32 non utilizzate

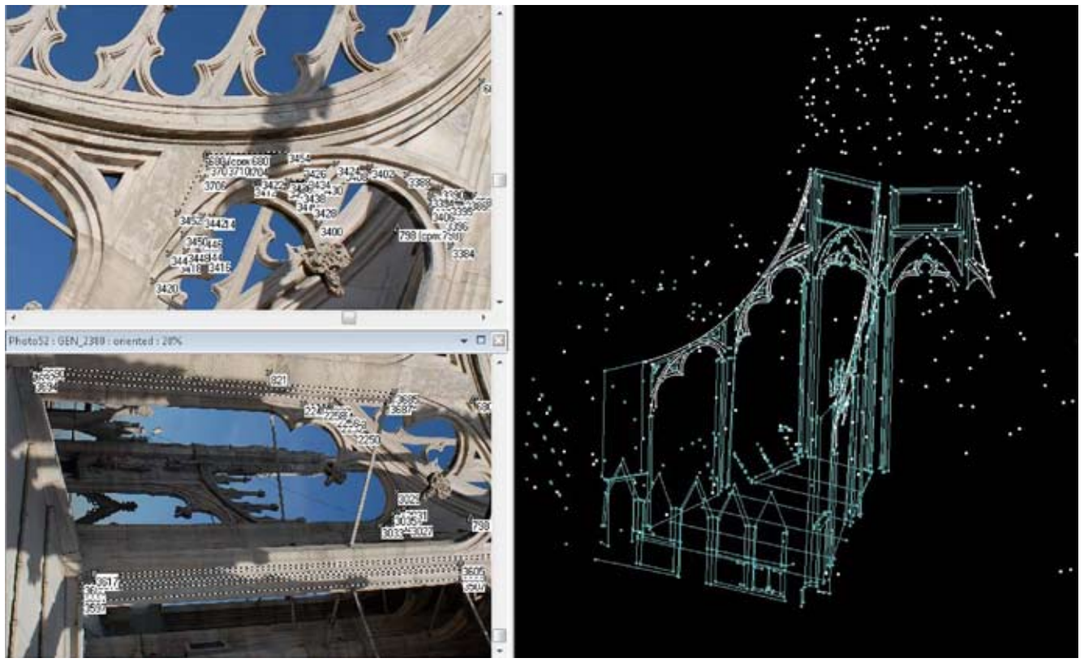


Figura 6 - Porzione di uno degli otto archi rampanti con in evidenza i punti utilizzati per la ricostruzione dello scheletro architettonico

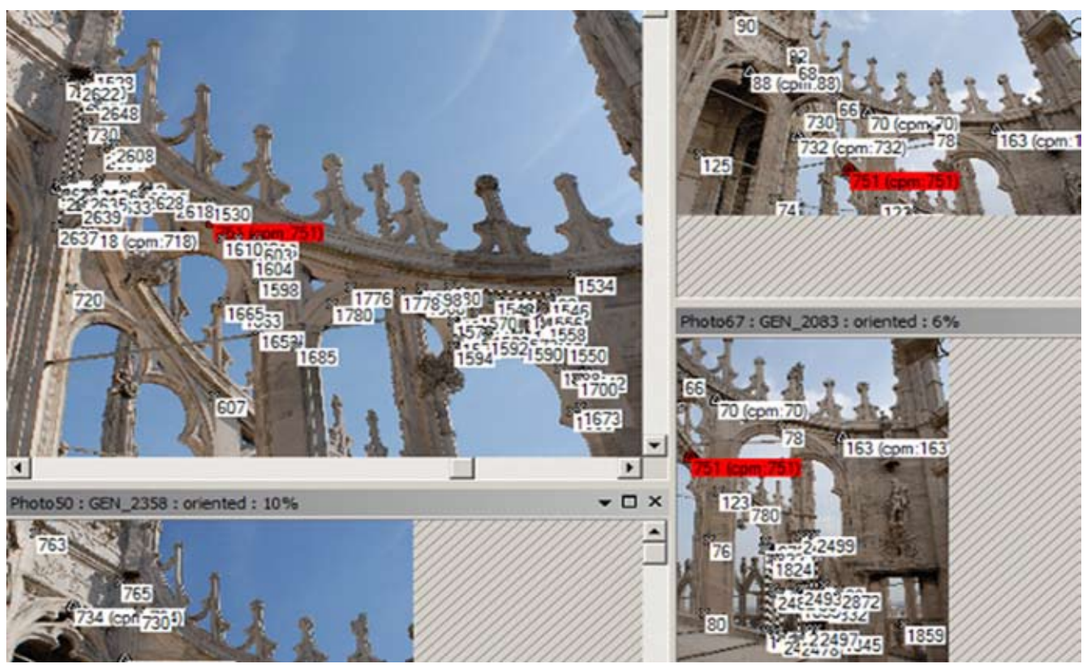


Figura 7 - Immagine di una porzione di un arco rampante, con in evidenza uno dei punti rilevati topograficamente col teodolite no prism comune a tre immagini, come gli altri in genere

Figura 8 - Proiezione delle curve disegnate su una delle fotografie orientate degli archi rampanti

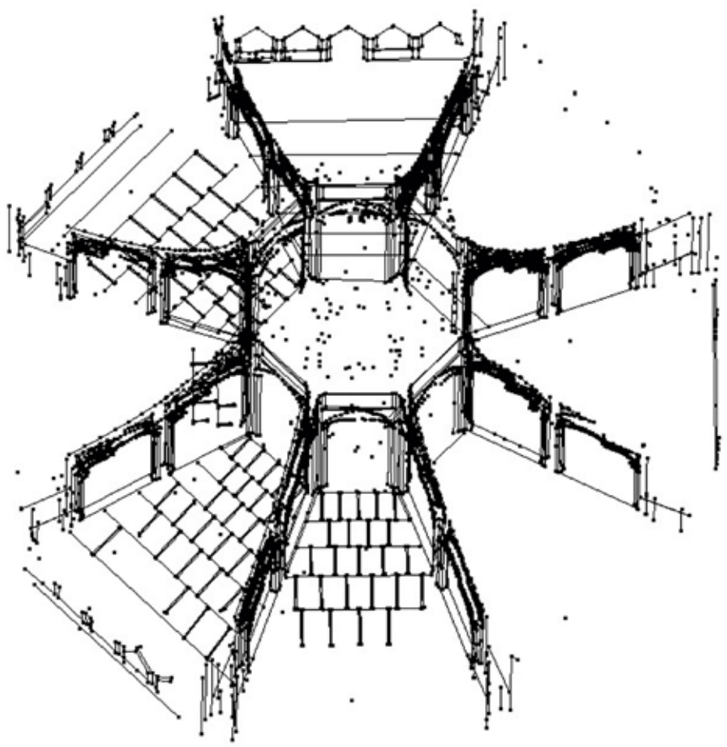


Figura 9 - Creazione parziale del modello tridimensionale degli otto archi rampanti del tiburio di tipo “geometry based”

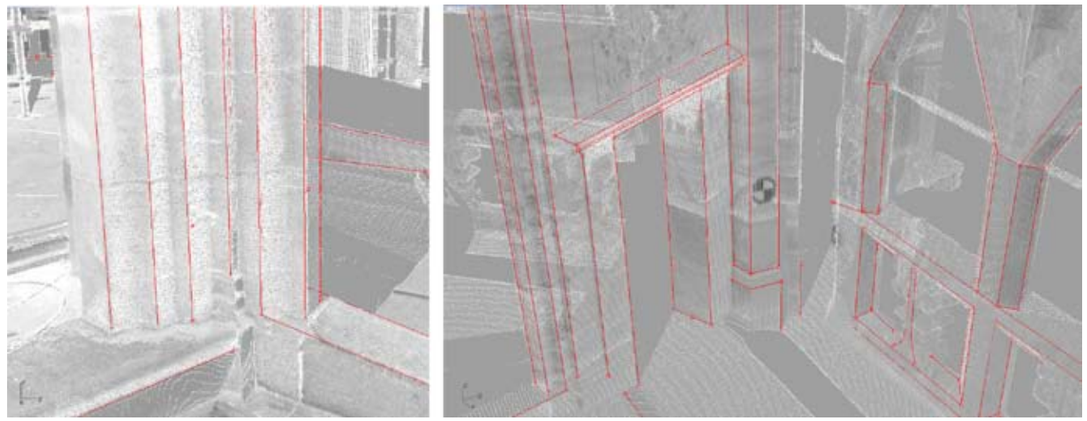


Figura 10 - Confronto tra le orizzontali e verticali disegnate a partire dalla fotogrammetria e dalla nuvola di punti

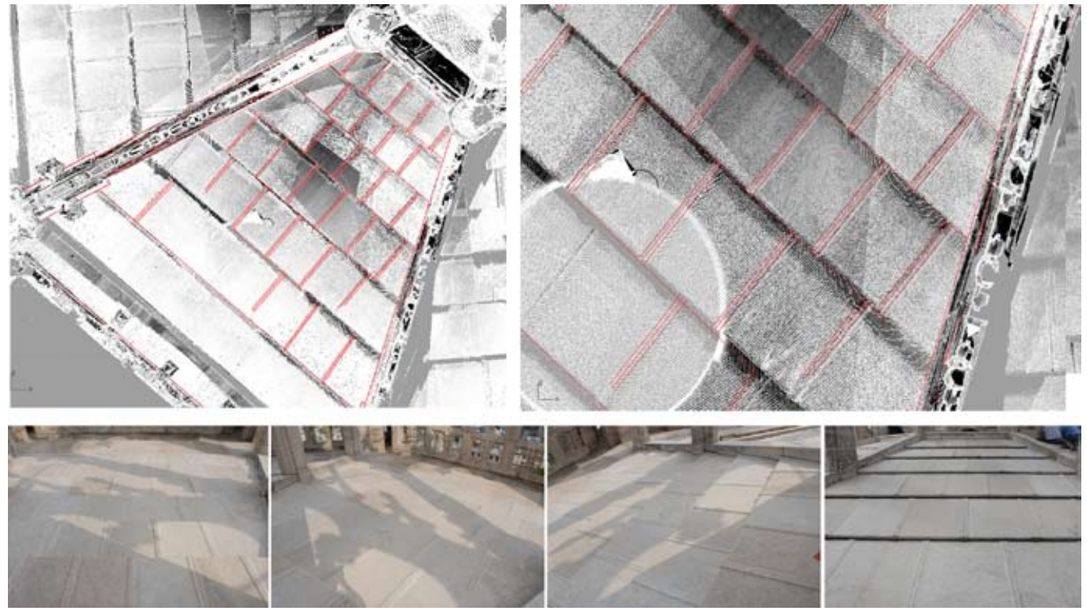


Figura 11 - Confronto tra la nuvola di punti e il modello fotogrammetrico della copertura del tiburio

RILIEVO DELLA CUPOLA CENTRALE SOTTOSTANTE LA GUGLIA MAGGIORE

Come è possibile leggere nell’articolo “*Analisi, controlli, strumenti, rilievi per il restauro della guglia maggiore del Duomo di Milano*” in corso di pubblicazione in “*Cantieri della conoscenza*” (Monti 2010), il rilievo della cupola, per ragioni legate alle tempistiche di cantiere, è anticipato rispetto alle fasi descritte in precedenza e procede parallelamente alla fase di modellazione. Esso ha lo scopo di ottenere la geometria della cupola nella sua completezza, mantenendo sotto

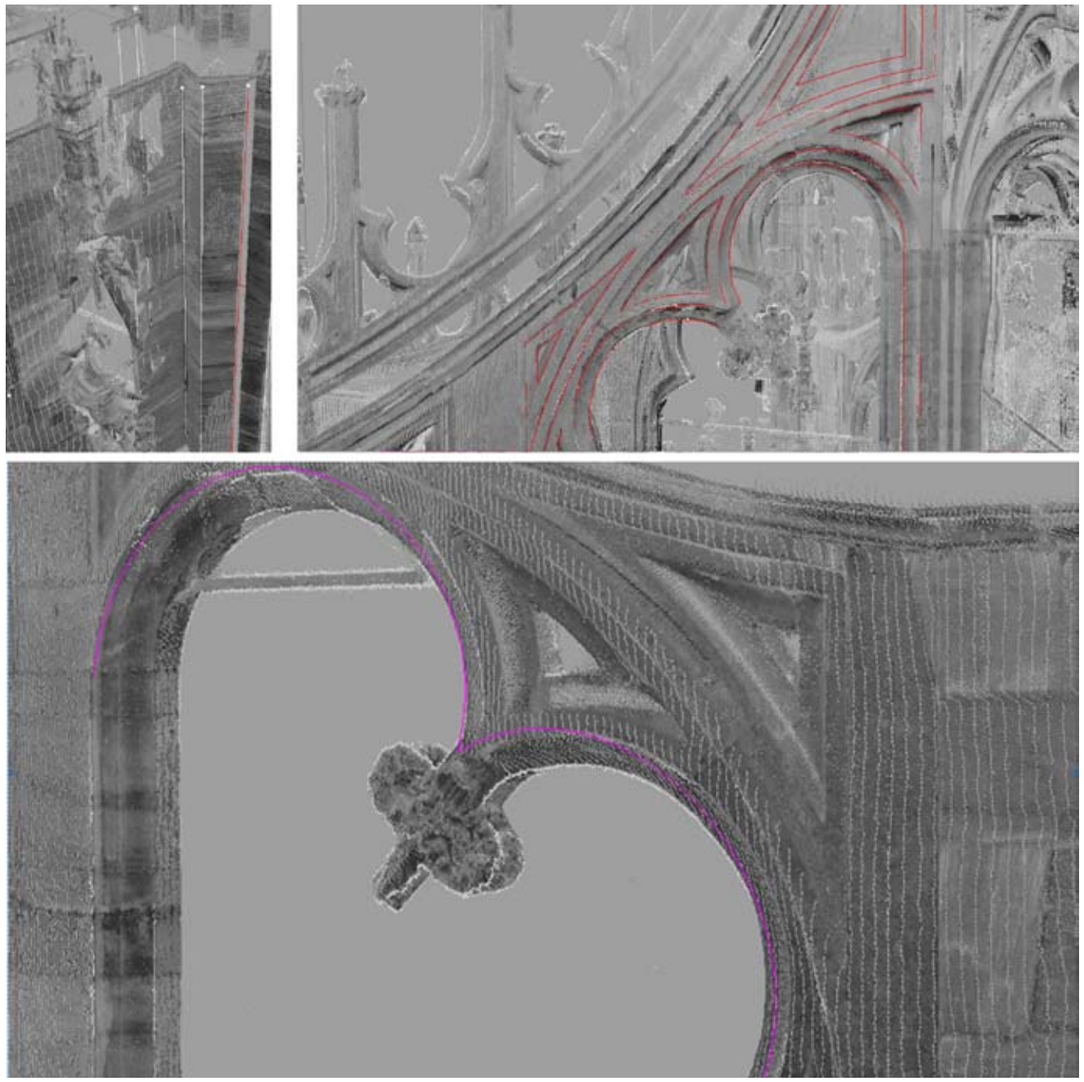


Figura 12 - Confronto del modello “geometry based” fotogrammetrico e la nuvola di punti

osservazione il comportamento della medesima, sulla quale grava la guglia e su cui graverà indirettamente il ponteggio per la durata dei restauri. Esso potrà proseguire nel corso dei quattro anni previsti, attraverso la reiterazione di prese per tener sotto controllo visivo fino alla scala 1:1 gli otto costoloni della cupola e al tempo misure topografiche di alta precisione spaziate a intervalli regolari sia per controllare eventuali effetti dovuti ai nuovi carichi dovuti al ponteggio, sia per le variazioni termiche stagionali, ovvero separare effetti naturali da altri eventuali di origine diversa. La rete di controllo è composta da 15 capisaldi. Sette posizionati in corrispondenza delle finestre del tiburio e posti su 7 mensole in acciaio ancorate stabilmente al tamponamento delle finestre stesse.
Gli altri 8 capisaldi sono posizionati sugli otto costoloni della cupola approssimativamente alla stessa quota delle mensole.

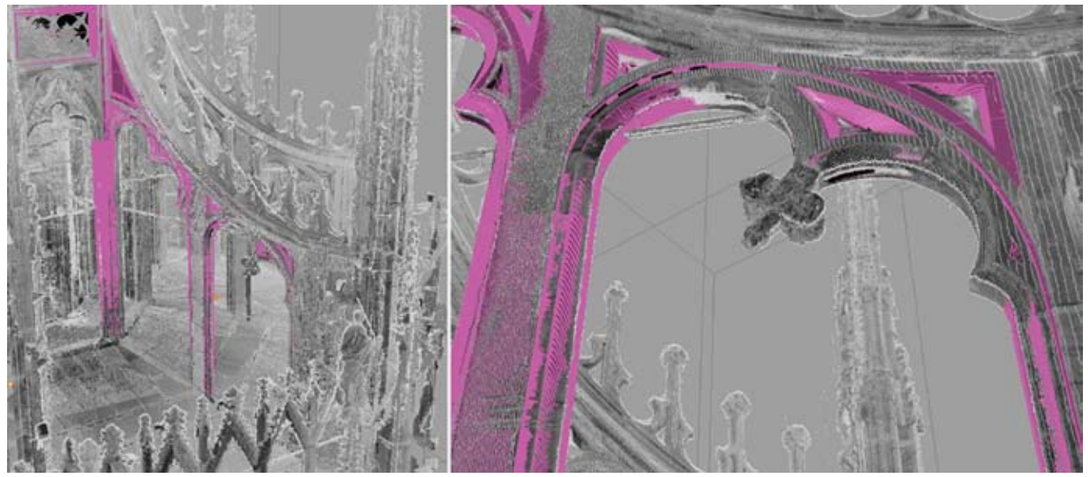


Figura 13 - Perfetta corrispondenza tra il modello “fotogrammetrico” e la nuvola laser

Figura 14 - E’ possibile vedere i minimi scostamenti (ben al di sotto del centimetro) del modello “fotogrammetrico” rispetto alla nuvola

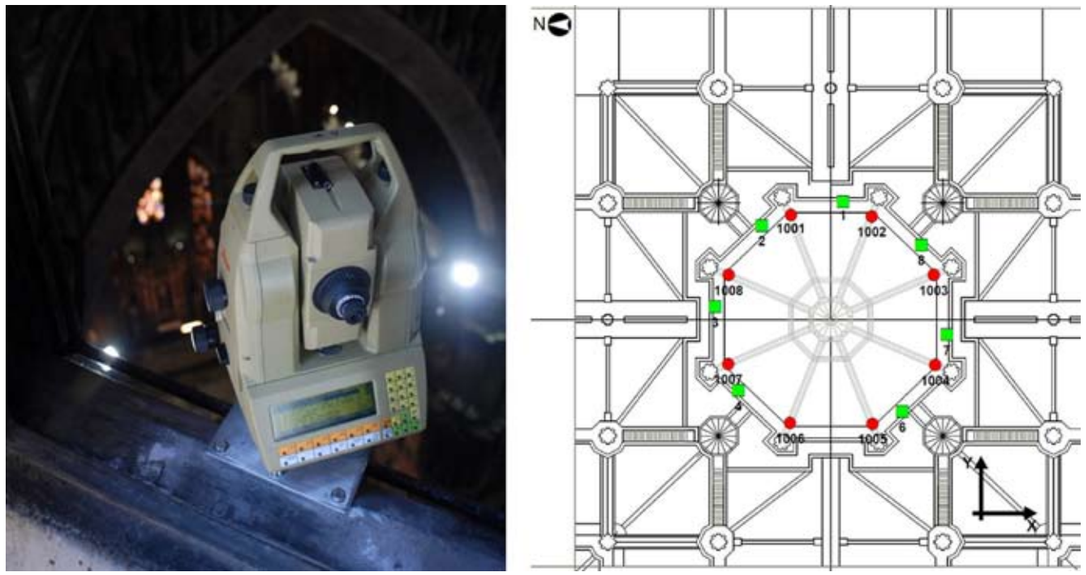


Figura 15 - TCA2003 in postazione. Sezione orizzontale alla base del Tiburio con evidenziati i punti di stazione e controllo

CONCLUSIONI

Quanto ora mostrato è l'inizio del lavoro del primo anno. La complessità del monumento dovuto allo stile, all'altezza a cui avviene il rilievo, alle difficoltà di presa laser e fotografica in generale e in particolare nei pertugi presenti in numero più che rilevante, comportano una continua ricerca di metodologie di rilievo che escono dalla consuetudine e obbligano a improvvisare soluzioni ad hoc, ma comportano anche la sperimentazione di programmi di visualizzazione a partire dalle nuvole e di restituzione delle immagini ed elaborazione complessiva dei dati in vista di un loro effettivo uso proficuo a posteriori, che esulano abbondantemente dalla prassi normalmente praticata.
Ad oggi, febbraio 2010, l'uso contemporaneo di queste tecniche di rilievo con le successive complesse fasi di elaborazione ha permesso di arrivare alla quasi completa restituzione della pianta al livello del tiburio e del primo terrazzino, la sezione impostata fino alla quota del primo terrazzino. Il modello 3D del terrazzino a quota e come scritto in precedenza un primo abbozzo di modellazione degli archi rampanti impostati sulla base ottagonale del tiburio.
Nei prossimi mesi l'elaborazione seguirà parallelamente le fasi di innalzamento del ponteggio in modo da poter continuare con l'acquisizione altrimenti impossibile da ottenere.

RINGRAZIAMENTI
Si ringrazia per la collaborazione in ogni fase del lavoro in esecuzione il Direttore della Veneranda Fabbrica del Duomo di Milano Dott. Ing. Benigno Mörlin Visconti Castiglione e il personale tutto.

Inoltre si ringrazia tutta la squadra operativa coordinata dal Prof. Carlo Monti, impegnata nel rilievo e nella sua gestione con i più avanzati software di modellazione da nuvole laser e da immagini fotogrammetriche, è composta da, in ordine alfabetico: ***Achille, C., Arch. Ph. D. Ricerc.; Cogni, C., Ing.; Fassi, F., Ing. Ph.D.; Fregonese, L. Arch. Ph. D. Ricerc.; Gaudio, F., Arch.; Monti, C. C., Arch.; Monti, G., Dott. Ph. D.; Parri, S., Ing.; Taffurelli, L. ,Arch. Ph. D.***

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV., *Il cantiere della conoscenza, metodologie e strumenti per la conservazione ed il restauro*, a cura di R.A. Genovese, Arte tipografica editrice, Napoli 2008

- Beraldin, J-A., *Integration of Laser Scanning and Close-range Photogrammetry – the Last Decade and Beyond*, in Proceedings of the XXth ISPRS congress, Commission VII, Istanbul, Turkey 2004

- Fassi, F., *Integration of traditional and innovative technologies for survey and modeling of cultural heritage*, Tesi di dottorato con lode , Politecnico di Milano, 2009
- Grün, A., Beyer, H., *System calibration through self-calibration*, in Grün/Huang (Eds.), *Calibration and orientation of cameras in Computer Vision,* Springer, Vol. 34, New York 2001

- Guidi G, Russo M, Beraldin J-A, *Acquisizione e modellazione poligonale*, Mc-Grow hill, Italia 2009
- Monti, C., *Analisi, controlli, strumenti, rilievi per il restauro della guglia Maggiore del Duomo di Milano, articolo in corso di pubblicazione, Il cantiere della conoscenza Vol.II, Arte Tipografia Editrice, Napoli, 2010*

- Peloso, D., *Tecniche laser scanner per il rilievo dei beni culturali*, in Archeologia e Calcolatori n. XVI –2005, Edizioni All'Insegna del Giglio, Italia 2005

- Remondino, F., Fraser, C.S., *Digital camera calibration methods: consideration and comparisons,* International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI, part 5, pp. 266-272. ISPRS Commission V Symposium, Dresden, Germany 2006

ATTILIO SELVINI*

L'equivoco del calcolo topografico negli istituti tecnici per geometri

Secondo dopoguerra, anno scolastico 1948/49. Solo da un paio d'anni sono ricomparsi gli esami di abilitazione e di maturità con le commissioni esterne ed i temi ministeriali. Per l'abilitazione dei geometri arriva un tema di topografia che quasi nessuno dei circa cinquemila candidati di allora (diventeranno, due decenni più tardi, addirittura trentamila!) riesce a risolvere. *Rara avis*, l'Istituto Tecnico Statale Commerciale e per Geometri "Carlo Dell'Acqua" di Legnano, ove una buona parte dei candidati risolve correttamente il tema. Ispezione ministeriale per accertare che nulla di illecito sia stato commesso. Ed eccone il risultato: semplicemente, e non solo da quell'anno, il famigerato problema topografico, che richiedeva o la conoscenza della geometria analitica oppure quella di un poco noto teorema di geometria piana (la tangente per un punto esterno ad un cerchio, è media proporzionale fra l'intera secante e la sua parte esterna), rientrava fra i normali compiti in classe proposti dal professore di quella scuola, il bravissimo Sergio Donnini, già compagno di corso nell'ateneo pisano del grande Maestro Luigi Solaini. Quest'ultimo era anche l'autore, insieme con Clemente Bonfigli, di un poi insuperato "Trattato di Topografia" edito dalla fiorentina Treves. Ma un altro bel libro in linea coi tempi, era quello edito dalla torinese S.E.I. (1). Ebbene, fra gli esercizi proposti da questo libro, vi era per l'appunto anche quello che poi sarà, un poco mutato, il tema ministeriale che tanto scompiglio avrebbe generato.

Perché ricordo ora queste cose? Perché i tempi sono cambiati, eccome sono cambiati! La topografia di oggi ha ben poco in comune con quella di allora: sono scomparsi decine di piccoli o meno piccoli strumenti, sono cambiate molte modalità operative, ma soprattutto è del tutto cambiato il modo di calcolare e disegnare. Il calcolo topografico allora richiedeva l'ausilio dei logaritmi a cinque, a sette o a dieci decimali, sia dei numeri naturali che delle funzioni trigonometriche; la risoluzione di un semplice problema di intersezione inversa richiedeva un paio d'ore allo studente, una buona mezz'ora ad un geometra esperto. Le macchine calcolatrici meccaniche ed elettromeccaniche degli anni cinquanta ridussero ma di poco tali tempi; scomparvero le tavole dei logaritmi ma rimasero quelle dei valori naturali delle funzioni. Occorrerà arrivare all'inizio degli anni settanta, con la diffusione delle prime calcolatrici elettroniche (HP, Texas, Casio…) per ridurre e di parecchio la durata dei calcoli topografici. Il Ministero della Pubblica Istruzione accettò la novità con il solito grande ritardo, tipico della burocrazia italiana: a tutt'oggi e chissà perché, è rigorosamente vietato non solo usare, all'esame di stato, un computer portatile, ma non è nemmeno ammesso l'uso di "*calcolatrici programmabili e scriventi*", così come si legge in calce ai temi ministeriali (2). Ma vediamo di mettere un poco in ordine le cose. La topografia dell'Ottocento, così come sarà parzialmente per almeno i primi due decenni del ventesimo secolo, era più che altro *geometria pratica*, come del resto veniva denominata.

E' vero che sin dal 1835 circa, la rivoluzione provocata dalla *tacheometria* o *celerimensura* di Ignazio Porro (3) aveva già fortemente intaccato i vecchi procedimenti del tutto privi di calcoli trigonometrici; è però altrettanto vero che ben pochi utilizzavano la nuova topografia numerica, preferendo ancora rilevare con la "tavoletta", con gli "allineamenti puri" o con lo squadro. Ricorrendo poi, separatamente, al livello o alle coltellazioni per l'altimetria (4). La totalità dei problemi di intersezione, di poligonazione, insomma di determinazione dei punti veniva risolta per via grafica: i libri di quei tempi sono saturi di indicazioni per il rilevamento e la compensazione (sempre grafica!) delle poligonali o dei punti isolati per intersezione diretta o inversa, usando la tavoletta. Solo le triangolazioni comportavano calcoli, complessi, lunghi, estenuanti, da condurre con le tavole logaritmiche a dieci decimali: ma qui si era già nell'ambito della geodesia e non più della "geometria pratica" o dell'agrimensura. A proposito: anche i problemi di calcolo e di partizione delle aree erano risolti per via grafica (i primi anche per via meccanica, usando i planimetri); se ne trovano chiare indicazioni ancora nei libri per i geometri, anche sino alla fine del secolo appena trascorso. E del resto, le soluzioni grafiche, in tempi nei quali il calcolo numerico era condotto solo con matita e penna e con l'ausilio delle già richiamate tavole dei logaritmi decimali, erano ben utilizzate anche nella tecnica delle costruzioni: tutta la "statica grafica" ne era la prova lampante. Chi non ricorda le belle costruzioni geometriche per il calcolo delle tensioni nelle aste, nel caso delle strutture reticolari, o quelle per determinare le reazioni dei vincoli nelle strutture isostatiche?

Nei libri degli anni quaranta e cinquanta del millennio testé concluso, vi erano paragrafi interi dedicati al calcolo aritmetico abbreviato: per guadagnare tempo nelle operazioni di moltiplicazione e di divisione (5). E del resto, molti studiosi, fra cui chi scrive ora queste righe, ancora nel 1960 o poco più si dedicavano alla ricerca di formule abbreviate per ridurre i tempi di calcolo (6). Le esercitazioni numeriche nei corsi di ingegneria, vedevano esse pure l'impiego di tavole logaritmiche a cinque od a dieci decimali, rispettivamente per i calcoli celerimetrici e per quelli geodetici. Le compensazioni ai minimi quadrati venivano condotte con l'uso di artifici e tabelle che ignoravano l'impiego del calcolo matriciale: noto, è vero, sin dall'Ottocento, ma in pratica non utilizzabile per la mancanza dei mezzi di calcolo numerico necessari: come invertire una matrice superiore a (4×4) in tempi accettabili? (7).

Ma subito dopo l'elettronica rivoluzionerà tutto. All'inizio degli anni settanta, parliamo sempre del secolo ventesimo, quasi di colpo compaiono sul mercato le prime calcolatrici da tasca di cui abbiamo detto più sopra, insieme a quelle da tavolo (per es. Olivetti 101, Hewlett - Packard 10). Sono già noti, ma poco diffusi, gli elaboratori elettronici generalmente usati solo dai grandi centri scientifici oppure dalle aziende con problemi di amministrazione rilevanti. Alle esercitazioni degli studenti di ingegneria si incomincia però a parlare di calcolo matriciale (8).

Abbiamo detto che tutto cambia: non solo nell'ambito del calcolo, naturalmente, bensì anche in quello degli strumenti e delle operazioni in campagna. Dal settanta in poi è la rivoluzione, la seconda dopo quella del Porro, e ben più vasta. Teodoliti elettronici, distanziometri ad onde ed a impulsi, ricevitori di segnali satellitari, infine anche livelli digitali e scansori laser. Non parliamo della aerofotogrammetria: questa era rimasta giocoforza per quarant'anni priva di calcolo: come risolvere le equazioni di collinearità, peraltro ben illustrate per esempio già negli anni trenta (9) ma senza disporre dei mezzi elaborativi numerici? La nuova tecnica di misura sulle immagini era rimasta, così come la topografia dell'Ottocento, puramente grafica e cartacea. Modesti tentativi di introdurvi il calcolo numerico, almeno per gli orientamenti e per ricavarne le coordinate di alcuni punti, sono degli anni sessanta, con l'applicazione delle righe Ferranti, l'azienda scozzese che dal 1956 al '62 si era occupata delle macchine a controllo numerico, seguite poi dagli *encoders* lineari od a rotazione di cui subito vennero provvisti i restitutori *analogici*.

Anche qui tutto all'improvviso o quasi, cambia. Dopo un breve sonno in ambito commerciale (nel settore scientifico ed in quello militare USA era invece ben conosciuto), lo *analytical plotter* di Uki Helava e della nostra OMI di Roma, dà il via all'epoca dei restitutori analitici (10): basta con l'analogia, basta con la pura soluzione ottico-grafo-meccanica e via con il calcolo numerico, reso possibile e subito dopo insostituibile dall'avvento dei modesti *minicomputer* e quindi dai PC sempre più potenti; dai *K-byte* si passa dapprima ai *Mega* e quindi ai *Giga*. Addio anche alle triangolazioni aeree per concatenamento, con le "basi in dentro" e le "basi in fuori", oppure coi "multipli" o coi "triangolatori radiali", rapidamente finiti nei musei: tutto diventa "analitico", per passare poi in fretta al "digitale".

Ma torniamo alla topografia degli anni sessanta. Soprattutto negli Istituti Tecnici, questa disciplina era ancora prevalente sulle costruzioni, insieme all'estimo rurale e civile. Gli insegnanti erano a loro volta vecchi topografi, carichi di esperienza anche sul campo oltre che alla lavagna. Potrei citarne molte decine, ma lo evito per non lasciarne fuori i più. Mi limito a ricordare quelli che erano anche autori di libri ben fatti ed aggiornati: Aminto Agostini, Cesare Aimonetti, Tullio Vardànega, Giuseppe Ramella, Lorenzo Lanza, Ettore Stuani, Salvatore Cannarozzo; il già ricordato Clemente Bonfigli e poco più tardi Antonio Dragonetti, Federico Procino, Dante Rossi…una generazione ormai scomparsa e mai più sostituita da altrettanto valorosi topografi.

Gli studenti dovevano essere in grado di esporre le dimostrazioni delle varie formule, da quelle di trigono-

* *Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura e Società*
attilio.selvini@polimi.it Tel. 0223996532 Fax 0223996550

metria a quelle della vera e propria topografia; dalle intersezioni alle livellazioni trigonometriche, dalla divisione delle aree ai calcoli stradali. Era giusto allora dare peso elevato ai calcoli, sia nei compiti in classe che negli esami di vario genere, sino a quelli di abilitazione: i metodi e gli strumenti erano relativamente semplici (con l'esclusione delle reti trigonometriche, argomento appena sfiorato nei programmi dei geometri) per cui si richiedeva particolare abilità nel trattamento dei dati rilevati, così del resto come nel disegno topografico.

Poi venne l'informatica. E tutto cambiò, ma non nel Ministero della Pubblica Istruzione, che non se ne accorse.

Nella "geometria pratica" dell'Ottocento acquisizione dei dati e disegno erano la stessa cosa: la tavoletta pretoriana non permetteva altro, salvo il miglioramento del disegno redatto in campagna da parte di abili amanuensi che lavoravano poi a tavolino. L'introduzione della celerimensura invece stabilì rigidamente i tre tempi successivi del rilevamento e della rappresentazione: le misure col tacheometro, l'elaborazione dei dati con le tavole logaritmiche unite a quelle specifiche per la riduzione all'orizzonte della distanze ed al calcolo dei dislivelli (sino a che non giunsero sul mercato gli "autoriduttori") e quindi il disegno. L'informatica unificò le tre fasi: il calcolo poteva essere eseguito almeno in parte già in campagna in molti teodoliti digitali, poi completato al computer nel quale si riversavano i dati raccolti sul terreno, e la stessa grafica veniva eseguita come anello di una catena ininterrotta, coi metodi CAD mutuati dal disegno industriale.

Oggi nessun topografo si spaventa davanti a problemi di calcolo: esistono decine, anzi centinaia di programmi per ogni necessità. La compensazione empirica delle poligonali è del tutto inutile, dato che un *software* per il calcolo delle reti generali le prevede come parte di una rete; sia i problemi di intersezione diretta che inversa si risolvono già "dentro" allo strumento di misura, così del resto come il calcolo dei dislivelli e le compensazioni delle livellazioni lungo linee od anelli. I problemi di tracciamento vedono la trasformazione diretta via *firmware* delle coordinate polari misurate, nelle coordinate cartesiane necessarie per il picchettamento. I complessi ed onerosi calcoli indispensabili per navigare entro le "nuvole" di punti fornite dagli scansori laser, sono pur essi trattati da adatti programmi forniti con lo strumento. Il calcolo, insomma, non sta più nella abilità del topografo, il quale piuttosto viene caricato dell'onere di studiare a tavolino il "progetto" del rilevamento che dovrà eseguire in campagna, affinché risulti il più economico e vantaggioso possibile. Spariti gli abili cartografi muniti di matita e rapidograph, di bulino e di cesello, di compassi e di curvilinei, imperano i tavoli da disegno automatici guidati da AutoCad e simili. A che titolo quindi, perseguitare il candidato all'esame di stato (sia quello finale del corso, sia quello per l'abilitazione professionale) con inutili e fuorvianti problemi di puro calcolo, per di più impedendo, chissà perché, "l'uso delle macchine calcolatrici programmabili e scriventi" che poi in realtà il geometra ben userà professionalmente?

Le cause del baratro ormai esistente fra scuola e pratica professionale sono molte e complesse. I burocrati del "competente ministero" sono di solito poco aggiornati; gli ispettori che propongono i temi sono anziani e legati alle vecchie tradizioni; spesso conoscono le nuove procedute operative ed i nuovi strumenti solo per sentito dire o per letture affrettate. Gli insegnati degli Istituti Tecnici, che mezzo secolo fa non raggiungevano il centinaio in tutto il Paese, che erano come già detto ben preparati ed aggiornati ma soprattutto lavoravano in campagna come ottimi professionisti, sono oggi molte centinaia, reclutati spesso alla rinfusa, provenienti da corsi universitari dove spesso la topografia è negletta ed ancor peggio vi è trattata la fotogrammetria. Ingegneri civili, hanno scarse possibilità di lavorare come topografi preferendo la più lucrosa attività nell'ambito delle costruzioni. Ben pochi di loro conoscono le modalità operative della ricezione satellitare, nessuno o quasi sa di fotogrammetria, nessuno o quasi sa dei nuovi sistemi cartografici o dei nuovi sistemi di riferimento geocentrici (WGS84, EUREF…), nessuno o quasi sa come si produca e si collaudi una carta numerica od un "database" topografico. Molti Istituti Tecnici non hanno un laboratorio con strumenti aggiornati soprattutto in tema di fotogrammetria (ditemi quanti Istituti "paritari" dispongono di strumenti purchessia!); per cui risulta assai comodo scambiare la topografia, coi suoi strumenti "attuali" e con le sue tecniche aggiornate e rivoluzionarie rispetto al passato, con gli inutili e fuorvianti calcoli trigonometrici che nessun geometra, se mai si dedicherà al rilevamento ed alla rappresentazione, vedrà mai più nella pratica professionale.

A ciò vanno aggiunte due osservazioni. Il programma ministeriale di topografia vigente, è del 1972: è quindi spaventosamente invecchiato, e riguarda una tecnica operativa e degli strumenti che non ci sono più da decenni (11). Ritengo inaccettabile che i "competenti organi" (!) non se ne siano accorti e che non provvedano al più presto alla sua sostituzione. L'altra osservazione riguarda i libri di testo. Questi sono proliferati, negli ultimi due decenni del millennio appena trascorso. Gran parte di loro è nata già vecchia, forse perché gli autori avevano dovuto seguire il programma ministeriale, non avendo il coraggio di scostarsene troppo. Alcuni di questi libri contengono svarioni allucinanti: quello di una pur nota casa editrice fra le altre cose insegna che "l'ago della bussola è abbrunato" (il termine corretto in buon italiano è "brunito": abbrunate sono le bandiere che ricordano dei caduti) mentre vaneggia di "picchettamento del terreno" se lo si vuole rappresentare altimetricamente con la fotogrammetria. Questo in un'epoca in cui per esempio il "Lidar", scandisce il terreno con incertezza men che decimetrica anche in presenza di vegetazione. Eppure questo libro, che di incertezze ben più gravi è infarcito, pare abbia avuto gran successo. L'autore di questo articolo ha avuto, nell'ambito dei libri per gli Istituti Tecnici, due esperienze deludenti. La prima, quando con due suoi valenti colleghi ha cercato, nell'ormai lontano 1983, di scrivere un libro "nuovo", con anticipo sui tempi e con pochi esercizi ma buone note storiche (12). Fu un insuccesso, ed i due volumi costituenti il libro vennero stranamente acquistati più da alcune facoltà universitarie che dagli Istituti Tecnici cui erano diretti. La seconda volta fu ancor peggio. Trascurando buona parte dell'invecchiato programma ministeriale e dando largo spazio alle tecniche ed agli strumenti più diffusi, anche se non contemplati dal "vigente programma", scrisse da solo i classici tre volumi riferiti ai tre anni di corso per geometri (13). Risultato: dopo solo un paio d'anni, un migliaio di copie buttato al macero.

Unica soddisfazione di chi scrive: i due più autorevoli e diffusi manuali tecnici italiani, il "Nuovo Colombo" ed il "Nuovo Gasparrelli" della nota casa editrice Ulrico Hoepli di Milano, vedono le voci: *Topografia, Fotogrammetria, Cartografia* redatte da Carlo Monti ed Attilio Selvini. In particolare le oltre 350 pagine del manuale dedicato ai geometri non recano una sola parola che non sia riferita alla situazione attuale delle tre discipline. Circa il manuale dedicato agli ingegneri, è con orgoglio misto a commozione che chi scrive ricorda i suoi predecessori per la stesura delle stesse voci: il suo Maestro Luigi Solaini e la cara, indimenticabile collega Giovanna Togliatti (14).

Quali suggerimenti dare, non certo agli Istituti Tecnici che hanno dimenticato l'etimologia stessa del sostantivo "geometra" e stanno sfornando piuttosto dei "sotto periti edili" al posto degli originari periti agrimensori, ma piuttosto ai più sensibili Collegi Provinciali ed allo stesso Consiglio Nazionale dei Geometri, che qualche anno fa ha pensato addirittura di costituire una associazione di "geometri topografi" (e si passi la tautologia)? A proposito: i dati che il sito corrispondente (AGIT) fornisce, sono di 444 (quattrocentoquarantaquattro!) iscritti alla fine del 2008 (ma vi sono diverse ripetizioni fatte evidentemente per errore). Non sembrano un po' pochi, in rapporto agli oltre centomila iscritti agli albi? Non si giustifica allora il timore espresso da chi scrive (15) che il geometra italiano non sia più tale, e che la tanto conclamata "polivalenza" si riduca in effetti al solo lavoro nel settore edilizio, con le appendici della certificazione energetica e della sicurezza del cantiere?

Ed ecco i suggerimenti. Va richiesto con assoluta urgenza un provvedimento legislativo che sostituisca il vetusto programma di topografia per gli Istituti Tecnici. Va richiesto altro urgente provvedimento legislativo affinché l'esame di stato per l'abilitazione professionale sia demandato ai Collegi Provinciali dei Geometri ed agli Istituti Tecnici Statali ad essi collegati territorialmente. Tale esame, così come oggi strutturato ed unico per tutta l'Italia è un non senso; oltretutto non si capisce perché debba provvedervi il Ministero della Pubblica Istruzione, visto che le professioni dipendono gerarchicamente da quello della Giustizia. Tutti gli altri esami di stato per professioni richiedenti laurea triennale o quinquennale, sono ovviamente gestiti dalle competenti università e dai locali Ordini professionali.

Infine, a quando l'adeguamento del geometra italiano, ma quello vero e fedele all'etimo, alla formazione europea che è solo e soltanto universitaria? Ai posteri, la manzoniana "ardua sentenza".

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1) T. Vardànega, *Lezioni di topografia ad uso degli Istituti Tecnici Geometri, Vol. 3°*. Soc. Editrice Internazionale, SEI, Torino, 1946.

2) A. Selvini, *Ma c'è ancora la topografia, oggi?* Rivista dell'Agenzia del Territorio, Roma, n. 3/2008.

3) C. Monti, A. Selvini, *Ignazio Porro, il precursore dei modelli digitali del terreno*. Rivista del Catasto e dei SS.TT.EE., Roma. *n.1/20037.*

4) A. Selvini, *Eine österreichische Karte des Gebiets zwischen Ticino-Fluss und Flughafen Malpensa*, Geo-

matik Schweiz, Luzern (CH) n. 1/2008.
5) G. Boaga, Trattato di Geodesia e Topografia con elementi di Fotogrammetria. CEDAM, Padova, 1948.
6) A. Selvini, *Formule per la risoluzione rapida dei problemi di intersezione inversa,* Bollettino SIFET, Roma, n. 1/61. *A. Selvini, Collegamento indiretto di due stazioni celerimetriche,* Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Firenze, n. 3/65.
7) A. Selvini, *Elaborazione critica delle misure eseguite dal topografo*, Quaderni Salmoiraghi, Milano, n. 8/70.
Elaborazione delle operazioni topografiche in presenza di relazioni sovrabbondanti fra le misure, Quaderni Salmoiraghi Milano, n. 9/71.
8) P.R.Wolf, Matrix Algebra – a tool for engineers and surveyors. Surveying and Mapping, Reston (VA) nr. 9/1970.
9) P. Dore, *Elementi di fotogrammetria,* Ed. Zanichelli, Bologna, 1938.
10) G. Bezoari, A. Selvini, *Gli strumenti per la fotogrammetria.* Ed. Liguori, Napoli, 1999.
11) A. Selvini, *Qualche riflessione sull'insegnamento della topografia negli Istituti Tecnici per Geometri.* Rivista dell'Agenzia del Territorio, Roma, n. 2/2007.
12) G. Bezoari, C. Monti, A. Selvini *Fondamenti di rilevamento generale.* U. Hoepli, Milano,1983.
13) A. Selvini, *Topografia e Fotogrammetria, voll. 1-2-3.* Petrini ed., Torino. 2000.
14) A. Selvini, *Il "Manuale dell'Ingegnere"* di Giuseppe Colombo. Rivista dell'Agenzia del Territorio, Roma, n. 2/2003.
15) A. Selvini, *Quali geometri e come?* Rivista dell'Agenzia del Territorio, Roma, n. 1/2004.

titolo in francese:
le malentendu du calcul topographique dans les écoles techniques pour géomètres

titolo in inglese:
the misunderstanding of topographic calculation in the tecnical schools for sorveyors

TAMARA BELLONE [*] – LUIGI MUSSIO [**]

La nascita della scienza nel mondo antico occidentale

RIASSUNTO

La nascita della scienza nel mondo antico occidentale è un evento di tale portata da meritare uno studio a tutto campo che oltrepassi i tradizionali sapere settoriali. In particolare chi ha interessi nei campi della matematica (con le discipline dell'aritmetica e della geometria), dell'astronomia e della geografia (comprendendo in essa anche la geodesia e la cartografia) trova curioso scoprire il percorso, pressoché parallelo della biologia e della medicina, legate alle prime discipline da comuni interessi filosofici. Almeno all'inizio, addirittura una unicità di persone effettuano studi e ricerche in tutti questi campi e, anche successivamente, una contiguità di tempi e luoghi mostra il continuare di comuni interessi. Infatti il platonismo, l'aristotelismo, lo stoicismo e l'epicureismo sono differenti dottrine e scuole filosofiche, incapaci di proporre una sintesi possibile, ma tutte comunque rivolte all'espansione delle conoscenze e del sapere.

PARTE I

CIRCOLAZIONE DEL SAPERE ANTICO E MEDICINA GALENICA

INTRODUZIONE

Lo studio dei cicli delle stagioni, la determinazione delle fasi lunari e le prime osservazioni astronomiche, in Mesopotamia (già dall'epoca dei Sumeri), come la correlazione tra stagioni e piene del Nilo, e tra cicli pluriennali e produzione agricola (legata alla qualità del clima), in Egitto (già dall'epoca del regno antico), sono l'avvio di un percorso storico, caratterizzato da studi di astronomia, geografia e meteorologia. Nello stesso periodo, si avviano i primi studi di aritmetica e di geometria.
Infatti i conteggi riportati sui sigilli di confezioni di beni (alimentari e non) e le misure che collegano disegni celesti delle costellazioni a costruzioni sulla terra sono esempi concreti della fondazione delle due, prime e basilari discipline della matematica. Tutto ciò si espande, dalla Mesopotamia e dall'Egitto, ad altre terre ed altri popoli del Medio Oriente e del bacino del Mediterraneo. In particolare, a Creta, in Grecia e nelle colonie greche dell'Asia Minore, a Cipro e nella Magna Grecia (Italia meridionale e Sicilia), la geometria è fondata rigorosamente, a partire da Talete, Pitagora e Platone, per giungere a compimento con Euclide e gli alessandrini, suoi posteri.
In quello stesso periodo, l'astronomia fa passi avanti con la formulazione della teoria eliocentrica (purtroppo abbandonata), da parte di Aristarco, e l'affermazione successiva di quella geocentrica (già maggioritaria) da parte di Tolomeo (a rigore corretta, se intesa solo come studio di moti relativi). Anche la geografia fa passi in avanti e diventa geodesia e cartografia. Eratostene misura un arco di meridiano, tra Alessandria e Siene (in Egitto), e l'angolo tra le locali ombre nei pozzi, al solstizio d'estate, determinando il raggio terrestre (con un errore del 5%).
Erodoto racconta la circumnavigazione dell'Africa, da

[*] Politecnico di Torino – DITAG – Corso Duce degli Abruzzi, 24 – 10139 Torino
Tel. 011-364-7709 – Fax 011-564-7699 – e-mail tamara.bellone@polito.it
[**] Politecnico di Milano – DIIAR – Piazza L. da Vinci, 32 – 20133 Milano
Tel. 02-2399-6501 – Fax 02-2399-6602 – e-mail luigi.mussio@polimi.it

parte dei Fenici, per conto dei faraoni d'Egitto[1].
Quasi contemporaneamente, Eraclito, Empedocle, Democrito, Aristotele ed Archimede si occupano di fisica, rispettivamente parlando di divenire, energia ed atomi, legando forze e velocità[2] (anziché forze ad accelerazioni come, ben più tardi, Galileo e Newton) e studiando la meccanica dei fluidi. Tra l'altro, Archimede si occupa di aritmetica e geometria, e prende posizione a favore della teoria eliocentrica. Ad Alessandria prima e poi a Roma, scuole vere e proprie continuano studi di aritmetica e geometria, astronomia, geodesia e cartografia. Questi, migrando tramite l'oriente bizantino, nella Persia sassanide, incontrano la cultura indiana (a sua volta, forse in contatto con quella cinese). Da lì, l'espansione araba riporta le scienze in Europa e contribuisce a diffonderle verso la fine dell'alto medioevo.
Di ritorno allo sviluppo di queste scienze, nel mondo antico occidentale, ed in presenza di campi di ricerca così fervidi d'idee, è certamente d'interesse conoscere il contesto culturale nel quale si sono mossi. La biologia e la medicina sono antiche discipline scientifiche parallele, legate da comuni interessi filosofici. Anzi proprio per il maggiore coinvolgimento, in queste stesse scienze, della persona umana, più forte è forse il legame tra esse e la filosofia, almeno superata la fase iniziale (pre – socratica) della filosofia, dove superiore è l'interesse filosofico per le cause prime, giocoforza nel campo della fisica. Pertanto un excursus nel campo della biologia e della medicina, affianca la presentazione delle riflessioni filosofiche, propriamente dette, e le indagini scientifiche nei campi contigui della matematica (aritmetica e geometria), dell'astronomia e della geografia (comprendendo in essa anche geodesia e cartografia). Un'osservazione curiosa, ma indispensabile, nota l'accrescersi di tutte quelle discipline scientifiche a stretto contatto con altre discipline non propriamente scientifiche, ad esempio, come l'astrologia, i culti esoterici e la magia. Questo fatto non deve scandalizzare troppo, in primo luogo, perché gli ambienti pagani sono più tolleranti rispetto a dottrine, ideologie, filosofie e religioni, tra loro contrastanti ed anche fortemente. In secondo luogo, occorre riconoscere, come lo sviluppo della scienza, molto spesso, sia avvenuto da parte di personaggi, sotto condizioni di pensiero ed in ambienti culturali carichi di ambiguità[3]. Allora è solo un ulteriore prova della non neutralità della scienza e, almeno oggigiorno, non una delle più gravi. Infatti la scienza si è accresciuta, ha prodotto tecnologie e ha modificato comportamenti personali e sociali. Resta la necessità di un coordinamento della scienza con la politica e l'etica, ma questo è un altro discorso.

FORME DI COMUNICAZIONE NEL MONDO ANTICO [4]

Nel mondo antico, la circolazione della cultura è pressoché contemporanea alla nascita della cultura stessa. Già in Mesopotamia ed in Egitto, la cultura ha una sua relativa diffusione, ma la diffusione della cultura è maggiore in Grecia (dopo i periodi minoico – cretese e miceneo – greco antico). Precisi documenti sulla circolazione della cultura sono comunque dati solo nel

1) La prima circumnavigazione dell'Africa è stata compiuta dai Fenici, intorno al 600 a.C.. Lo storico greco Erodoto narra che il re egizio Neco inviò una spedizione fenicia in esplorazione lungo la costa africana. La nave fenicia si allontanò verso sud e fece ritorno da ovest, tre anni dopo, rientrando dallo Stretto di Gibilterra.
"Il re d'Egitto Neco inviò alcuni Fenici su navi con l'incarico di attraversare le Colonne d'Ercole sulla via del ritorno, fino a giungere nel mare settentrionale e così in Egitto. I Fenici, partiti dal Mare Eritreo, navigavano nel mare meridionale; al terzo anno, dopo due trascorsi in viaggio, doppiarono le Colonne d'Ercole e giunsero in Egitto" (Erodoto, Storie – Libro quarto).
Lo storico greco è scettico riguardo al fatto che l'impresa sia stata veramente compiuta. Infatti i Fenici riferirono che il sole, quando ebbero doppiato l'estremità meridionale del continente, a mezzogiorno indicava il nord anziché il sud. Per Erodoto questo aneddoto rende poco credibile l'intero resoconto della spedizione fenicia."E raccontarono anche particolari attendibili per qualcun altro ma non per me, per esempio che nel circumnavigare la Libia (cioè l'Africa) si erano trovati il sole sulla destra" (ibidem).Tuttavia oggi si sa che, nell'emisfero australe, il sole, a mezzogiorno, indica effettivamente il nord. Questa nozione era sconosciuta allo storico greco che aveva esperienza soltanto della zona temperata mediterranea. Pertanto la notazione fenicia, così contrastante con le conoscenze del tempo, potrebbe effettivamente costituire una prova che quella antica spedizione avvenne realmente e realizzò la prima circumnavigazione del continente africano.

2) A loro discolpa (non invece per gli aristotelici rinascimentali), occorre segnalare il loro limitarsi ai moti lenti dei corpi pesanti. Questa proporzione studia correttamente gli attriri che frenano il moto uniforma.

3) Ad esempio, nessuno può dubitare che Newton sia stato uno dei più grandi scienziati di tutti i tempi. Dalla matematica, all'astronomia, fino alla fisica (con la meccanica e l'ottica), tutti i suoi contributi sono stati pietre miliari, eppure lo stesso Newton si è a lungo occupato di astrologia ed altre cosiddette scienze occulte.

4) Liberamente ripreso e riassunto da: Poesia e lettori in Roma antica – Forme della comunicazione letteraria, di Mario Citroni (Edizioni Laterza, Bari, 1995).

mondo ellenistico (con Alessandria, assurta a centro culturale di quello stesso mondo) e poi a Roma, nella tarda età repubblicana e durante l'impero.
Aspetti formali ed articolazione di contenuti della produzione culturale sono condizionati dal dialogo tra autori ed il loro pubblico, all'interno di una data società. In questo caso specifico, il lettore d'interesse non è un qualsiasi lettore a-temporale, ma lettore reale cui si rivolge direttamente la comunicazione, messa in moto dal testo, a sua volta, risultando questo condizionato nei suoi assetti. Difficoltà sono comunque presenti già nel caratterizzare le intenzioni dell'autore [4], rispetto al testo prodotto.
Maggiori difficoltà si hanno poi nella definizione del lettore reale (che spesso non coincide con i profili sociali prevalenti del suo tempo), dovendola ricavare solo da dichiarazioni, allusioni ed atteggiamenti presenti nel testo. In entrambi i casi, è ben evidente un'inevitabile circolarità tra il contenuto di testo, da sottoporre ad analisi formale dei suoi condizionamenti esterni, e la caratterizzazione dell'autore e del suo pubblico, proprio a partire dal testo stesso.
Oltre ai problemi di ordine teorico, problemi di ordine pratico derivano, in particolare per i testi antichi, dalla scarsità di notizie esterne, non generiche, come il successo o l'insuccesso (ad esempio di uno spettacolo teatrale). La ricezione in altri scrittori contemporanei copre solo un settore specializzato, mentre critici e grammatici si riferiscono spesso ad autori del passato. Pertanto dimensioni, composizione sociale ed articolazioni del pubblico sono dati di difficile reperimento.
A parziale soccorso, arrivano comunque alcuni generi, privi di convenzioni impersonali ed a-temporali, dove l'autore parla in prima persona [6], fa riferimenti specifici all'attualità e presenta persone reali della società contemporanea [7]. Talvolta queste persone reali appartengono alla cerchia privata dell'autore e la loro presenza serve a misurare il tasso d'apertura verso un pubblico più vasto, rispetto alla destinazione di un testo ad una sola cerchia intima, quasi un momento privato [8].
Le articolazioni del pubblico colto di Roma sono molteplici. In generale, passando dall'età tardo repubblicana a quella augustea, si ha un allargamento della dimensione del pubblico, da una cerchia ad una destinazione via, via più vasta (pur perdendo lo sperimentalismo stilistico, ad esempio, di Catullo per andare nella direzione di un aspetto formale coerente). D'altro canto, Ovidio si rivolge ad un lettore d'élite, anche se appartenente ad un pubblico generico.

LA COMUNICAZIONE A ROMA ANTICA

Nel mondo antico (e non solo) è difficile fare stime, anche approssimative, relativamente alla popolazione alfabetizzata, ai potenziali lettori di un testo e del numero di copie prodotte di esso [9]. Assumere un'identità con condizioni odierne, nel modo sviluppato, è semplicemente assurdo. Esiguo è il numero delle persone alfabetizzate (quasi nullo, al di fuori delle aree urbane) ed ancora più esiguo quello delle persone interessate ad un testo.
Il problema è più qualitativo che quantitativo.
Allora quasi certamente, sanno leggere tutti i membri maschi della classe senatoriale (IV secolo a.C.), poi via, via quelli della classe dei cavalieri (II secolo a.C.) ed infine anche i legionari, ma non gli ausiliari (in età imperiale). Circa la popolazione femminile e gli schiavi è quasi impossibile dare qualsiasi valore [10].
D'altra parte, prima dell'invenzione della stampa (a caratteri mobili) è anche difficile parlare di pubblicazione ed edizione di testi, e di un loro mercato.
Inoltre in un gruppo comunque ristretto è necessario distinguere la cerchia d'amici, da gruppi lontani che non conoscono direttamente l'autore e che fanno pensare ad un mercato ante – litteram. Questo, sporadico in età augustea, è parzialmente presente dalla seconda metà del primo secolo. Cicerone [11] nel suo epistolario

5) La pressoché totale mancanza di diari, lettere ed interviste rende difficile separare l'autore dal testo.

6) Purtroppo anche la prima persona, come pure le dediche, possono assumere caratteri di pura formalità convenzionale e perdere così la loro utilità specifica.

7) Seppure in diversa misura e con modalità diverse, i poeti Catullo, Orazio, Properzio e Tibullo froniscono esempi in questa direzione.

8) Il grado di minore o maggiore apertura spazia dal dedicatario individuale, alla cerchia privata e dalla comunità romana ad un vasto pubblico generico.

9) Ancora diverso è il problema della comunicazione orale, come per la poesia greca arcaica, e del passaggio dalla comunicazione orale a quella scritta.

10) Per contro, esistono precise testimonianze di capacità culturali femminili e di schiavi.

11) Questo sistema è in vigore anche nelle epoche precedenti ed è attestato dai prosatori greci filosofici e scientifici, e dalla patristica.

con Attico parla di una diffusione privata (con doni, prestiti, ecc.), seppure vasta in tutto l'impero, grazie ai propri scribi personali, iniziando dalle bozze, fino alla stesura definitiva.
Successivamente dall'epoca di Plinio il Giovane, la letteratura supera, in parte, i confini ristretti delle relazioni personali [12]. Tuttavia le élite sono spesso collegate da una catena di amicizie e clientele, dalla cerchia romana a quella italica e, da questa, a quelle provinciali (in tutto l'impero) [13], contribuendo ad andare oltre le relazioni dirette, già così. Scrittori ed intellettuali vivono a fianco di queste cerchie, appartenendo spesso a ceti sociali inferiori (stranieri, liberti e servi), con la funzione d'insegnanti, critici e consiglieri.
Diverso è il caso della fruizione culturale, oltre i teatri, con recitazioni che per esibizioni oratorie. Sale apposite sono luoghi d'incontro di un vasto pubblico, sia per rapporti sociali ed esibizione culturale, dove spesso i primi motivi prevalgono sui secondi. Plinio il Giovane parla indignato di un pubblico infastidito ed annoiato, presente solo per motivi di cortesia verso gli autori. D'altra parte, distinguere tra lettura personale e recitazione non è possibile, data l'abitudine di far leggere schiavi durante pranzi e cene [14].
Un'altra considerazione si riferisce alla natura delle opere. Opere ponderose, come i trattati di Varrone ed i libri di Livio sono verosimilmente in poche copie (se non in un'unica copia). Testi più snelli possono essere ricopiati più facilmente e maggiormente diffusi, anche tramite librerie. Fra questi possono annoverarsi testi d'intrattenimento, letteratura non specialistica ed orazioni d'attualità (queste ultime anche di Cicerone), biografie storiche, opuscoli e trattatelli [15].
Anche il livello di conoscenza si diversifica per i vari strati della società, da quelli elevati e medio – alti che accedono a conoscenze dirette a quelli medi e medio – bassi che si rifanno prevalentemente ad una conoscenza dei passi più importanti e famosi, fino a quelli infimi per i quali di qualche conoscenza si può parlare solo per sentito dire. Di conseguenza, ad esempio, la produzione di Marziale spazia da epigrammi più ardui, di un certo impegno, a epigrammi più semplici, giocosi ed ameni.
Quintiliano ricorda poi la notevole diffusione delle scuole dei grammatici e dei retori, dove gli allievi devono essere forniti di materiale didattico e, di conseguenza, anche di libri (ricopiati dai copisti, ma verosimilmente diffusi non solo per diffusione diretta, ma anche nelle botteghe dei librai). Ancora l'educazione delle donne richiede conoscenza e studio di testi: dalla formazione delle ragazze, all'intrattenimento delle matrone, fino al successo in società di un certo altro tipo di donne.

LE NOVITÀ DEL PUBBLICO IMPERIALE [16]

Dopo il passaggio da una letteratura nazionale ad una letteratura per pochi, come accaduto tra l'età arcaica e l'età di Cesare, l'età di Augusto [17] vede il ritorno ad una letteratura nazionale, principalmente con le figure di Virgilio ed Orazio [18]. Quasi nello stesso periodo, si assiste al passaggio da dedicatari e lettori privati (come una cerchia d'amici), tipici delle elegie di Properzio e Tibullo, alla scoperta del generico lettore pubblico, colto ed affezionato, propria dei carmi di Ovidio.
Il pubblico del I secolo d.C. è più ampio e socialmente più vario, per una maggiore istruzione ed il prestigio della letteratura romana dell'età augustea. Quello stile di vita, limitato all'aristocrazia colta, alla fine del II

[12] Marziale è attento agli aspetti concreti della vita quotidiana e dà notizie sull'organizzazione della cultura latina, ad esempio, sulle librerie, citate tuttavia fin dai tempi di Catullo ed Orazio. A riguardo, Catullo ricorda il regalo riciclato di Licinio Calvo (un avvocato, suo amico), in occasione dei Saturnali, contenente pessime poesie di un qualche maestro di scuola, e la sua intenzione di fare incetta, sul mercato, di questi pessimi libri, per toglierli di mezzo. A sua volta, Orazio distingue tra un libro per una cerchia intima ed uno, inviato alle botteghe dei librai, per un pubblico ignoto che teme, ma deve accettare, rimanendo amareggiato per le incomprensioni ed invece gratificato dagli elogi.
[13] L'élite italica affianca quella romana già dalla fine del II secolo a.C. e quelle provinciali dal I secolo a.C. In epoca più tarda (ovvero in età augustea e/o nel I secolo d.C.), si accostano a queste élite, tutti coloro che hanno ricevuto un'istruzione superiore (senatori, magistrati, notabili, tecnici dell'amministrazione, artigiani delle arti più nobili e complesse). L'intento è riuscire a farne parte ed acquisirne il prestigio sociale; pertanto la lettura di certi testi e la conoscenza del loro contenuto sono uno degli strumenti d'accreditamento.
[14] Occasionale è la recitazione, in anteprima di testi, tranne per cerimonie pubbliche, declamazioni oratorie, agoni poetici e testi teatrali.
[15] Un lungo elenco di opuscoli e trattatelli, sui giochi ed altre attività dei Saturnali, è riportato da Ovidio, nel secondo libro dei Tristia.
[16] E' altresì possibile rilevare una certa continuità tra l'età tardo – repubblicana ed il primo impero. D'altra parte, questa osservazione non contraddice la precedente, essendo sempre largamente arbitrarie classificazioni e segmentazioni storiche e/o geografiche.
[17] Una conferma indiretta dell'allargamento sta nella opera di promozione della produzione culturale, altrimenti incomprensibile.
[18] Limitatamente ad Orazio fanno parziale eccezione le Satire e le Epistole, con i loro differenti piani di destinazione.

secolo a.C., si estende progressivamente, per imitazione, ai ceti medi e medio – bassi. Marziale testimonia l'ansia di adottare gusti, ormai decadenti (Trimalcione che esibisce cultura è una parodia, ma mostra tipici atteggiamenti dei ceti emergenti).
I testi si leggono nei ritrovi, alle terme, nei salotti e nelle cene. Il libro è un dono comune, non solo per le élite (come attestano Plinio il Giovane e Stazio), ma anche per i ceti più bassi. Ovviamente questi ultimi non hanno, di certo, la conoscenza completa delle opere di Virgilio (e di altri, altrettanto importanti), ma ne conoscono i passi salienti ed intendono partecipare al dibattito culturale della loro epoca. La presenza di epigrammi, talvolta malamente storpiati, sui muri di Pompei, conferma questo quadro.
Ad esempio, già Ovidio e poi Marziale sono autori di letteratura per i Saturnali che vede, come lettori, gente comune ed un'élite colta (salendo gerarchicamente fino ai senatori ed allo stesso imperatore). Un'altra prova è data dalla presenza del pubblico ai grandi processi, della prima età imperiale, e dalla popolarità di grandi avvocati, come pure dalla vasta partecipazione di pubblico alle declamazioni dei retori, dove una folla di uditori si lascia sedurre dai giochi verbali su situazioni fantastiche e romanzesche.
L'impero di Tiberio e la successiva età flavia vedono insieme la produzione ed il consumo di letteratura d'élite, letteratura d'occasione, forme d'intrattenimento e storia versificata [19]. A riguardo, Quintiliano ne raccomanda la conoscenza indispensabile nelle scuole (di base) dei grammatici e maggiormente in quelle (superiori) dei retori. Per contro, Marziale si indirizza verso un tipo di cultura che tenga in considerazione esperienze comuni di vita [20] (come già in Ovidio e nella satira di Lucilio ed Orazio).
Già nella prima età imperiale, è pressoché impossibile prescindere dal rapporto personale con amici e protettori (che hanno un'importanza maggiore dei dedicatari o dei mecenati, tardo repubblicani od augustei). E' una struttura piramidale gerarchica che arriva fino alla coorte, alla famiglia imperiale ed all'imperatore, e li colloca ai livelli più bassi, comunque gangli fondamentali di questa struttura. Dai palazzi imperiali e dalle case dell'alta società, ad esempio, derivano i personaggi delle favole di Fedro [21].

CLASSIFICAZIONI DI ANIMALI [22]

Il coltello, usato per il sacrificio sacerdotale o dal macellaio, in mano all'anatomista serve a classificare scientificamente, già con Aristotele, e contribuisce a fondare la medicina, con Galeno. Dopodichè lo stilo serve a scrivere anche i trattati della scienza e, in particolare, anatomici per continuare la ricerca e fare scuola. L'accumulo del sapere dalla zoologia, all'anatomia umana ed all'antropologia strutturale segna uno dei tragitti della razionalità scientifica europea [23].
In "Altre inquisizioni", Borges racconta di un'immaginaria enciclopedia cinese (Emporio celeste di benevoli conoscimenti) che classifica solo animali vivi o imbalsamati (ovvero morti, ma così trattati per fingerli vivi).

[19] La proposta poetica di Lucano è un ritorno al grande poema epico, pur trasferito in una nuova forma.
[20] La produzione alta di Giovenale irride invece il degrado del pubblico, ma resta chiusa in uno sdegnato isolamento.
[21] In questo contesto, Fedro ha notevoli ambizioni che, incomprese dal grande pubblico, lo portano a rifugiarsi nel principio del sopraccitato Orazio, delle Satire e delle Epistole, ed a rivolgersi a pochi intenditori, per un proprio orgoglioso piacere. D'altra parte, Fedro dialoga e polemizza con il lettore anonimo e le sue favole, per l'evidenza dei contenuti, la ricercata semplicità e la chiarezza della forma, sono comunque di facile accesso anche a persone di modesta cultura che pure sembra non apprezzarlo. Ovviamente i protagonisti ed i comprimari delle favole sono personaggi minori che, a vario titolo, popolano questi ambienti, ma servono a mettere alla berlina anche chi sta più in alto (proprio la immedesimazione di Seiano, con il cattivo di una favola è la causa della disgrazia di Fedro). Inoltre la trasformazione di questi personaggi in animali (raramente in piante ed oggetti) generalizza ed aumenta l'ironia, prima di una morale (se presente, quasi sempre caustica). Infatti ad esempio, lo scontro tra Fedro e Seiano (rappresentante imperiale a Roma, durante il lungo soggiorno di Tiberio a Capri), con la cocente sconfitta del primo (prima della caduta del secondo), e la successiva richiesta protezione di questi ad Eutico (un liberto della corte imperiale), pur a livelli notevolmente diversi, si collocano all'interno della struttura imperiale e ne confermano tutta la sua cogente realtà.
[22] Liberamente ripreso e riassunto da:: Il coltello e lo stilo, di Mario Vegetti (Arnoldo Mondatori Editore – Il Saggiatore, Milano, 1979 / 1987). Nella Grecia antica, una figura mitica (Prometeo) è posta all'inizio della cultura occidentale. Prometeo è un titano, schierato con Zeus contro Crono e gli altri titani, è benvoluto da Atena ed impara, da questa, arti utilissime come matematica, astronomia, navigazione, architettura, metallurgia e medicina. Tuttavia Prometeo ruba il fuoco agli dei, per donarlo agli uomini e, per questo, è punito ed incatenato ad una roccia del Caucaso, dove un avvoltoio gli rode il fegato; più tardi, in una della sue fatiche, Ercole lo libera.
[23] Esopo racconta che una gatta, innamorata di un giovinetto, pregò Afrodite di essere trasformata in donna e fu esaudita. A sua volta, fu poi amata dal giovinetto, ma Afrodite gettò un topo nel loro letto per verificare la vera natura della fanciulla. Ella rincorse il topo e fu ritrasformata da Afrodite in gatta.

Diverso è il caso della classificazione di animali morti, nella Grecia tra il VI ed il III secolo a.C., dove la figura dello scienziato classificatore ha un suo specifico stile di razionalità, mentre simile alla prima classificazione è la Grecia da Omero a Simonide.
Esopo è un punto di passaggio: ad esempio, il cervo veloce diventa vile. La classificazione aristotelica degli animali (nei suoi soli libri compresi tra il primo e l'ottavo, mentre il nono ed ultimo è successivo) ha qui una sua lontana origine. Proprio il peripatetico Demetrio Falareo, alla fine del IV secolo a.C., è il primo editore di Esopo.
Addirittura le qualità psicologiche degli animali costituiscono una griglia per uno schema di classificazione possibile [24].
Un gioco degli specchi scambia vizi e virtù tra uomini ed animali: dagli animali alle donne, in Simonide, dagli uomini agli animali, nel Timeo di Platone [25]. Prima ancora, Pitagora riconosce in un cucciolo l'anima di un amico ed Empedloce racconta di essere stato uccello e pesce.
Dapprima uomini, animali e dei sono collegati da un'intelligenza astuta (prometeica, detta metis) e successivamente, con Platone ed Aristotele [26], subentra un discorso vero della teoria e della scienza (detto logos). Nel V secolo a.C., all'acropoli dei sacerdoti si oppone l'agorà della tecnica, dal pescatore al cacciatore, come dall'allevatore al macellaio, fino al medico ed allo studioso – filosofo. I pitagorici (ostili allo spazio politico della città democratica) sono rappresentati dal primo mondo, chiuso nella purezza del sapere teorico dei numeri e nella pratica sociale del rispetto magico verso il corpo dell'animale vivo.
Il sacrificio sacerdotale del bue è vissuto contemporaneamente come una colpa ed una necessità.
Al polo opposto sta tutto il popolo urbano (demos), con pescatori, cacciatori ed allevatori (che uccidono gli animali per farne una merce), i macellai (che ne spartiscono il cadavere), i cuochi (che preparano il pasto) ed i medici (che stabiliscono la dieta per mantenere l'equilibrio della salute). S'incomincia così a formare un nuovo sapere che spezza il rapporto speculare tra uomo ed animale. Platone tuttavia, pensando ad un re – filosofo, lascia una dicotomia tra grande scienza e piccoli mestieri [27].
Aristotele invece avvicina la grande scienza ed i piccoli mestieri, filtra e differenzia il contenuto delle classificazioni. Il primo livello è occupato da pescatori e cacciatori che hanno un rapporto ecologico ed etologico con gli animali (il branco, le migrazioni, la tana o lo scoglio).
Dopo la cattura e l'uccisione, l'attenzione dell'animale sezionato, cucinato e cotto, passa al livello dei macellai, dei cuochi e dei medici [28]. Tutti quanti sono legati al mercato della città od al suo porto, ignorando i divieti pitagorici.

CLASSIFICAZIONI SCIENTIFICHE DI ANIMALI MORTI

Le tappe di una classificazione, fondata sulla morfologia dell'animale morto, non sono una progressione lineare.
Anassagora, legato al sapere naturalistico ionico (nel V secolo a.C.), dichiara la superiorità degli uomini sugli animali, per la loro capacità d'accumulare esperienza, attraverso il lavoro delle mani, e concepisce il cielo, come la fucina del fabbro, popolato di frammenti incandescenti, seguendo la tradizione prometeica, diversamente dalla dottrina pitagorica delle divinità – animali celesti.

[24] Il bue è mite, tranquillo e remissivo; il cinghiale collerico, ribelle ed indomabile. Il cervo e la lepre sono intelligenti, ma timidi; i serpenti infidi e vili. Il leone è nobile, coraggioso e generoso; il lupo infido e selvatico. La volpe astuta e malvagia; il cane affettuoso ed obbediente. L'elefante è mite ed addomesticabile; l'oca paurosa e cauta, ed il pavone vanitoso.

[25] Gli uomini codardi ed ingiusti diventano donne, quelli leggeri (ma non malvagi) uccelli. Bestie diventano quelli selvaggi, serpenti quelli striscianti, pesci ed altri animali acquatici i più stolti ed ignoranti.

[26] L'anima di un bambino non differisce da quella delle bestie. Caratteri comuni tra uomini e bestie sono mansuetudine e selvatichezza, mitezza ed aggressività, coraggio e viltà, paura e sicurezza, impetuosità e furberia, ecc.

[27] Un abbozzo tassonomico è presente nel Sofista e soprattutto nel Politico di Platone.

[28] Un trattato medico del IV secolo a.C., il Regime, organizza una tassonomia elementare ed il medico non esita a farsi cuoco, presentando ricette di cottura. Pertanto la tassonomia dei mestieri ignora i requisiti di universalità, è dominata da un punto di vista immediato e non osserva gli animali per amore della conoscenza pura.

Aristotele, in polemica con i medici ippocratici [29], dichiara che è necessario uccidere gli animali, per costruire unità tassonomiche dalla disarticolazione anatomica, con il solo scopo di conoscenza scientifica. Infatti per la costruzione di una teoria pura sulla circolazione sanguinea non basta osservare animali vivi, né quelli sacrificati per riti sacerdotali [30]. Caratteristiche della classificazione sono osservazioni specifiche sui sistemi circolatorio e respiratorio, digerente e riproduttivo, di locomozione e del tegumento [31].
La ricerca della conoscenza scientifica denota origini pitagoriche, pur nel superamento del tabù sull'animale morto. Una posizione estrema porta a neutralizzare gli oggetti della conoscenza e differenziare, oltre uomini ed animali (compresi cani e cavalli, privi di anima), anche uomini liberi e schiavi. In ambito alessandrino, si giunge fino alla vivisezione di criminali delle prigioni, cosa proibita già a Roma (ma drammaticamente vera con odiosi crimini nazisti e, forse ancora attuale, in qualche paese asiatico).
Una conseguenza di rilievo è la nascita della scuola, con una sua precisa scansione disciplinare, codificata nei trattati, volta a disgregare la vecchia unità sapienziale. Questa è indipendente dal potere politico, oggetto d'attenzione particolare per la tradizione pitagorico – platonica. Tra gli allievi di Aristotele, notevole è Clearco di Soli (autore alessandrino del trattato "Sugli scheletri"). Più tardi, Galeno (II secolo d.C.) lega medicina, chirurgia, anatomia e razionalità scientifica [32].
Ancora da Teofrasto, attraverso Antigono, Artemidoro ed Eliano, si procede alla formazione di grandi bestiari (edificanti, di tradizione letteraria ed umanistica) che dominano la zoologia (immaginaria) medioevale, fino al ritorno dei grandi libri della scienza (sperimentale e razionale), tra umanesimo e rinascimento. Invece da Galeno deriva la conoscenza anatomica dell'uomo (dove l'anima è somma di funzioni organiche di cervello, cuore e fegato, ecc.), differente dalla conoscenza politica dello stesso (un animale sociale) [33].

RICAVARE VERITÀ DALL'ANATOMIA

Una lunga tradizione di teoria della natura parte da Empedocle e passa attraverso l'atomismo di Democrito. L'analisi aristotelica della struttura morfologica del corpo animale si fonda su tre livelli di composizione [34]. Prima vengono gli elementi: terra, aria, acqua e fuoco (ovvero solido, fluido, freddo e caldo). Poi viene la composizione delle parti omogenee (come ossa, carne, sangue, ecc.) ed infine la composizione delle parti non – omogenee (come viso, corpo, mano, ecc.).
Secondo la metafisica aristotelica ed il "De interpretatione", la verità è una luce che viene dalle cose (ad esempio, dall'evidenza della riproduzione sessuata tra maschio e femmina) ed il compito del discorso teorico non consiste nel portare alla luce le cose [35], ma nel rimuovere gli ostacoli soggettivi (pregiudizi, distrazioni e false teorie).
Di conseguenza, una precisa connessione epistemologica svolge un ruolo strategico per la comprensione del nesso anatomia – classificazione. La matematica (nella logica, come nella geometria) fornisce gli strumenti del linguaggio astratto (atti alla descrizione scientifica), completamente neutri e pertanto a prescindere da qualsiasi domanda (inespressa) su cosa sia migliore o peggiore (perché nulla, in matematica, si dimostra in base a qualche fine). Altro discorso è invece la conoscenza del senso e dei fini, parti preminenti del mo-

[29] I trattati più tardi De partibus e De generatione di Aristotele superano alcune incertezze, ancora presenti nella Historia dello stesso.

[30] Ad esempio, la distinzione tra ossa, spine e cartilagini forma una linea di classificazione animale che giunge fino a Linneo, nel '700.

[31] Scompaiono invece le informazioni provenienti da pesca, caccia, allevamento e medicina tradizionale.

[32] Le note più tarde sugli animali vivi si muovono sul versante della favolistica. Diverso è il discorso sull'alimentazione esclusivamente vegetariana o meno che vede, su versanti opposti, pitagorici, platonici (in particolare, Plurarco) e cinici, contro aristotelici, stoici ed epicurei. Un discorso intermedio è fatto, nel Peripato ateniese (contrapposto al nuovo Peripato alessandrino), da Teofrasto (con il nono libro della Historia), fino a Plinio il Vecchio, nella Roma imperiale, con il riconoscimento ad alcuni animali delle capacità d'insegnare ed imparare, fino ad organizzarsi politicamente ed a curarsi.

[33] L'uomo è bipede, come gli uccelli, ma più simile alle scimmie, come confermato già da Galeno in Quod animi, De semine e De usu. L'indagine anatomica galenica individua sottopelle gli organi sessuali della donna, contrapposti ai testicoli. Più controversa è la distinzione anatomica (ovviamente inesistente!) tra uomini liberi e schiavi, anche se le mansioni svolte tendono a rendere agili gli uomini liberi e robusti gli schiavi. Allora come per i barbari, assimilati agli schiavi, la vicinanza anatomica è maggiore con i quadrupedi pesanti da lavoro, anziché con gli uccelli leggiadri.

[34] Secondo Aristotele, tutti i processi biologici sono necessari e non vincolati all'intenzionalità soggettiva, al contrario in Platone ed i suoi allievi dell'Accademia, il movimento verso il sapere e la fondazione politica della città hanno sempre il carattere di una scelta soggettiva.

[35] Non ogni discorso è vero o falso; ad esempio, la preghiera non è un'enunciazione. L'esempio non è casuale ed è una svolta straordinaria nella tradizione intellettuale greca, spezzando in due sezioni le pratiche discorsive. Più estese sono la retorica, la poetica e la preghiera, ma benché minore per estensione, la scienza ha un potere di controllo normativo.

dello di spiegazione scientifica, ma comunque mai fini ultimi (considerati inesistenti). Un anticipo delle neutralizzazioni risale a Parmenide con l'uso del neutro alla volta d'Apollo, identificato con il sole [36]. Infatti nel passaggio tra VI e V secolo a.C., la crisi di sovranità delle grandi famiglie aristocratiche terriere (discendenti dalle monarchie teocratiche micenee), a vantaggio dei nuovi ceti sociali cittadini emergenti, spersonalizza la divinità e riduce la gestione del sacro ad una funzione sociale (legislativa), al servizio di altre (come con la retorica sacra di Empedocle).

PLATONE E LA NEUTRALIZZAZIONE SACRA

L'origine di Platone, secondo Apollodoro e Diogene Laerzio, è ammantata di mitologia, discendendo questi da Codro, ultimo re di Atene. Inoltre come Solone, suo antenato, è in possesso di una tradizione di sapere trasmessogli da un sacerdote egiziano (come affermato nel Timeo) e da un dio – filosofo (Apollo) [37]. Poi è nipote di Crizia, tiranno di Atene, ed allievo di Socrate che, avendo sognato un piccolo cigno, paragona Platone stesso al nobile animale.
Lo spazio arcaico del discorso religioso è ricostruito con un intreccio tra regalità, sapienza e legislazione, nei dialoghi socratici, come ne "La Repubblica" e ne "Le Leggi". Contemporaneamente le dimensioni di un mondo, conoscibile ed enunciabile, sono espanse con la formulazione di una teoria delle idee, articolata e dotata di regole procedurali (ad esempio, dapprima nell'"Ippia maggiore" e successivamente nel "Fedro", Socrate affronta il problema del bello).
La battaglia per la neutralizzazione non si sviluppa dove massima è l'astrazione, ma dove più turbolenti sono le espressioni linguistiche ed i concetti ideologici (quali i valori sociali, il buono ed il bello). Un'endiadi tra verità ed essere è messa in atto e collegata all'eros (etimologicamente alla forza divina presente nella natura). La pluralità delle idee è distinta dalla molteplicità delle cose empiriche e, proprio perché trattasi di un plurale, occorre una mappa gerarchica per assegnare a ciascuna la propria categoria.
La crisi di sovranità all'inizio del V secolo a.C. è risolta ristabilendo il dominio della teoria (cioè di una verità neutralizzata ed universalmente valida), in termini di valori d'uso e di proiezione verso il potere. Pertanto la dispersione dei discorsi è ridotta con la dinamica dialettica (ben distinta dalla vuota retorica, pur nell'uso volutamente ambiguo della scrittura) e non tramite la matematica, eccessivamente astratta. Il programma filosofico d'educazione è vasto e si rivolge a sacerdoti, guerrieri, artigiani, donne e bambini.
L'anima è accolta secondo la tradizione, ma resa conflittuale per la politica, la sapienza e la morale. Un ordine armonico ed una gerarchia di comando hanno compiti di ricomposizione con i desideri sottoposti alla ragione, affinché la giustizia sia per tutti e, da essa, sempre per tutti ne derivi gioia. Non sfugge una certa dose d'utopismo, già messa in luce da Aristotele che conduce ad una visione della società e del mondo meno esuberante e più sobria. La conquista macedone, della seconda metà del IV secolo a.C., fa giustizia delle proposte repubblicano – filosofiche di Platone (nonostante il tentativo nobile dell'Accademia di sottoporre la pratica politica alla scienza della politica), relegandole tra i miti classici, da Edipo a Medea. Successivamente stoici ed epicurei tornano a parlare di saggezza, felicità e piacere, ma distanti dalla politica, rispettivamente acquiescenti verso un disegno provvidenziale o segregati, in uno spazio privato, e rassegnati.

ARISTOTELE E LA NEUTRALIZZAZIONE SCIENTIFICA

Figlio di un medico della corte macedone e precettore di Alessandro Magno, Aristotele insegna al Ginnasio – Liceo ateniese e fonda il Peripato. La strategia di neutralizzazione collega la verità alla natura degli enti (detta la cosa) e stabilisce un nesso nobile tra scienza e verità – cosa. La cosa si fa strada da sola, anche contro le opinioni degli uomini (e superandone gli errori), fino ad imporre la propria corretta nomenclatura. Le caselle ordinate sono catalogate con opportune etichette [38].
Nella "Fisica", nulla del passato è perso, ma tutto è sezionato e tradotto. Uno sforzo collettivo permette di

[36] Le cavalle, il carro e le fanciulle figlie del sole … è un verso, posto all'inizio mitico di un poema di Parmenide su un suo viaggio iniziatico, per giungere alla rivelazione divina (la Porta della Verità).

[37] Un'importante acquisizione, egizia e medio – orientale, è la conoscenza dell'astronomia (gli astri come dei – animali celesti), ma i greci perfezionano queste conoscenze astrattizzandole, grazie alla geometria.

[38] Il principio catalogato può essere uno o molteplice; se uno, allora immobile o mobile; se molteplice, invece in numero finito (uguali o diversi per genere) od in numero infinito.

raggiungere un risultato apprezzabile (definendo di un numero limitato, ma non trascurabile, di famiglie di significati), perché in una somma algebrica si accumulano fattori positivi e si annullano distorsioni. Manca una concezione sistematica della scienza che si verifica solo nel II secolo d.C., con Tolomeo e Galeno, i cui libri diventano testi canonici per la scolastica della tarda antichità. Negli "Analitici", enfasi particolare è data al sillogismo, più sul principio che sull'accrescimento e l'espansione (quasi meccanica). Nella "Metafisica" non ricorre mai il nome di Apollo e quello di Giove è lasciato ai poeti, ma la neutralizzazione della divinità non impedisce che essa abbia vita come pensiero di pensiero. Un mito, ragionevole ed utile, persuade i più ed impone l'obbedienza alle leggi. Nei "Topici", si dirimono le controversie; vizi e virtù dell'anima e del corpo sono affrontati nell'"Anima" e nelle "Etiche".
La Retorica si occupa della giurisprudenza e della mercatura; la "Politica" della gestione della città e dello stato. La neutralizzazione è ovunque; tutto ha forma di scienza, regolata secondo un ordine impassibile e divino, dato dal primo mobile (o motore). La ragione introduce distinzioni e divisioni, tra le cose, cerca di descrivere il posto da loro occupato e di provarne la correttezza. Allora la classificazione delle cose (e degli uomini) è non solo conoscenza, ma anche controllo e nulla deve restare taciuto.
Come per la teoria (sacra) platonica, anche la teoria (scientifica) aristotelica soffre di un'ambizione di onnipotenza, dove lo scienziato – filosofo subentra al filosofo – sacerdote. In Aristotele e nel Peripato, la potenza della filosofia – scienza non tollera limiti di normativa ed estensione. Solo l'opposizione strenua dei cinici, degli scettici e degli eclettici pone un freno a possibili deliri di onnipotenza, quando ad una completa neutralizzazione conseguono dissezioni inutili (e forse pericolose).
La dissezione è radicata nel sacrificio e, dopo Aristotele, nella chirurgia, ma questa sua ultima origine è ben occultata, come ben occultata è l'origine del discorso teorico nel discorso sacro. Galeno afferma poi che la medicina (cioè la conoscenza delle parti dei corpi per evidenziare il legame tra anatomia e tassonomia) è a vantaggio non solo dei medici, ma anche di tutti gli uomini. Un mondo gerarchicamente ordinato, come per i corpi degli animali e degli uomini, è descritto con il linguaggio (logico) della scienza.

LA NATURA DEGLI UOMINI

La tradizione antropologica materialista [39] traccia una doppia linea di demarcazione che separa gli uomini dagli dei e dalle bestie. Per Omero, l'uomo è un essere mortale, mangiatore di pane e costruttore di navi, ma per Lucrezio, l'uomo è tale perché, con una donna, si unisce coscientemente in matrimonio. Questa ultima osservazione segna il passaggio dalla sola natura alla cultura, ma l'aggiunta alla prima osservazione evidenzia il possesso di abilità tecniche, pre – culturali, eppure ingegnose [40].
Secondo la cultura naturalistica del V secolo a.C., Senofane considera gli uomini alla ricerca del meglio, perché gli dei non rivelano tutto fin dall'inizio. Nello stesso periodo, un medico autore di Antica Medicina presenta gli uomini inferiori, in tutto, agli animali, ma capaci di usare memoria, esperienza, sapere e tecnica. Anassagora considera le mani come lo strumento, collegato al cervello (proprio per questo, superiore al cuore ed al sangue), che distingue tutti gli uomini (greci e barbari) dagli animali. Vitruvio e poi Plinio il Vecchio aggiungono alla caratterizzazione dell'uomo anche il linguaggio, simbolico e dotato di significato, che si distingue bene dai versi (illetterati) degli animali. Inoltre Vitruvio stesso sottolinea l'importanza della postura eretta, per la liberazione dell'uso delle mani come supporto alla deambulazione. Comunque un'unità culturale collega le prime osservazioni del V secolo a.C. con le analisi approfondite del I secolo d.C.
Un'altra caratteristica umana è la capacità di uccidere non solo gli animali [41] (come fanno gli animali carnivori), ma anche i propri simili (cosa rara negli animali, ad eccezione di quelli inferiori). Democrito, Diodoro Siculo, Plinio il Vecchio e Galeno affermano che mangiare il pane (cioè coltivare cereali e praticare l'agricoltura) è una forma successiva all'antropofagia ed alla caccia (fino allo sterminio di tutti gli animali). La legge (egiziana, greca e romana) pone limiti alla liceità dell'uccisione degli uomini [42].

[39] Democrito, Epicuro, Lucrezio e Vitruvio sono alcuni suoi rappresentanti.

[40] Ad esempio, come raccontano Esiodo ed Eschilo, ingegnoso è Prometeo che ruba il fuoco agli dei, per regalarlo agli uomini, dando avvio ad una serie di conquiste tecniche (agricoltura, architettura, medicina, ecc.).

[41] Esiodo presenta Prometeo, come il primo uomo che ha ucciso un bue, per cibarsi delle sue carni, arrostite al fuoco, insieme ad altri.

[42] Gli uomini si possono uccidere in guerra per difendersi, oppure perché criminali ed indegni di vivere.

Allora un'altra caratteristica umana è la giustizia, ovvero la capacità di discernere bene e male, lecito ed illecito, giusto ed ingiusto.
L'uomo assassino diventa un uomo giustiziere, ovvero un uomo politico. Tuttavia l'effettiva gestione della giustizia rimane problematica; neppure una grande città, benché necessaria, è condizione sufficiente allo scopo, come mettono bene in luce Sofocle (V secolo a.C.), nella tragedia "Antigone", e Platone, nel "Protagora" [43].
Eraclito e, secondo la testimonianza di Erodoto, già i pitagorici sostengono la sapienza sacerdotale, l'eterna reincarnazione ed i cicli di purificazione (di origine egiziana), introducendo una scissione nel genere umano tra i pochi partecipi del logos e tutti gli altri.
Queste considerazioni si trovano anche nei lavori di storici (come Tucidide, sulle relazioni tra ateniesi e spartani) e nelle tragedie di Euripide (dove il tiranno Lico considera veri uomini gli opliti, ma non gli arcieri).

CLASSIFICARE GLI UOMINI

Ne "Le Leggi", Platone non considera veri uomini i primitivi, dell'età dell'oro, che vivono come i ciclopi, senza metallurgia, scrittura, moneta e politica, ma riconosce loro la bontà; costoro in virtù di essa e dell'amore reciproco non hanno bisogno della giustizia. Anche la tradizione materialistica, da Democrito in poi, riconosce che la giustizia prescinde dalla tecnica (agricoltura, architettura, metallurgia e medicina) ed anzi può più facilmente affermarsi senza di essa.
Platone, ne "Il Politico", ed Aristofane, ne "Le commedie", giustificano la schiavitù con la bestialità degli uomini, posti ai margini della società, e non considerano veri uomini gli schiavi ed i barbari (soggetti ad un dispotismo di tipo orientale). Aristotele, nelle "Etiche", ed il medico Isocrate (ateniese, ma al servizio della corte macedone) giustificano la schiavitù per sostituire le macchine e ribaltano le esigenze di difesa nei preparativi di una guerra d'aggressione in Asia [44].
Rifacendosi a Pitagora, Eraclito e Parmenide, nel "Fedone", Platone separa l'anima dal corpo, in virtù della sua contiguità con il divino, e le affida compiti di comando sul secondo. Il metodo è quello della dissezione anatomica, secondo il modello del buon macellaio (presentato nel "Fedro").
Anche l'anima è dissecata, perché conflittuale, e tripartita in razionale, intenzionale e desiderante. Nella ricomposizione per livelli gerarchici, il comando spetta alla ragione che deve operare con giustizia e controllare le brame e gli appetiti.
Aristotele demolisce la costruzione platonica, secondo la quale la ragione deve dominare l'anima e questa il corpo, perché non funzionale. L'antropologia descrive ciò che è, come è. In "De anima" e "De partibus", l'anima è descritta come somma di funzioni corporee, stratificata per livelli. Lo strato nutritivo corrisponde al regno vegetale, quello percettivo al regno animale e quello razionale è proprio dell'uomo (dove il centro è il cuore e non il cervello). La biologia è la scienza che studia queste funzioni.
Allora l'antropologia discende dall'anatomia e dalla fisiologia. L'uomo è divino, perché è intelligente e, da questo, deriva la statura eretta, l'uso delle mani e l'articolazione del linguaggio. Dono divino è la felicità, preclusa agli animali, agli schiavi ed ai bambini, benché lo schiavo possa essere liberato ed il bambino debba crescere. Problemi maggiori insorgono relativamente al vivere bene, nella città e, prima ancora, nella famiglia (essendo gli uomini: uomini e donne), come esposto nella Politica.
I confini umani con la divinità e la bestialità non sono stabili. Come un uomo può diventare divino, per eccesso di virtù, così un altro uomo può degenerare e ridursi simile alle bestie, per il suo contrario, come sono gli schiavi ed i barbari. Tuttavia come non esiste una città delle bestie, così non può esistere una città degli schiavi e non sono vere città (nel senso politico del termine) le città dei barbari. Di conseguenza, la pratica politica si verticalizza nuovamente, rivolgendosi a chi ha le capacità [45].

[43] Ad una mitica (e comunque imprecisata) età dell'oro, fa riscontro una concreta (e spesso assassina) età del ferro.

[44] Come gli uomini contro gli animali, così gli uomini contro gli schiavi ed i greci contro i barbari.

[45] Un nesso preciso collega la gerarchia del potere e la classificazione degli uomini, contraddicendo l'uguaglianza biologica con una scala sociale e politica, ed una finalizzazione della natura e della società. Il cittadino greco, libero, maschio, adulto, ozioso ed urbano esercita un comando dispotico (politico, padronale, maritale o paterno) su barbari, schiavi, donne e bambini. Non torna il re – sacerdote – filosofo platonico, ma si legittima un apparato di potere statale – imperiale – militare, con attorno una corte di funzionari – intellettuali, funzionali alla conservazione ed al consolidamento del potere costituito.

RAZZE DI UOMINI? [46]

Esiodo e Platone (nel Timeo) dividono il genere umano in uomini e donne, considerate appartenenti ad una razza maledetta, generata dagli uomini privi di temperanza. Le tribù femminili di Simonide sono contigue al regno animale. Eschilo parla di passioni rovinose ed Aristofane di uso del sesso per la conquista del potere. Senofonte prescrive per le donne la parte più interna della casa, dove la loro sfrenatezza è incanalata a fin di bene (cioè la procreazione e l'allevamento dei figli).
Aristotele, pur riconoscendo l'unità biologica tra uomini e donne, ne constata la suddivisione sociale. Inoltre la figura ambigua del bambino, intermedia tra uomo ed animale, aiuta a degradare la figura della donna [47] (terra e materia), incapace di procreare senza il seme dell'uomo (cielo e sole). Ancora Aristotele (ne "La Politica") classifica separatamente i lavoratori manuali e gli schiavi, indispensabili alla città, ma non considerati veramente cittadini, pur non rilevando sostanziali differenze biologiche. Gli schiavi ateniesi sono altresì arruolati, per la difesa della città, contro Sparta e Filippo di Macedonia, dando voce a chi considera solo convenzionale la condizione servile e la schiavitù. Un'altra contraddizione è la progressiva presenza di lavoratori salariati delle classi più umili, in particolare, come i teti. Il lavoro produce una differenza specifica che accomuna schiavi, salariati, artigiani e contadini senza terra, escludendoli dal campo dei veri uomini.
La differenza di virtù produce una diversa distribuzione di potere. Donne e schiavi (ed assimilati) possono solo produrre forme degenerate di democrazia, confinanti con la tirannide. Si spiega così, perché la riforma censuaria ateniese del IV secolo a.C., sostenuta dai macedoni, escluda dalla cittadinanza gli strati inferiori della popolazione. Pertanto non potendo i greci essere schiavi e/o lavoratori, si dichiarano non – greci tutti i lavoratori, rendendoli più simili agli schiavi.
Anche la distinzione greci – barbari è solo politica, non esistendo un'unica classificazione tassonomica per barbari che abitano in vari posti, hanno lingue diverse e praticano costumi differenti. Allora gli asiatici sono intelligenti, ma vili ed i nordici coraggiosi, ma poco intelligenti, mentre i greci raccolgono in sé tutte le qualità positive [48]. E' antropocentrismo culturale che si trasforma in razzismo biologico e, tra i caratteri distintivi delle condizioni inferiori, Erodoto cita il colore nero della pelle [49]. Di fronte alla sostanziale acquiescenza di stoici ed epicurei, solo cinici, scettici ed eclettici si oppongono a questa pericolosa ed errata deriva. Così gli studiosi ellenistici Eratostene e Strabone, oltre che Cicerone, protestano contro la divisione greci – barbari, contribuendo all'estensione prima greci – macedoni e poi romani, fino a giungere, sotto Caracalla, alla concessione della cittadinanza romana a tutti i cittadini liberi (maschi) dell'impero romano [50].

PARTE II

PROGRESSI E CONTRADDIZIONI NEL SAPERE ANTICO

L'EDIPO RE [51]

La tragedia Edipo re di Sofocle e gli Elementi (della geometria) di Euclide costituiscono i confini della razionalità antica. La tragedia del V secolo a.C. mette in

[46] Due figure eccessive (quasi come animali lunari) fuoriescono dalle norme legislative che reggono la società: il monarca assoluto ed il filosofo – consigliere. Sotto questi vesti, non è difficile individuare Alessandro Magno ed Aristotele stesso. Un sistema compiuto di antropologia è delineato nell'Etica nicomachea. In essa, la felicità è pienamente attribuita soltanto al filosofo, in quanto il solo prossimo alla divinità. Tuttavia l'opposizione eccesso – difetto lascia il filosofo preda della solitudine, in una condizione di separazione sociale.

[47] Un'inutile ironia sulle donne le descrive ciarliere, laddove i discorsi dei veri uomini sono invece sempre autorevoli.

[48] Questa concezione, già dei persiani, è trasferita da Plinio il Vecchio ai romani. Dopo la conquista romana, comunque i greci non sono mai ricacciati tra i barbari.

[49] Esempi sono dati da alcuni indiani, gli abitanti del sud dell'Arabia e gli etiopi. In ambiente romano, Tacito attribuisce caratteri inferiori ai germani. Più tardi, nel IV secolo d.C., le stesse caratteristiche sono attribuite agli unni.

[50] In epoca imperiale, di fronte ad una pratica diffusa d'affrancamento degli schiavi, fatti diventare liberti, Plutarco accenna ad un'ipotetica parità tra uomo e donna. L'abolizione legale della schiavitù avviene solo nel corso dell''800 e la parità uomo – donna è una conquista del '900. Di fatto, forme clandestine di schiavitù esistono tuttora e l'effettiva parità uomo – donna deve ancora essere conquistata. Sul versante opposto, gli egiziani sono i depositari di una sapienza sacerdotale; Pitagora (il saggio greco per eccellenza) e Solone sono i loro naturali eredi greci cui Platone si collega direttamente. Con Aristotele l'orizzonte si amplia, prendendo in considerazione la sapienza caldea, persiana, indiana e giudaica. Nella tarda antichità, Diogene Laerzio inserisce tra i barbari sapienti anche i druidi celtici.

[51] Liberamente ripreso e riassunto da: Tra Edipo e Euclide – Forme del sapere antico, di Mario Vegetti (Arnoldo Mondatori Editore – Il Saggiatore, Milano, 1983). Euclide è un matematico greco, vissuto molto probabilmente durante il regno di Tolomeo I (367 a.C. circa. – 283 a.C.). E' l'autore degli Elementi, la più importante opera di geometria dell'antichità, divisa in tredici libri. I primi quattro parlano della planimetria elementare; il quinto ed il sesto delle principali proprietà dei segmenti e dei poligoni relativi alle proporzioni; dal settimo al decimo libro dell'aritmetica dei numeri razionali ed irrazionali; gli ultimi libri della geometria solida. Tutta la geometria di Euclide poggia su cinque postulati; inoltre due teoremi (complementari a quello notissimo di Pitagora) sono attribuiti ad Euclide.

luce il conflitto tra il sapere profano di Edipo e quello sacro di Tiresia, sacerdote di Apollo. Il trattato euclideo presenta invece una scienza oggettiva, razionale e priva di conflitti. Tra la medicina di Ippocrate e l'antropologia idealizzata stoica, come più tardi, tra la zoologia immaginaria di Plinio il Vecchio e la medicina di Galeno corre il discorso scientifico del sapere antico.
La storia di Edipo è fatta di enigmi, posti da dei, mostri, indovini ed uomini (cioè Apollo, la Sfinge, Tiresia ed Edipo stesso). Con questa tragedia, nel V secolo a.C., Sofocle analizza la crisi dei saperi e delle forme di sovranità. Edipo presenta il modello di sapere, raffinato e metodicamente organizzato, nella coppia ricerca – scoperta che esclude qualsiasi casualità. Edipo rappresenta la cultura tecnica e profana della città, tipica degli storici, dei fisici e dei medici.
Vero contrario è il sapere falsamente indovino di Tiresia [52], perché la certezza non deriva dal volo degli uccelli, ma dalla ragione. Anche l'essere cieco e sordo di Tiresia non è un segno divino, ma una privazione. Il coro sostiene Edipo il cui comportamento può essere avvicinato a quelli comuni dell'età di Pericle, come il pensiero di Anassagora, la storiografia di Tucidide e la critica sofistica. Questo comportamento è anche il punto d'avvio dell'empirismo che si sviluppa prima con Democrito e poi con Epicuro [53].
La tragedia Edipo re è posteriore alla peste ateniese, narrata da Tucidide nelle Storie. Questa produce una crisi di fiducia nella medicina, con un ritorno ai templi cui rispondere con l'ingresso in città del dio terapeuta Asclepio. Allo stesso modo, la razionalità di Edipo risolve gli enigmi della sfinge, scopre se stesso causa della peste a Tebe e, con la sua fuga e la sua rovina (cedendo il potere al tiranno Creonte), inventa la cura della grave malattia [54].
Apollo pronuncia oracoli vuoti a Laio ed Edipo, ma ordina solo un'inchiesta sull'assassinio del re a Creonte, muovendo così Edipo a svolgerla e Tiresia a rivelare le colpe di Edipo stesso, perché l'assassino del re è un re (come detto dal coro nell'Antigone dello stesso Sofocle). Comunque solo Edipo [55], benché sconfitto, è il vero possessore del logos che va oltre la scienza regia (governativa) di Platone, per arrivare alla scienza laica (puramente filosofica) di Aristotele.
Il seguito della tragedia è il testo teatrale Edipo a Colono, dove Edipo stesso, prima di morire (diventando protettore di Atene che l'ha accolto e del suo re Teseo), si occupa ancora saggiamente dei destini di Tebe. Edipo è un eroe nomade, più che un re – tiranno (come prima suo padre Laio e poi suo zio Creonte). Proprio il suo vero sapere gli permette di scoprire l'origine del potere nella violenza perpetrata e nella sua sostanziale illegalità, ma non d'insegnare verità definitive.

LA MEDICINA GRECA

Tra il V ed il IV secolo a.C., il linguaggio medico influenza la società, la politica e la filosofia (influssi sono noti in Tucidide e Platone). D'altra parte, l'esperienza politica e la riflessione ideologica contribuiscono alla formazione del linguaggio della medicina, con la rappresentazione anatomica e fisiologica del corpo (sano). A riguardo, il pitagorico Alcmeone presenta la repubblica oligarchica come una condizione sana e la monarchia come una malattia [56].
Un paradigma diffuso rappresenta il corpo come un contenitore cavo nel quale scorrono vari fluidi che si combinano, si scontrano e reagiscono tra essi. Allora un problema dominante è come governare lo schema d'ingresso – uscita, per garantire la sanità del corpo. L'anima stessa è descritta come un fluido la cui fuoriuscita provoca la morte. Il collegamento tra i vari fluidi e gli organi è piuttosto raro e vago [57] (una parziale eccezione si ha nel testo "De morbis").
Più spesso, il corpo è rappresentato come un campo di

[52] Tiresia è comunque un uomo del passato, quasi una forza della natura, capace di verità potenti, ma incontrollabili.

[53] Lo sforzo epicureo è interpretare le cose celesti, a partire dai fenomeni dell'esperienza immediata. In questo contesto, fondamentale è l'opera ippocratica, metodica e concettuale, Antica medicina. Laica e profana, è rivolta contro la superstizione e la medicina del santuario. Suo compito è innanzitutto strappare la malattia al nesso oscuro che collega una colpa, la punizione divina e la malattia stessa. Suo compito è altresì rifarsi alle cause naturali delle malattie, interpretandone i sintomi, stilando la prognosi e programmando una terapia adeguata.

[54] Giocasta è invece una figura contro che nega validità agli oracoli, come a scienza e tecnica, perché è sempre meglio non sapere.

[55] Al contrario, il più tardo Edipo di Seneca parla solo del fato e della passione.

[56] Anche Ippocrate (o uno della sua stretta cerchia), nel trattato Arie, acque, luoghi, dichiara la propria preferenza per i regimi liberi, anziché per quelli dispotici, perché garantiscono sanità sociale.

[57] Una discussione particolare riguarda il primato (o meno) del cuore (e del sangue caldo) e del cervello (con la sede dell'anima).

battaglia per la supremazia tra i diversi elementi. Un modello evidente è quello della lotta tra le varie fazioni di una città. Pertanto le diagnosi mediche devono rifarsi alla determinazione dei rapporti di forza. Invece il modello della città assediata od invasa, da una città rivale, serve a spiegare il rapporto tra un organismo e l'ambiente naturale. Altre volte, è solo una parte del corpo ad entrare in conflitto con qualcosa.
Infine la concezione pitagorica del corpo come una città (ripresa da Platone ne "La Repubblica" e nel "Timeo") vede lo stesso come un sistema gerarchico di poteri e di parti connesse, in una collaborazione finalizzata all'interesse comune. Essa, estranea alla medicina ippocratica, trova con Aristotele una sua fondazione scientifica (anatomica e fisiologica). Successivamente la stessa giunge ad una sua sistematizzazione con Galeno che tenta, parzialmente invano, una conciliazione tra la teoria degli organi e quella dei fluidi [58].
Una curiosità deriva dalla constatazione che, secondo tutte le concezioni filosofiche antiche, i bambini piccoli sono cattivi, perché privi dell'uso della ragione (la cui conquista inizia verso i sette anni e si conclude intorno ai quattordici). Platone ed il platonismo considerano i bambini piccoli cattivi, perché soggetti alla brame dell'anima, come gli schiavi e gli animali. Pertanto sono necessari freni e morsi (come per i cavalli); inoltre questa condizione non è definitiva (a differenza di quanto accade per le altre due categorie).
I bambini iniziano la vita allo stato di natura e richiedono massimamente l'educazione, per diventare uomini adulti liberi. D'altra parte, i bambini sono facilmente plasmabili (dalla gestazione, allo svezzamento, fino alla prima infanzia), così le manipolazioni correttive nei loro confronti sono preliminari al sapere ed alle leggi (cui incominciamo ad essere soggetti rispettivamente già dalla fanciullezza e dall'adolescenza). Il loro punto d'arrivo è differente da quello degli adulti che non superano la soglia tra natura e cultura.
La vittoria della ragione sulla corporeità permette al bambino di diventare buono, sapendo governare il corpo, la ragione, il desiderio, il sapere e la città. Aristotele e l'aristotelismo, con la conciliazione tra natura e cultura, mutano le coordinate teoriche. La cattiveria dei bambini è uno scandalo, non perché vittime di una natura ostile, ma perché all'inizio di un processo continuo dalla natura alla società. Questo processo richiede impegno, pur senza interventi drastici [59].
La biologia e la zoologia pongono i bambini in una forma mobile tra uomini ed animali. Diventare buono non è moralmente indifferente (come per Platone), perché Aristotele presenta l'intero processo come un'elezione – elevazione etica (culturale, sociale e politica). Il contesto familiare garantisce il successo (differente per maschi e femmine). Il compito essenziale (dell'autorità paterna e della città) è confermare e proteggere, non raddrizzare e correggere (senza grandi ambizioni, ma senza i traumi violenti).
Lo stoicismo è una filosofia della natura: parte come filosofia d'opposizione, in ambito ellenistico, e diventa morale egemone del consenso, nella Roma imperiale. La sua divinità è una legge di governo del migliore dei mondi possibili, la natura è uno spettacolo della provvidenza e l'anima è materiale, come il corpo, dove tutto è buono. Tuttavia l'antropologia stoica separa gli uomini in saggi (provvisti di una perfezione quasi divina) e stolti (perché preda delle passioni), conformemente alle sue precedenti origini ciniche.
La stoltezza è la condizione normale dell'umanità e deriva da giudizi errati della ragione. D'altra parte, gli uomini non possono nascere viziosi e queste considerazioni producono una contraddizione con la cattiveria dei bambini piccoli (come evidenziato da Galeno). Allora non potendo accusare la natura, né la società (per non contraddire le premesse), gli stoici accusano apertamente nutrici e madri [60], manifestando così una certa dose d'antifemminismo, tipico di una buona parte della cultura di sempre. Lo stoicismo romano si allontana ulteriormente dalle precedenti origini ciniche greche ed è venato da una discreta dose di scetticismo, come appare in Cicerone, Seneca e Marco Aurelio. Stadi intermedi tra saggezza (dei saggi moralmente perfetti) e follia (dei bambini, naturalmente buoni, ma immediatamente corrotti) sono ammessi, per descrivere e comprendere il variegato mondo degli uomini e delle donne, insieme alla possibilità di un progressivo miglioramento con l'osservazione dei precetti morali.

[58] La medicina ippocratica, successiva a Galeno, non trae giovamento da queste conquiste, forse per la distanza tra Alessandria e la Grecia, forse per una radicale diversità d'interessi tra descrivere un corpo sano e curarne uno malato.

[59] I bambini sono privi di capacità di deliberazione razionale, mentre sono capaci di gesti volontari come tutti gli animali. Ancora come gli animali, i bambini possono provare piacere, ma non possono essere felici, così come gli animali non possono essere felici.

[60] Un'accusa gratuita si rifà alle cure che nutrici e madri rivolgono ai neonati ed ai bambini più piccoli, circondandoli d'affetto. Ancora più risibile è il riferimento ai bagni caldi, prescritti già dalla medicina ippocraica e confermati da Galeno.

LO SPETTACOLO DELLA NATURA

La zoologia di Plinio il Vecchio (della "Naturalis Historia") non è solo un completamento di quella di Aristotele, con qualche aggiunta. In essa, viene meno il rapporto stretto tra zoologia (con la sua precisa tassonomia) ed anatomia – fisiologia, derivata dalla dissezione dell'animale morto. Nella stessa, sono evidenziati curiosità sulla vita dell'animale vivo e vincoli di simpatia tra animale ed uomo, dove la fonte è l'"Historia animalium" di Teofrasto (esponente comunque del primo Peripato).
Sempre contro Aristotele e lo stoicismo, Plinio il Vecchio è interessato all'intelligenza degli animali [61] (dagli elefanti agli ippopotami, addirittura dalle galline alle oche, per non parlare dei cavalli e dei cani). Per contro, la tassonomia aristotelica analizza respirazione (polmonare o branchiale), nutrizione e locomozione, e suddivide gli animali in non – sanguinei (gli invertebrati) e sanguinei (i vertebrati), dove questi ultimi sono poi ripartiti in vivipari (quasi tutti i mammiferi), ovovivipari e ovipari (tutti gli altri).
Questa dettagliata classificazione viene meno nella classificazione pliniana che si limita a classificare gli animali, in base al loro habitat, come terrestri, uccelli, pesci ed insetti. Allora il coccodrillo è un animale terrestre, il castoro uno anfibio (insieme alle foche ed alle rane), il pipistrello un uccello e gli invertebrati pesci senza sangue. Gli uccelli sono poi distinti in artigliati, ungulati e palmipedi, ma i secondi sono arbitrariamente ripartiti in atti al canto oppure al volo (così come ne fanno uso gli aruspici).
La zoologia immaginaria [62] e la linea favolistica meravigliosa (i mirabilia) originano con Teofrasto, arrivano a Plinio il Vecchio, tramite Antigono e Plutarco, e passano poi ad Eliano. Un esempio è dato dal racconto della lotta, nel deserto, tra l'elefante ed il dragone la cui unica spiegazione è uno spettacolo della natura (senza teleologia aristotelica o provvidenzialismo stoico). Anche il mare è uno straordinario serbatoio di meraviglie, come rappresentato dagli squali e dai pesci spada, oppure dalle lotte tra delfini ed orche.
L'esibizione di animali nei circhi e nei trionfi è una naturale conseguenza dei mirabilia, dove i leoni [63] sono spesso la principale attrazione, in virtù della loro forza. Forse Plinio il Vecchio considera l'intero trionfo della natura come un grande circo e l'esibizione degli animali nei circhi serve a mostrare quello che la gente comune non può vedere nelle foreste o nei deserti. A tal fine, sono addirittura allestiti spettacoli acquatici e, in ogni caso, gli spettatori sono anche attori dello spettacolo presentato [64].
Tutta la trattazione di Plinio il Vecchio è venata di antropocentrismo, ma la natura è matrigna nei confronti dell'intera umanità. L'uomo nasce debole, cresce soggetto a malattie, è preda dei vizi [65] ed è destinato al lutto. Forse solo per questo, è l'unico animale che si occupa ed onora i propri morti. Anche l'intelligenza non è un vanto esclusivo: intelligenti sono anche molti tra gli animali. Tranne che nella Natura delle cose di Lucrezio, l'antropologia antica non è mai arrivata a posizioni così radicali [66].
Una curiosità deriva dalla constatazione che l'anatomia antica, da Aristotele a Galeno, rileva la somiglianza tra la scimmia e l'uomo. La dissezione delle scimmie è molto raccomandata, a fini di studio, e la comparazione è massimizzata con i bambini (avendo sezionato i cadaveri di quelli morti piccoli), data l'incertezza della

61) La zoologia pliniana mostra un legame evidente con la favolistica esopica, così come essa si è andata sviluppando a partire da Esopo stesso, dapprima in Grecia, successivamente nel mondo ellenistico ed infine a Roma. Fedro non è mai citato, ma appartiene allo stesso filone favolistico esopico.

62) La zoologia immaginaria di Plinio il Vecchio ha un enorme successo in tutto il periodo tardo-antico e medioevale, fino al '500, e contribuisce al superamento della cultura egemone (positiva) stoica, a vantaggio di tendenze epicuree (scettiche), ma soprattutto della dottrina cristiana della fuga dal mondo, della vita monastica e della penitenza.

63) A Roma, i leoni compaiono nei circhi con Pompeo e Cesare (a parte qualche fugace apparizione precedente) e diventano abituali con Antonio ed Augusto.

64) Avvengono anche orribili spettacoli degenerati, come dare in pasto alle murene gli schiavi condannati a morte. In ogni caso, trattasi della definitiva certificazione (vera purtroppo ancora oggi) che un animale può commercialmente valere molto più di uno schiavo (oggi si può dire di un manovale), oppure di un operaio o di un artigiano.

65) L'uomo, unico tra gli animali superiori, è assassino dei propri simili (fino allo sterminio di massa) e talvolta anche cannibale.

66) Oltre al riferimento lucreziano (proprio dell'epicureismo), più lontane ascendenze ciniche possono essere citate. Tuttavia nel caso di Plinio il Vecchio, l'assenza di un qualsiasi sistema filosofico (ad esempio, manca nel testo pliniano qualsiasi criterio di giudizio per distinguere il vero dal falso) porta a privilegiare un atteggiamento politico di ripulsa di fronte ai regimi dispotici di Caligola e Nerone, paragonati alle più selvagge e crudeli bestie dei circhi e contrapposti al buon imperatore Tito della successiva dinastia flavia.

deambulazione bipede per entrambi. Già Eraclito e poi Platone stabiliscono una scala antropologica che colloca le scimmie su un gradino inferiore agli uomini [67].
Oltretutto proprio per questa somiglianza e questa inferiorità, la scimmia è un animale ridicolo. Così Simonide fa discendere, più direttamente, le donne dalle scimmie, relegandole in un gradino inferiore agli uomini, e Pindaro presenta le scimmie, ridicole ed incapaci di qualsiasi lavoro domestico, come divertimento (talvolta pericoloso) per i bambini. Più tardi, sulla stessa linea si collocano anche Posidonio e Plutarco. La scimmia è un attore nato (imitatore, contraffattore e simulatore).
Plinio il Vecchio e, più tardi, Porfirio [68] (III secolo d.C.) segnalano come le scimmie siano capaci d'imparare vari giochi e giochetti, ed anche di chiedere la rimunerazione per questi, come i mendicanti. Pertanto le scimmie, benché non siano intelligenti, sono certamente animali abili. Nell'antropologia stoica, la stessa partizione separa, tra gli uomini, quelli saggi da quelli stolti. Anticipazioni di darwinismo (e di degenerazioni positiviste) sono presenti nella trattazione sulla natura delle scimmie, sviluppata nel mondo antico.

LA MEDICINA GALENICA

Galeno classifica le professioni intellettuali ed i relativi saperi, in quattro ordini (di cui uno non menzionato). Il primo ordine prevede forme di sapere puramente teorici: filosofia, astronomia, geometria e aritmetica, oltre che critica letteraria (insieme a logica e retorica) e medicina. Il secondo ordine comprende arti costruttive e figurative, oltre ad amministrazione della giustizia, insegnamento scolastico, pratica e formazione musicale. Il terzo ordine raccoglie tutti i lavori manuali.
La medicina occupa una posizione elevata, per motivi epistemologici, per la sua struttura interna e per la funzione sociale svolta. La matematica (in particolare, la geometria euclidea, come descritto nel "De libris propriis" e nel "De methodo medendi") è una base importante [69], per rigore assiomatico, potenza dimostrativa ed unificazione normalizzata, che permette di superare discorsi settari e logiche verbalistiche tipici delle varie scuole filosofiche.
Più in generale, la matematica è importante per le sue potenzialità logiche (tramite l'apodittica geometrica aristotelica, capace di dimostrazioni, e la diairesi dialettica platonica, utile per le classificazioni) e la sua conoscenza permette ai medici di elevarsi al rango dei filosofi. Nella medicina razionale [70], è fondamentale il rapporto tra anatomia – fisiologia e medicina, perché lega lo studio dei sintomi e delle cause delle malattie con la dissezione degli animali (ai soli fini di studio e per la diagnosi delle malattie interne).
Dal "De sectis all'Anatomicae administrationes", l'anatomia e la fisiologia sono fondamenti sicuri per costruire una medicina unificata. A riguardo, una vera e propria mitizzazione (come narrato in "De anatomia secundum Hippocratem") della medicina ippocratica costruisce una linea di continuità (a-storica) tra Ippocrate e Galeno. Infine il vero medico deve essere un filantropo, un modello di moralità ed un filosofo della natura e della storia (come raccomandato in "Quod animi mores").
L'anatomia dimostra che la natura non produce nulla a caso e la fisiologia diventa il principio di una teologia rigorosa. Dopodichè la scrittura letteraria fornisce al medico la capacità elegante, rigorosa e precisa, ma non specialistica, di comunicare con il pubblico colto (ben presente nella società imperiale del II secolo d.C.). Infine il legame medicina – filosofia tende a redigere una teologia rigorosa, per una visione del mondo insieme razionale e provvidenziale (negato invece da sofisti – empirici e scettici – metodici).
Il teatro anatomico è uno strumento essenziale per illustrare agli studenti le caratteristiche anatomiche, mediante la dissezione dei cadaveri degli animali ed anche la vivisezione di animali vivi (come narrato in "Ars medica"). Tuttavia l'attenzione di Galeno è di tipo clinico – patologico e non anatomico – fisiologico come per gli alessandrini. Pertanto un sistema di cause esterne (dieta,

67) Allo stesso modo, sempre Eraclito e Platone collocano gli dei su un gradino più in alto degli uomini. Questa osservazione, come la precedente, non è mia smentita nel lungo corso di tutta la filosofia antica.

68) Il filosofo platonico Porfirio segnala, irridendo gli stoici e forse i cristiani, come le scimmie non siano troppo lontane dagli uomini, perché solo non hanno città, come i barbari e gli dei. D'altra parte, già Aristotele, ponendo gli esseri inferiori, come personaggi della commedia, e quelli superiori, come personaggi della tragedia, evidenzia che le scimmie sono attori tragici, quando a teatro recitano al posto degli uomini (a loro superiori).

69) Resta da osservare che la biologia dell'epoca di Galeno è troppo qualitativa per procedere ad una sua matematicizzazione.

70) A riguardo, nelle Facoltà mentali ed in De usu partium, forte è l'opposizione con l'antica medicina empirica e la, quasi contemporanea, medicina metodica, per l'evidente contraddizione tra una pratica sostanzialmente passibile ed il vuoto teorico sottostante.

regime, ambiente fisico e sociale, veleni) è studiato in relazione alla disposizione corporea. Dal temperamento dipende intelligenza e stupidità, come umori buoni ed atteggiamenti depravati. Nel "De temperamentis", seppure concretamente reale, la malattia è considerata un impedimento extra – corporeo ed un'attività innaturale, perché la natura è buona (concordemente alla dottrina stoica) ed eventuali difetti sono solo errori di montaggio. Questo costringe la pratica medica e la terapia ad approssimazioni (come stabilito nel "De constitutione artis medicae"), in modo non dissimile dalla medicina metodica.

Per contro, la scuola metodica, sviluppatasi a Roma, deriva da Epicuro, attraverso Asclepiade di Bitinia (I secolo a.C.) e Temísone, in particolare, per quanto riguarda la medicina. La medicina metodica è atomista e considera la materia composta da sostanze inalterabili che si muovono entro canali invisibili. In questo contesto, l'anima ha solo facoltà percettive. Lo studio di sogni e le questioni astrologiche sono preclusi. Il vero fondatore della scuola metodica è Tessalo (I secolo d.C.), fiero avversario di Galeno.

Tessalo (seguito da Sorano e Giuliano) combatte la medicina tradizionale ippocratica e le sue mediazioni, attraverso l'aristotelismo e lo stoicismo. Il successo suo e dei suoi successori sta nella relativa levità delle ricette propugnate e nella celerità delle scuole d'addestramento (dove la cultura di base è considerata inutile e solo la pratica medica è raccomandata). Infatti se il corpo è costituito da particelle elementari, la malattia dipende da anomalie di spazio e movimento [71].

Allora un'ingegneria dei corpi, fatta solo di diete e farmaci, sostituisce la paziente tradizione clinica. Sesto Empirico e Celso approvano questa impostazione, ma Galeno (nel "De placitis") si oppone a Tessalo [72], considerandolo un tiranno che fa affermazioni, non dimostrate, e prescrive comportamenti, senza una giustificazione scientifica. Galeno propone così una sintesi (e quasi un'alleanza) tra la medicina empirica (ippocratica) e quella razionale (aristotelica), contro la medicina metodica.

Fondante è l'analisi della regolarità genetica dei processi riproduttivi (organo – funzione e seme – embrione) e fondamentale è anche la specificità del sapere medico-biologico [73]. In questo modo, lo studio dell'anatomia e della fisiologia servono per sostenere, a livello teorico, la pratica clinica, evitando un approccio empirico di rango epistemologico inferiore. Il punto d'arrivo è principalmente ideologico e cioè dimostrare le capacità reali di un'arte della natura all'opera nei corpi.

LA GEOMETRIA EUCLIDEA

La scienza ellenistica spazia dal III secolo a.C. al II secolo d.C., si estende in molte periferie, oltre la città di Alessandria, ed include saperi non riducibili ad un'unica linea di sviluppo. Centrale è lo stile di razionalità di Euclide, consistente in un'idea capace di regolare l'organizzazione della scienza, formando sistemi di teorie all'interno di un discorso scientifico. Apollonio di Perge, Pappo e Proclo hanno una formazione euclidea e ne riconoscono i tratti caratteristici [74].

Il nucleo teorico della razionalità euclidea si fonda su un'eredità del platonismo e studia l'ordine del mondo, in base a requisiti di semplicità, regolarità e bellezza. Dopodichè l'apporto innovativo dell'epistemologia aristotelica ha reso le forme trascendenti concrete e soggette a verifica empirica. Nel contempo, la stessa epistemologia toglie obblighi etico – politici (per la rifondazione della città) e dà finalità a tutti i fenomeni naturali (determinando un preciso principio d'ordine) [75].

Gli elementi strategici dello stile euclideo sono l'assunzione dell'invarianza della forma, per studiare la struttura latente degli oggetti, il rigore delle dimostrazioni, capaci di evolvere da pochi postulati ed assiomi a dimostrazioni complesse, e la concezione rigorosa di una struttura di scienza esatta che ne deriva con certezza. A tal fine, la forma del trattato [76] che costruisce una disciplina scientifica è essenziale e permette di superare i trattati scolastici di Aristotele e maggiormente i dialoghi socratico – platonici. Il trattato provvede ad istituzionalizzare la scienza ed è tale perché comprende una bibliografia disciplinare. A riguardo, il III secolo a.C. (con lo spostamento del centro dell'attività scientifica dalla polis ateniese al regno tolemaico) fornisce gli spazi adatti alla loro formazione e diffusione: il Museo e la Biblioteca di Alessandria. Sedi periferiche sono inoltre presenti dapprima a Samo, Cos, Cirene e successivamente a Cnido, Bisanzio, Rodi, Seleucia, Antiochia e Siracusa. Una svolta assiomatica, fondamentale per la razionalità scientifica ellenistica, consiste nel passaggio da una geometria per problemi ad una per teoremi, origina con Platone (in riferimento alla fondazione della dialettica ne "La Repubblica") e giunge a compimento verso la fine del IV secolo a.C:, con Eudosso, Speusippo ed Euclide. Una svolta parallela riguarda il sapere medico – biologico – anatomico tra Aristotele e gli alessandrini, dove il coltello dell'anatomista mette a nudo la forma invariante dei corpi. Contrariamente ai tradizionali costumi di vita derivati da caccia, allevamento e dietologia, la tassonomia zoologica e la fisiologia generale studiano il legame univoco tra organi e funzioni, a partire dai trattati zoologici di Aristotele e dall'anatomia medica di Erofilo ed Erasistrato (nel De medicina). Dallo studio di struttura anatomica e funzionamento fisiologico, si ricava che il corpo è composto da tessuti, organi e sistemi d'organi (come il cuore e le vene), formati per aggregazioni successive. Il metodo della geometria è sempre costruttivo – deduttivo, mentre quello biologico è prima decostruente – disaggregante, conformemente alla dissezione anatomica. La ricostruzione (geometrica) provvede poi a definire struttura, funzionamento, collocazione tassonomica; infine l'intero corpo ed il mondo vivente sono ordinati (come oggetti matematici). A Roma, Tertulliano si oppone alla dissezione, ma Galeno (nei Procedimenti anatomici[77]) ne ribadisce l'importanza, all'interno del teatro anatomico.

LA SCIENZA ELLENISTICA

Un secolo dopo Euclide (a partire dalla 140° Olimpiade), nel corso della progressiva unificazione del mondo mediterraneo sotto il domino romano, Polibio propone una rifondazione storiografica, perché gli eventi storici non accadono più senza alcuna interferenza di luogo, attuazione e concezione. La storia diventa organica e gli eventi universali e sintetici.

Come la biologia di un corpo funzionante, la storia legge la struttura e le connessioni, al di sotto della dispersione dei fenomeni locali. Le decisioni teoriche sono assunte con il rigore assiomatico, tipico della geometria, per l'unificazione degli spazi e la trasparenza delle catene causali. Nel passato invece, metodi pre-scientifici e pre-storici favorivano una pluralità frammentaria ed incontrollabile di storie e leggende. Pertanto superando dispersione di luoghi e casualità di eventi, la storiografia trae benefico dalla geometria e dalla biologia, e contribuisce a formare il profilo alto della scienza ellenistica.

L'epistemologia aristotelica, confermata secoli dopo da Tolomeo e Galeno, usa il termine di accrescimento per aggiunte successive, lasciando poco spazio a rotture di paradigmi.

Come Traiano ha migliorato la rete viaria italiana precedente, allo stesso modo, Galeno si considera il continuatore moderno della medicina ippocratica, citandosi più volte per nome, perché necessario in medicina (ed anche in filosofia), dove lo scontro tra sette è insanabile ed irreversibile.

Costruire un'immagine della scienza, senza tempo e soggettività, governata solo dalla teoria e dai suoi automatismi dimostrativi, evita le domande platoniche di senso e valore, generate dalle parti in conflitto, e muove la stessa scienza verso una pretesa di neutralità, rispetto al mondo ed alla storia. La scienza opera censure e controlli sugli universi e sulle immagini del mondo, possibili od impossibili, ed è particolarmente potente quando parla secondo la verità stessa (impersonale ed invariante). La cristallizzazione dei sistemi di potere, con il ripristino di forme di sovranità ed un argine alla circolazione sociale, determina un governo più forte anche delle funzioni intellettuali [78].

Così la scienza stessa acquista un proprio potere, mentre paga il prezzo del silenzio di fronte alla questione del potere ed al coinvolgimento nelle vicende del potere stesso.

Eccezioni sono date da Cleante contro l'ipotesi (corretta) eliocentrica di Aristarco e da Epicuro contro l'astrono-

71) In particolare, è malattia una variazione del rapporto denso – fluido (cioè troppo denso, troppo fluido od entrambi).

72) L'opposizione di Galeno all'epicureismo è parallela all'opposizione dello stesso all'ebraismo (tradizionale e secondo l'eresia cristiana), perché diversi irrazionalismi (benché il secondo sia forse migliore del primo) non sono comunque una soluzione accettabile.

73) Questo sapere s'innesta su una concezione alta cultura, capace di muoversi dalla geometria all'astronomia, dalla dialettica alla retorica e dalla filosofia alla giurisprudenza, come Vitruvio la raccomanda per la formazione degli architetti.

74) Tolomeo è un astronomo, Galeno addirittura un medico: entrambi tuttavia considerano la formazione geometrica basilare (così la conoscenza della retta permette di individuare certe linee rette negli animali).

75) All'interno di questa rivisitazione, in ambito ellenistico, Eudosso, Euclide, Eratostene e, più tardi, Tolomeo e Galeno sono platonici.

76) Il trattato è comunque una forma aperta che ammette aggiunte e commenti.

77) Galeno propone altresì nuovi tipi di coltelli per la dissezione anatomica.

78) Un punto di vista asettico si genera in pochi decenni, prescinde dall'idea del bene e, in generale, da problemi filosofici, e supera i conflitti tra dottrine che lavorano per la rovina di ogni altra e la cui soggettività è portata all'estremo, per mancanza di codici comuni.

mia matematica, confinante con il mito [79]. Anche l'intelligenza degli animali scuote le fondamenta scientifiche (come l'eliocentrismo[80]), perché attacca il primato del cittadino libero, maschio ed adulto, ed annulla la scala ascendente tra animali e divinità, con l'uomo prossimo alla seconda (ed in posizione inferiore: la donna, il bambino, lo schiavo ed il barbaro). Eccezioni sono date da Teofrasto e Plutarco, ma Galeno tronca la discussione, basandosi sull'anatomia umana ed animale (considerando animali ridicoli le scimmie simili all'uomo).
Rispetto alla vera e propria sobrietà della geometria di Euclide, l'astronomia – cartografia di Tolomeo e la biologia – medicina di Galeno sono volte a costruire una teologia rigorosa ed una via regia per avvicinarsi agli dei. Per contro, occorre riconoscere a questi una posizione intermedia rispetto alla teologia geometrica di Proclo che include tra i propri assiomi addirittura la teoria del divino, finendo così per minare, del tutto, la razionalità scientifica da cui parte.

I PERCORSI DI ALTRE SCIENZE

Percorsi alternativi, spesso maggioritari, rispetto alla razionalità scientifica euclidea, si rivolgono a problemi specifici, eludendo studi su forme astratte e sulla concatenazione causa – effetto. Un primo esempio è dato dalla zoologia dei mirabilia [81], disinteressata all'anatomia, ma attenta agli ambienti (prati, boschi, aree fluviali, litorali marini, ecc.), ai costumi ed ai colori degli animali. Pertanto questa zoologia, benché veicoli notizie leggendarie, è l'unica rivolta alla psicologia ed all'etologia animale.
Un secondo esempio è la medicina clinica, attenta alle entrate dei corpi (arie, bevande e cibi) ed alle uscite (escrementi, catarri ed epistassi), nonché alla regolarità (anche per accumulare informazioni empiriche sull'efficacia delle cure). Questa medicina, interessata alla dietetica, all'erboristeria ed ai flussi umorali, è l'unica capace di diagnosi e terapie [82]. I suoi maggiori esponenti, sono Prassagora di Cos e Crisippo di Cnido, maestri rispettivamente di Erofilo ed Erisistrato.
Un terzo esempio è dato dalla storiografia che, nonostante i divieti di Polibio, fa spesso uso di archivi locali per documentare la memoria di fatti minori che, lontani dalla grande politica, sconfinano nella favolistica. Inoltre qualche autore che, in alcuni momenti, è esempio di razionalità scientifica, in altri momenti, diventa esponente di una scienza diversa. Secondo la testimonianza di Plutarco, il più noto, tra questi, è Archimede, perché concepisce figure geometriche dotate di peso e baricentro [83].
Rilevante in tutti questi percorsi alternativi, è il riconoscimento della non sincronia tra lo sviluppo dei saperi, seppure coesistenti e contemporanei, cosa che rende difficile (e talvolta impossibile) la loro comparazione. In effetti, ad esempio, le tradizioni fisiche di platonismo, aristotelismo, stoicismo ed epicureismo pretendono egemonia culturale e credibilità ideologica, ma non si confrontano mai secondo un comune criterio di verità, cosicché la presenza di differenti teorie diventa solo polemica globale. Un altro esempio è dato dal contrasto tra encefalo – centrismo di Ippocrate (e, poco più tardi, di Platone) e cardio - centrismo di Aristotele (e stoica). Nel III secolo a.C., l'anatomia alessandrina individua i tre sistemi: nervoso, arterioso e venoso, e la loro connessione con il cervello ed il cuore, ma la normalizzazione avviene parzialmente solo con Galeno [84], cinque secoli più tardi (ad esempio, Plinio il Vecchio ed anche la tradizione medioevale lasciano convivere le due ipotesi contrastanti). Anche la pratica del commento gioca un ruolo ambiguo; da un lato, esso è un'espansione teorica della disciplina, dall'altro, il commento serve a consolidare le diverse tradizioni filosofiche del sapere ed a costruire autorità preposte al loro mantenimento. Un limite evidente delle scienze e dei saperi d'età ellenistica è poi nella debolezza delle istituzioni scientifiche, in ambito alessandrino ed in quello romano (dedito soprattutto all'unificazione amministrativa dell'impero con le cattedre di giurisprudenza [85]).
Manca inoltre un sistema scolastico unificato ed i pubblici specializzati sono divisi: ad una comunità scientifica embrionale, si contrappongono vari gruppi professionali. Un pubblico colto terzo esiste solo in parte ed è interessato soprattutto ad un sapere d'intrattenimento (l'astronomia delle costellazioni – animali, la zoologia dei mirabilia, anche il teatro anatomico, ma senza alcun interesse per il legame tra anatomia, fisiologia, biologia e medicina).

CONCLUSIONE

Il pluralismo metodologico fa sperimentare una vasta gamma di metodi d'approccio ai testi antichi. Essi non vanno considerati chiusi in sé stessi, ma visti come sono fatti circolare in dati contesti culturali. Una certa fragilità è data dalla mancanza di un forte mercato del libro (a riguardo, Galeno illustra bene il rapporto allora esistente tra autore e testo).
Anche la filosofia, pur avendo una certa preminenza, deve essere collocata a fianco di altre forme del pensiero antico (come la matematica e la fisica). L'approccio storiografico varia in relazione ai diversi gradi di densità teorica dei testi, partendo da un'analisi dell'immaginario (cioè di esperienze culturali e sociali, concezioni e pregiudizi dell'autore), per i testi più semplici, per giungere all'analisi, sintattica e semantica, delle metafore (ad esempio, nella Metafisica di Aristotele e nel corso dello sviluppo della filosofia stoica), per quelli più complessi [86].
Anche l'analisi delle strategie teoriche (come le concezioni del mondo e delle scienze di un certo autore) presenta i suoi vantaggi, in quanto permette il confronto con la situazione effettiva del sapere, le opinioni dominanti e gli argomenti degli avversari. Infatti la temporalità non è mai omogenea, ma dipende da contesti sottili e spesso poco conosciuti, e non è possibile scrivere una storia unificata della cultura antica (nonostante gli sforzi già dell'Accademia e del Peripato). Inoltre in età ellenistica, mancano enciclopedie del sapere scientifico (il tentativo di Posidonio è un fallimento ed i tentativi pliniani sono piuttosto cataloghi della dispersione delle conoscenze: i mirabilia). Un altro aspetto è la considerazione di marginalità ed irrilevanza per il disordine, il male ed il dolore, anche se questa concezione e questo atteggiamento sono pressoché inesistenti in Euclide [87].
Ancora riguardo all'eredità culturale di Euclide [88], occorre rilevare come questa travalichi enormemente il mondo antico (ellenistico e poi romano) e superi anche il medioevo (arabo e poi europeo), per dominare anche il rinascimento, l'età moderna e quella contemporanea. Infatti il testo degli Elementi è tramandato grazie alla prima ricostruzione che ne fa Teone di Alessandria, circa 700 anni dopo Euclide, e alle traduzioni arabe (ad esempio, quelle di Alhazen, ossia Ibn al-Haytham, nato nel 965). Intorno al 1120, una copia del testo arabo (o una copia di una copia) è tradotta in latino da Adelardo di Bath. Nel 1270, la traduzione di Adelardo è riveduta, anche alla luce di altre fonti arabe (a loro volta derivate da altre versioni greche del manoscritto di Teone) da Campano di Novara.
Questa versione (o una copia di una copia) è stampata a Venezia nel 1482, circa 1.800 anni dopo. Pertanto dopo i geometri dell'antichità (come Archimede ed Erone), della tarda antichità e dell'alto medioevo (tra

[79] Senza opportune e complesse correzioni (come sfere omo-centriche, eccentrici ed epicicli), la teoria geocentrica (successivamente detta tolemaica) è largamente infedele rispetto alle osservazioni empiriche. Comunque Epicuro non prende poi posizione a favore dell'ipotesi eliocentrica che lascia cadere nel silenzio, come tutti i posteri ad eccezione di Archimede (nell'Arenario).

[80] Fonte di polemica, per Dercililla, è pure l'ipotesi di Lucrezio di un universo infinito, perché racchiudere tutto entro le circonferenze di una sfera costituisce forma ordinata al tutto stesso. Inoltre l'ipotesi di finitezza dell'universo contribuisce a combattere le dottrine materialiste dell'epicureismo e dello scetticismo, a vantaggio di quelle idealiste (platonica, aristotelica e stoica, nonostante l'origine cinica di questa ultima).

[81] I mirabilia sono storie naturali, scritte a partire da Teofrasto, Antigono, Plutarco, Plinio il Vecchio ed Eliano, e seguono alternativamente tradizioni platoniche ed aristoteliche.

[82] L'enorme diffusione della medicina clinica ed una certa riservatezza di quella razionale fanno sì che la prima abbia campo libero nella medicina privata, separata da quella pubblica, insegnata e praticata in pochi centri d'eccellenza.

[83] In effetti, questa teoria segue la fisica geometrica di Democrito ed anticipa di due millenni il calcolo infinitesimale, ma è certamente estranea alla geometria euclidea. In particolare, nel Boikon, Archimede dedica una particolare attenzione alla numerazione, al calcolo ed all'infinitamente grande o piccolo, costituendo il passaggio tra Epicuro (greco) e Lucrezio (romano).

[84] Galeno riconduce erroneamente le vene al fegato, ma tramite la vivisezione animale, mostra il legame della fonazione con i nervi intercostali ed il collegamento di questi, tramite il midollo, al cervello.

[85] Anche l'unificazione linguistica, affrontata con le cattedre di grammatica e retorica, è un problema non secondario.

[86] Infatti in conformità con il teatro del III secolo a.C., le metafore non sono un artificio retorico, ma hanno una loro importanza antropologica.

[87] Non così invece in Tolomeo e soprattutto in Galeno contro cui Tertulliano ed Agostino si oppongono con veemenza.

[88] La più importante testimonianza storica su Euclide è di Proclo che lo colloca tra i più giovani discepoli di Platone: Non molto più giovane di loro Ermotico di Colofone e Filippo di Medma è Euclide; egli raccolse gli Elementi, ne ordinò in sistema molti di Eudosso, ne perfezionò molti di Teeteto, e ridusse a dimostrazioni inconfutabili quelli che suoi predecessori avevano poco rigorosamente dimostrato. Visse al tempo del primo Tolomeo, perché Archimede, che visse subito dopo Tolomeo primo, cita Euclide; e anche si racconta che Tolomeo gli chiese una volta se non ci fosse una via più breve degli Elementi per apprendere la geometria; ed egli rispose che per la geometria. non esistevano vie fatte per i re. Euclide era dunque più giovane dei discepoli di Platone, ma più anziano di Eratostene e Archimede che erano fra loro contemporanei, come afferma in qualche luogo Eratostene. Per le idee Euclide era platonico e aveva molto familiare questa filosofia, tanto che si propose come scopo finale di tutta la raccolta degli Elementi la costruzione delle figure chiamate platoniche (Proclo, Commentari Euclidei). Euclide è citato anche nella Divina Commedia di Dante, Inferno, IV, 142, nel Cerchio Primo del Limbo, tra gli Spiriti Magni: Euclide geometra.

Bisanzio, la Persia, il mondo arabo e la Spagna moresca), sulla scorta della geometria euclidea, tra il basso medioevo ed il rinascimento, le leggi della prospettiva sono scoperte da Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti e Leonardo da Vinci [89], e nel seicento (il secolo d'oro francese), la geometria analitica è fondata da René Descartes (cioè Cartesio) e la geometria proiettiva da Girard Desargues [90].

L'apporto scientifico della geometria euclidea è ancora notevole nel '700 (il secolo dei lumi) e nell'800 (il secolo della prima rivoluzione industriale), dove prima Giovanni Girolamo Saccheri e Adrien-Marie Legendre, e poi Carl Friedrich Gauss, Nikolaj Ivanovič Lobačevskij e Georg Friedrich Bernhard Riemann, mettendo in dubbio la validità del quinto postulato[91], aprono la strada e fondano le geometrie non euclidee [92].

Gli approcci sociologici ed antropologici al pensiero antico si scontrano spesso con una lettura ideologica (cioè la lente di qualche ideologia moderna e pertanto fuorviante [93]).

Gli antichi non hanno ricette per il mondo d'oggi, ma è notevole rilevare una linea di continuità, seppure debole, negli stili razionali della cultura e del pensiero occidentali.

Qualche contributo può invece essere dato per una lettura non-riduzionistica dei testi, in relazione alle dinamiche di una società, ai suoi equilibri di potere ed alle sue immagini del mondo.

Queste osservazioni riportano al discorso sull'arcinota non neutralità della scienza, soprattutto in riferimento alle tecnologie generate ed ai comportamenti personali e sociali indotti.

Le stesse osservazioni chiedono, con urgenza, un coordinamento tra la scienza stessa, la politica e l'etica, certamente debole, in assoluta mancanza di principi primi (inesistenti), ma di cui ugualmente si sente la necessità.

Fig. 1 - Galeno e Ippocrate in un dipinto del XII secolo (Cattedrale di Anagni) [94]

Fig. 2 - Esempi di libertà espressiva (e di pensiero!) nella pittura pompeiana

APPENDICE

LASCITI DIRETTI DEL MONDO ANTICO

Parecchi sono i lasciti diretti del mondo antico che la scienza nuova riprende e sviluppa. Andandoli a citare, seguendo all'incirca l'ordine cronologico della scienza / filosofia antica, occorre innanzitutto fare ri-

[89] Pressoché nello stesso periodo, Tommaso di Ser Giovanni di Mone Cassai (detto Masaccio), Piero della Francesca, Andrea Mantenga, Marco di Giuliano degli Ambrogi (detto Melozzo da Forlì) e Donato di Angelo di Pascuccio (detto il Bramante) concorrono alle prime applicazioni ed alla successiva diffusione della prospettiva.

[90] Lo studio della geometria analitica è certamente preliminare a quello della topografia (in particolare, nello spazio 3D) e della fotogrammetria e quello della geometria proiettiva a quello dell'informatica grafica e della modellazione solida.

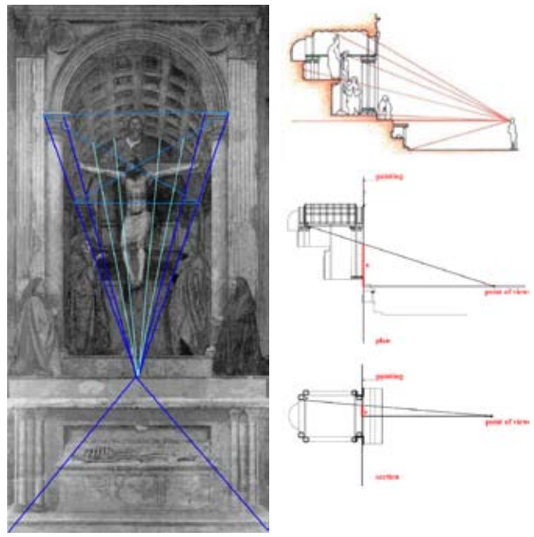
[91] Una delle più semplici formulazioni del quinto postulato di Euclide afferma che, per un punto, passa una ed una sola parallela ad una retta data (cui il punto non appartiene).

[92] Il dibattito sulle geometrie non euclidee (cioè ellittiche che non ammettono parallele, oppure iperboliche che ammettono infinite parallele) è subito vivace e fecondo. Eugenio Beltrami, Henri Poincare e David Hilbert studiano alcune proprietà di queste geometrie ed un'applicazione notevole è data dalla teoria della relatività generale di Albert Einstein. Oggigiorno alcuni effetti relativistici sono presi in considerazione dall'astronomia e dalla geodesia spaziale.

[93] A tal fine, è strettamente necessaria una certa distanza tanto dai testi antichi e dai loro autori, quanto dalla modernità corrente.

[94] Alcune figure, come la bibliografia (a seguire) sono riportate a commento di quanto esposto e del suo portato culturale.

Fig. 3 - Raffaello Sanzio, La scuola di Atene [95] (Musei Vaticani, Roma)



Schemi prospettici corrispondenti [96]

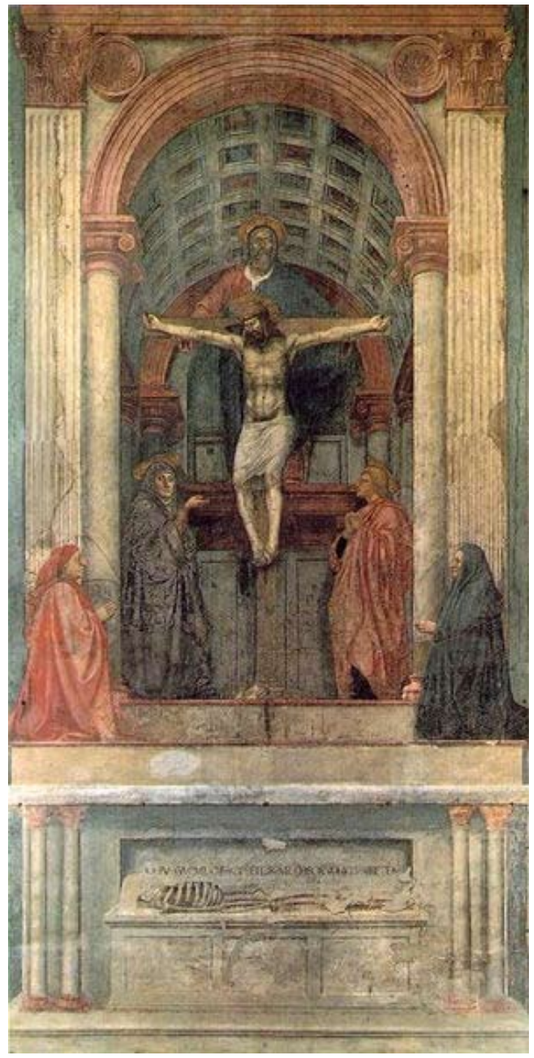


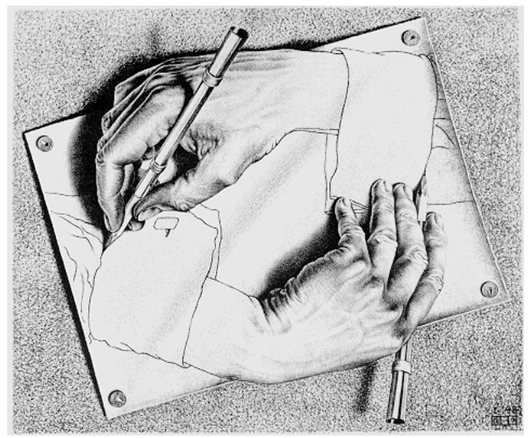
Fig. 4 – Masaccio, Trinità [97] (Basilica di Santa Maria Novella, Firenze)

[95] L'affresco della Scuola di Atene di Raffaello Sanzio, dove tra gli altri è raffigurato Euclide (in basso a destra, intento a disegnare con il compasso su una tavoletta, posta per terra)), mette bene in evidenza il fortissimo legame culturale fra il mondo antico e l'epoca della sua riscoperta e rivalutazione, dall'umanesimo al rinascimento e, almeno parzialmente, già nel basso medioevo.

[96] Oltre al gran interesse geometrico degli schemi prospettici, occorre notare che non sono molti gli esempi più antichi di arte riferibile alla geometria. Anche la raffigurazione di Prometeo, figura mitica della sfida tra l'uomo e la natura (e le divinità preposte al suo governo), sono quasi tutte solo ottocentesche e realizzate nell'ambito del romanticismo.

[97] Da un punto di vista puramente visivo, la scoperta delle leggi della prospettiva è una delle più interessanti applicazioni della geometria euclidea.

Fig. 5 – Prospettiva solida bramantesca (Coro [98] dell'antica chiesa di Santa Maria presso San Satiro, Milano)



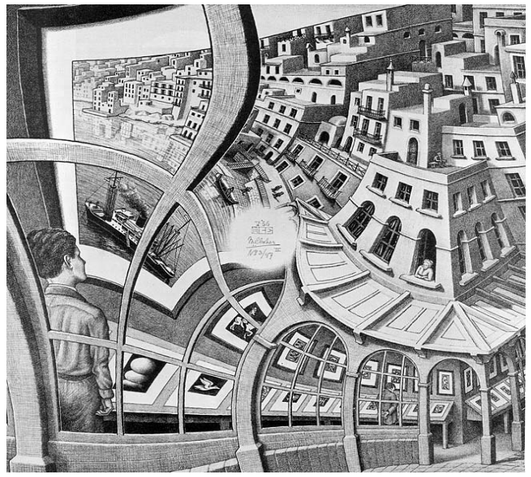


Fig. 6 – Maurits Cornelis Escher, Galleria di stampe, 1956 [99] e Mani che disegnano, 1948 [100] (Escher Museum, Amsterdam) [101]

[98] Il coro della chiesa presenta tre colonne e due arcate, per lato, risultando così costituito da due campate (apparentemente lunghe diversi metri), ma il suddetto coro è invece profondo solo 97 cm.

[99] La litografia di Escher, denominata Galleria di stampe, per il suo contenuto dirompente, tipico di quasi tutta la produzione dello stesso Escher, sembra particolarmente adatta a mostrare la rottura delle convenzioni ed il senso di straniamento che la relatività e le geometrie non euclidee producono rispetto ad altre concezioni più ristrette dello spazio e del tempo, quali quelle derivate dalle visoni limitate cui, per la propria condizione fisica, è costretto l'essere umano.

[100] Lo stesso straniamento, per un'identica rottura delle convenzioni, è prodotto dalla seconda litografia (denominata Mani che disegnano). Questa litografia, coinvolgendo particolari anatomici, invita a riflettere sul dogmatismo galenico, riconoscendone il portato per lo sviluppo della medicina e della chirurgia, ma anche i limiti di qualcosa che tuttora è più un'arte di una scienza rigorosa e che, da sempre, faticando a diventare rigorosamente euclidea, non ha ovviamente ancora trovato le sue geometrie non euclidee.

[101] Come per la bibliografia di corredo, anche le figure a commento possono essere parecchie. Il numero limitato, scelto per entrambe, sta ad indicare la predominanza del testo proposto e delle numerose note di dettaglio. Un'ultima osservazione affianca la geometria euclidea non solo alle discipline del rilevamento (dalla geodesia alla geomatica), ma anche al trattamento delle osservazioni con la statistica e l'algebra (cui offre utili rappresentazioni) e soprattutto con il calcolo matriciale (come noto, un'interessante astrazione della geometria) e la grafica (geometrica), oggigiorno informatizzata.

ferimento ad Anassimandro, alla sua teoria sulla natura infinita e l'esistenza relativa delle cose, ed ai suoi studi astronomici, geografici, geologici e naturalistici sull'evoluzione dei mondi e sull'evoluzione della vita. Durante il rinascimento, questi stessi approcci sono ripresi da Leonardo e Fracastoro [102].

La seconda scuola ionica (successiva alla prima fondata da Talete e, oltre al sopraccitato Anassimandro, continuata poi da Anassimene) ha, in Eraclito, il suo esponente principale.

Il fuoco di Eraclito (contrapposto all'acqua di Talete ed all'aria di Anassimene) è l'elemento primordiale, perché fonte di vita, ma anche potenza distruttrice e causa del divenire. Questo aspetto del pensiero di Eraclito è ripreso da Goethe e dalla filosofia romantica tedesca.

La scuola pitagorica (da Pitagora, suo fondatore, a Filolao, un insigne esponente della stessa scuola) considera numeri le cose, collega l'aritmetica di questi alla geometria, all'astronomia ed alla musica, e si pone l'obiettivo di trasformare le qualità più semplici in quantità, cioè numeri, considerati monadi. Questo modo di procedere è alla base della fisica matematica ed è ripreso da Leibniz. Nella scuola pitagorica, un legame non secondario è stabilito anche tra razionalismo e misticismo.

La scuola eleatica concepisce la materia primitiva come uno spazio pieno (o materia estesa): un concetto ripreso da Cartesio. La stessa scuola cerca di superare validamente, tramite una serie di paradossi, la mancanza della conoscenza dell'infinito matematico (e dello zero). Parmenide, il fondatore della scuola, in modo quasi assurdo, nega la possibilità del moto, mentre successivamente Zenone d'Elea attribuisce al moto solo un senso relativo, aprendo a concetti di relatività, tuttora attuali [103].

Una prima risposta pluralista è data al monismo della scuola eleatica. Empedocle elenca quattro elementi e due forze [104] : così i corpi pesanti cadono verso il basso e quelli leggeri salgono verso l'alto. La gravità ed il galleggiamento o il volo sono le spiegazioni meccaniche, idrodinamiche ed aerodinamiche della fisica moderna. Anassagora descrive un moto rotatorio di un'unità primordiale, capace di generare tutta la realtà nella sua varietà. Una spiegazione simile è proposta nella gravitazione di Huygens [105].

Una seconda risposta è data dalla dottrina atomistica. Democrito, il maggiore esponente di questa scuola, concepisce materia ed energia come composte da atomi piccolissimi (più piccoli quelli dell'energia). Questa teoria influenza notevolmente Platone, arriva al razionalismo sperimentale di Galileo ed all'empirismo inglese di Locke e, da qui, alla termodinamica di Lord Kelvin ed all'elettromagnetismo di Maxwell. Democrito [106] si occupa anche di analisi infinitesimale, ante litteram, e formula una teoria cinetica del mondo [107].

Una terza risposta arriva dalla critica empirista della conoscenza dei sofisti (principalmente Protagora e Gorgia), contro un'astratta natura delle cose, perché tutto è relativo e la scienza stessa è una sensazione dell'uomo senziente. Prescindendo dall'arcinota polemica platonico-aristotelica contro di essi, i sofisti sono maestri-filosofi, attivi nella Grecia democratica, e legati alla diffusione borghese dei mestieri, come gli illuministi francesi, ma soprattutto gli empiristi ed i positivisti inglesi (da Berkeley a Stuart Mill).

La Grecia democratica succede a quella aristocratica, dopo la conclusione vittoriosa delle guerre persiane, ma la sua vittoria è controversa.

Pertanto i grandi filosofi della Grecia classica si pongono su diversi versanti: Socrate con la Grecia democratica [108], Platone invece con quella aristocratica ed Aristotele nuovamente con la Grecia democratica, seppure al servizio della corte macedone che sovrap-

[102] L'italiano Girolamo Fracastoro, amico di Copernico, è un medico, ma anche astronomo, geografo, filosofo, teologo e letterato.

[103] L'interazione tra il pitagorismo di Filolao e l'eleatismo di Zenone d'Elea porta alla formulazione dell'ipotesi eliocentrica, da parte di Aristarco di Samo. Questa ipotesi, nel mondo antico, sostenuta solo da Archimede (contro la teoria geocentrica o tolemaica, allora maggioritaria), dopo Copernico, Galileo, Keplero e Newton, come noto, diventa la teoria eliocentrica o copernicana.

[104] I quattro elementi sono: terra, acqua, aria e fuoco, e le due forze: amore ed odio.

[105] La teoria della gravitazione di Huygens è poi superata da quella di Newton.

[106] Democrito studia anche musica, astronomia, geografia, biologia e medicina.

[107] Gli atomi si muovono, a velocità diverse, di moto rettilineo uniforme, secondo la legge galileana d'inerzia (senza bisogno di alcuna forza) e deviano dalla loro direzione di moto solo in seguito ad urti.

[108] L'opposizione di Socrate ai sofisti consiste nel loro scavalcamento, dovuto alle origini popolane, all'attività artigianale ed alla maggiore libertà di pensiero che lo porta all'accusa d'empietà ed alla condanna a morte. Un allievo di Socrate, Diogene di Sinope (detto il cinico) porta alle estreme conseguenze le aspirazioni egualitarie della filosofia socratica, con una predicazione comunista.

pone, alla sovranità delle città-stato (relativamente autonome), l'autorità superiore di un regno, divenuto poi un impero.
Platone, dopo i dialoghi socratici, si affida alla logica del razionalismo matematico, con i dialoghi successivi [109]. In questi dialoghi, Platone sviluppa argomenti vari dal valore delle relazioni sociali alla politica degli stati, come pure dalla filosofia della natura al lato estetico e poetico della matematica. Pur confutando l'empirismo democriteo, Platone supera l'antico contrasto essere-divenire, proponendo una concezione del tempo ed un'estensione della geometria che dà vita alla meccanica.
Platone contribuisce a dare un posto d'eccellenza alla matematica, composta dall'aritmetica e dalla geometria, e collocata accanto alla musica ed all'astronomia, formando quella unità disciplinare che, nel medioevo, è detta quadrivio. Lasciti diretti platonici, prescindendo dalla patristica coeva all'ultima fase dell'accademia [110] (ma estranea ai problemi scientifici, propri di questa), si ritrovano nella grande apertura culturale del neoplatonismo rinascimentale, fino a Leibniz (all'inizio del '700).
Aristotele compie una sintesi tra il razionalismo astratto di Platone e l'empirismo concreto di Democrito. Tuttavia la sua sintesi è solo descrittiva, classificatoria e dialettica, mentre evita di addentrarsi nei problemi tipici della fisica matematica. L'ulteriore passo, capace di comprendere bene anche i problemi della fisica matematica, è compiuto solo da Galileo (un aristotelico averroista, in feroce contrasto con gli accademici [111] patavini, aristotelici tardo-scolastici).
La logica aristotelica [112] parte dalle distinzioni forma-materia ed atto-potenza, e sviluppa il sillogismo, come metodo di scomposizione a problemi semplici, fissando i suoi elementi base: definizioni (ovvero termini dei problemi logici), supposizioni d'esistenza, assiomi (cioè preposizioni immediate) e postulati (cioè ipotesi in base alle quali dimostrare tesi contenute nelle supposizioni). La classificazione è adottata negli Elementi di Euclide; tuttavia la scienza moderna si discosta notevolmente da questo modo di procedere [113].
Aristotele fonda il liceo e la biblioteca, dove avvia anche studi di storia naturale, biologia e medicina. In questo ambito, è redatto anche il trattato sull'anima. Il liceo, altrimenti detto peripato, per l'uso frequente della deambulazione nell'insegnamento, poco dopo la scomparsa di Aristotele, si sdoppia tra Atene ed Alessandria differenziandosi. Liceo, museo (una fondazione originale alessandrina) e biblioteca operano fino all'alto-medioevo, e contribuiscono alla rinascita europea.
La conquista macedone della Grecia e poi la vittoria macedone sull'impero persiano (nonostante il rapido suddividersi dell'impero, dopo la scomparsa di Alessandro Magno) cambiano la geografia della cultura greca e fanno nascere il mondo ellenistico, dove l'incontro con la Persia, la Mesopotamia e l'Egitto apporta contributi ben diversi da quelli trovati nelle colonie greche dell'Asia minore (mentre scarsi contributi locali originano dalle colonie greche della Sicilia e della Magna Grecia) o dai viaggi in Egitto dei mercanti greci.
In questo nuovo ambito, rilevanti sono gli sviluppi delle matematiche, dell'astronomia e della medicina. Tra i matematici meritano menzione: Ippocrate di Chio con la duplicazione del cubo, Euclide con gli Elementi (della geometria), Apollonio di Perga con lo studio delle coniche (ellisse, parabola ed iperbole), Archimede con rapporto tra la circonferenza ed il diametro, il calcolo della superficie e del volume della sfera, ed il principio d'Archimede [114]. Erone e, più tardi, Pappo e Diofanto continuano la tradizione.
L'aritmetica nasce in Mesopotamia per regolare la produzione agricolo/pastorale ed i commerci, mentre la geometria e l'astronomia nascono in Egitto per la determinazione delle piene del Nilo ed il riaccastamento delle terre sommerse. Tuttavia solo in Grecia, queste discipline assurgono al ruolo di scienze matematiche e di matematiche applicate. In astronomia, Filolao ed Eudosso di Cnido formulano la prima teoria geocentrica e le correzioni necessarie alle orbite, apportate dalle sfere omocentriche [115].
Una teoria fisica più complessa è formulata da Eraclide Pontico d'Eraclea che descrive le orbite di Mercurio, Venere e Marte, attorno al sole, a sua volta, in orbita attorno alla terra. In particolare, l'orbita di Marte chiede anche la definizione di un eccentrico, deferenti ed un epiciclo [116].
Una teoria fisica più semplice (eliocentrica [117]) è formulata da Aristarco di Samo e sostenuta da Archimede. Tuttavia osservazioni discordanti, con le orbite circolari [118], fanno presto cadere questa teoria.
La seconda teoria geocentrica (successivamente detta tolemaica) è formulata da Ipparco e Claudio Tolomeo che scrive l'Almagesto ed introduce l'equante, come un nuovo termine correttivo delle orbite [119]. In parallelo all'astronomia, la geografia matematica si occupa della misura del raggio terrestre (avendo supposto sferica la terra [120]). Una misura veramente precisa è di Eratostene (di Cirene, bibliotecario ad Alessandria), ma quella adottata è di Strabone che porta alla determinazione di una terra più piccola [121].
La medicina greca è in un rapporto strettissimo con la matematica e, in particolare, con la geometria. I primi medici sono anche filosofi, più tardi la medicina assume il rango di scienza a sé stante, sempre comunque collegata alla matematica. Medici illustri sono: il pitagorico Alcmeone (di Crotone), il pluralista (alla maniera di Empedocle) Ippocrate di Coo, i razionalisti aristotelici alessandrini Erofilo ed Erasistato, e l'enciclopedista aristotelico Galeno (di Pergamo).
La filosofia ellenistica si sviluppa per scuole parallele che, a fianco dell'accademia, del peripato e delle correnti ciniche, presentano la scuola epicurea (fondata da Epicuro) e la scuola stoica (istituita da Zenone di Cizio e continuata da Cleante e Crisippo). Democrito ed Eraclito sono considerati gli antesignani rispettivamente degli epicurei e degli stoici. Come i cinici, non sono una scuola gli scettici (a volte, raccolti informalmente in una nuova accademia), come Carneade [122] e Sesto Empirico.
Epicuro apprezza il valore della scienza e fa uso della mentalità scientifica, ma attenua il razionalismo rigoroso di Democrito, a vantaggio dell'empirismo e cedendo ad alcune discutibili concezioni aristoteliche. La sua concezione morale è utilitaristica, per la sopravvivenza dei più adatti (ovvero per il saggio), e richiede chiarezza e sincerità interiore. Ad essa possono richiamarsi materialisti e positivisti moderni, cosicché la sopravvivenza dei più adatti, nell'evoluzione della vita, collega quasi direttamente Epicuro e Darwin.
La dottrina stoica, di antica derivazione cinica, mescola dapprima il pensiero democriteo con quello aristotelico, ma senza particolari interessi scientifici, e successivamente (in forma di sincretismo) anche con quello platonico [123], fondando una specie di religione panteista. Inizialmente forma d'opposizione, nel mondo ellenistico, diventa la corrente di pensiero maggioritaria nella Roma imperiale, entro certi limiti addirittura, una premessa per l'accoglimento del cristianesimo come religione ufficiale dell'impero.
L'antica cultura romana origina dall'eredità etrusca e da qualche lascito pitagorico (proveniente dalla Magna Grecia). Tuttavia dopo la vittoria su Cartagine e l'espansione progressiva nel bacino orientale mediterraneo, Roma incontra la cultura ellenistica, con le sue varie e differenti scuole[124]. Questo incontro è anche favorito da un parziale cambio delle classi (dominanti e subalterne), dove cavalieri e pubblicani affiancano e talvolta sorpassano aristocratici ed agricoltori.
Lo scetticismo e l'eclettismo sono i principali punti

[109] Alcuni tra i più importanti di questi dialoghi sono: il Fedro, il Convivio, la Repubblica, le Leggi ed il Timeo.

[110] L'Accademia esercita la sua opera per nove secoli, quando Giustiniano la chiude, perché incompatibile con l'ortodossia cristiana.

[111] Dall'epoca medioevale in poi, accademico è sinonimo di universitario e non ha necessariamente un qualche legame con la tradizione platonica e neoplatonica.

[112] L'insieme vasto dei libri di Aristotele (seppure incompleto, rispetto alle testimonianza antiche) comprende, tra l'altro, la Metafisica, le Fisiche, l'Estetica (composta dalla Retorica e dalla Poetica), le Etiche e la Politica.

[113] Un primo distacco è dato dalla formulazione del metodo sperimentale galileiano, un secondo distacco dal teorema di indecidibilità.

[114] Il principio d'Archimede va oltre la geometria e fonda l'idrostatica (insieme alla statica, una branca della fisica).

[115] Aristotele trasforma questa teoria fisica, in una teoria cosmologica, dotandola di un motore esterno: il primo mobile.

[116] Nel '500, una configurazione simile è proposta da Tycho Brahe.

[117] Tra il '500 e la prima metà del '600, la teoria eliocentrica (chiamata poi copernicana) è proposta da Copernico e sostenuta da Galileo.

[118] Le orbite ellittiche sono proposte, solo all'inizio del '600, da Keplero.

[119] Questa teoria è la base per tutte le osservazioni astronomiche tardo-antiche e medioevali.

[120] L'abbandono dell'ipotesi di una terra piatta è molto antica e si fonda sull'osservazione degli astri e su problemi di navigazione.

[121] Una terra più piccola è anche alla base del primo viaggio di Cristoforo Colombo, per raggiungere l'Estremo Oriente, via occidente.

[122] Carneade, rilevando il regresso all'infinito delle dimostrazioni filosofiche, introduce il concetto di valore probabile delle conoscenze (in particolare, scientifiche): un approccio caratteristico della scienza moderna, a partire da Fermat e Pascal.

[123] L'apporto platonico, ad opera di Panezio (di Rodi) e Posidonio (d'Apamea), cancella pratiche superstiziose, inserisce interessi scientifici nella storia, e porta alla compilazione di un'enciclopedia. Questa pratica continua a Roma ed a Bisanzio, anche per tutta la tarda antichità, e continua poi durante il medioevo e nel rinascimento.

[124] Lo storico Polibio, il geografo Strabone ed i filosofi Carneade e Plutarco sono alcuni tra gli studiosi greci che fanno ponte tra il mondo ellenistico e Roma.

di riferimento di Cicerone (nelle sue opere filosofiche e, in particolare, in "La natura divina"), attento comunque anche agli apporti dell'accademia e della tarda storia. L'epicureismo, ma anche il pluralismo di Empedocle, sono invece i punti di riferimento di Lucrezio [125] (nella Natura delle cose [126]). Lo stoicismo è il punto di riferimento di Seneca (nelle "Lettere a Lucilio") e, più tardi, di Epitteto e Marco Aurelio [127].

Nel stesso periodo, Marco Terenzio Varrone e Caio Plinio Secondo (detto Plinio il Vecchio) compilano enciclopedie, seguendo la tradizione alessandrina e rodense, rispettivamente con Eratostene e Posidonio. La giustificazione, data allora, a fronte della compilazione di enciclopedie, sta nell'affermazione che la scienza è in continuo divenire: una tesi che, percorrendo i secoli (nonostante secoli bui e troppe censure), arriva fino al consolidarsi della fisica moderna con Newton.

La crisi, la decadenza ed il crollo dell'impero romano d'occidente coincidono con il tramonto, politico e culturale, dell'intero mondo romano-ellenistico. Diverso è invece il caso dell'impero romano d'oriente, greco ed ellenistico, che riesce a sopravvivere, ma si chiude troppo presto nell'ortodossia cristiana [128], cedendo progressivamente spazio davanti all'avvento del mondo arabo-islamico (fino a cadere, agli albori del rinascimento, davanti ai turchi, a loro volta subentrati agli arabi).

Durante la decadenza dell'impero, Plotino e Porfirio provvedono a fondere neopitagorismo e neoplatonismo, costituendo uno degli ultimi tentativi di tenere alta una certa mentalità scientifica. Un altro tentativo, sempre neoplatonico (anche se solo politico) è messo in atto dall'imperatore Giuliano l'Apostata. Il cristianesimo delle origini (dagli apologeti alla patristica, come dalla cattolicità alla gnosi) è infatti disinteressato a problemi di scienza, come testimoniato da Tertulliano.

Tuttavia questo atteggiamento, a differenza di quanto avviene in oriente, cambia rapidamente. Infatti già con l'avvento dei regni romano-barbarici, di fronte alla devastazione della guerra tra goti e bizantini, e dopo l'arrivo dei longobardi [129], il filosofo Boezio dà un primo avvio alla scolastica (tra l'altro, traducendo parte di Aristotele) e lo storico Cassiodoro raccomanda ai monaci ed ai chierici di copiare e riassumere i testi classici. E' una delle vie che fanno ponte tra il mondo antico ed il medioevo, aprendo la strada alla modernità.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Bara B.G. (2003): Il sogno della permanenza – L'evoluzione della scrittura e del numero. Bollati Boringhieri, Torino.

Barberi Squarotti G. (1990): I mondi impossibili: l'utopia. Collana: L'avventura letteraria. Teoria e storia dei generi letterari. Tirrenia Stampatori, Torino.

Citroni M. (1995): Poesia e lettori in Roma antica – Forme della comunicazione letteraria. Edizioni Laterza, Bari.

Diamond J. (1998): Armi, acciaio e malattie – Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni. Einaudi Tascabili, Torino.

Diamond J. (2005): Collasso – Come le società scelgono di vivere o morire. Enaudi, Torino.

Djebbar A. (2002): Storia della scienza araba – Il patrimonio intellettuale dell'Islam. R. Cortina Ed., Milano.

Enriques F., De Santillana G. (1936/1973): Compendio di storia del pensiero scientifico – dall'antichità fino ai tempi moderni. Saggi Zanichelli, Bologna.

Enriques F. (1938/1982): Le matematiche nella storia e nella cultura. Zanichelli, Bologna.

[125] Anche altri poeti sono attratti dall'epicureismo, in particolare, Orazio e Virgilio, anche se il secondo si orienta poi verso lo stoicismo.

[126] Nel '600, un approccio simile è adottato da Gassendi.

[127] L'aristotelismo invece non prende piede a Roma, rimanendo confinato nel peripato d'Atene e d'Alessandria.

[128] Proclo e Simplicio sono alcuni tra gli ultimi neoplatonici ateniesi, prima della chiusura dell'accademia.

[129] I longobardi, come gli unni (fermati tuttavia dopo la distruzione di Aquilea), ma a differenza dei goti, non diventano inizialmente stanziali, rimanendo nomadi per anni.

Giuliano l'Apostata (2008): L'odiatore della barba. Archinto, Milano.

Giorello G. (2004): Prometeo, Ulisse, Gigamesh. R. Cortina Ed., Milano.

Godart L. (1992): L'invenzione della scrittura – Dal Nilo alla Grecia. Einaudi Tascabili, Torino.

Heisenberg W. (2000): Fisica e filosofia – Come la scienza contemporanea ha modificato il pensiero dell'uomo. EST, Milano.

Moro A. (2006): I confini di Babele. Longanesi&C., Milano

Odifreddi P. (2004): Le menzogne di Ulisse – L'avventura della logica da Parmenide ad Amartya Sen. Longanesi&C., Milano.

Pisi G. (1977): Fedro traduttore di Esopo. La Nuova Italia, Firenze.

Vegetti M. (1979 / 1987): Il coltello e lo stilo. Arnoldo Mondatori Editore – Il Saggiatore, Milano.

Vegetti M. (1983): Tra Edipo e Euclide – Forme del sapere antico. Arnoldo Mondatori Editore – Il Saggiatore, Milano.

Veyne P. (1993): Seneca. Il Mulino, Bologna.

CARLO MONTI (*)

Origini e vicende del calendario occidentale

DALLE ORIGINI ALLA RIFORMA GREGORIANA (1A PARTE)

INTRODUZIONE

Nell'anno 1996 compariva sul n. 1 della Rivista del Dipartimento del Territorio un mio articolo dal titolo *Il calendario cronologico*, in cui si era trattato l'argomento dei calendari cosiddetti occidentali a partire dal calendario egiziano, greco, romano e quindi della riforma giuliana e infine di quella gregoriana che costituisce il "nostro calendario".
Si era poi trattata la questione della data della Pasqua.
In questo articolo vengono ripresi gli argomenti visti allora, ma sotto una luce diversa e con aspetti più peculiari.
L'argomento è sempre stimolante perché riguarda il tempo, che fa parte della nostra vita e di cui anche i calendari sono una manifestazione comune e al tempo stesso affascinante.
Kalendarium, calendario, termine che deriva da *kalendae*, originariamente era il libro dei crediti dei banchieri e di coloro che prestavano denaro: il primo del mese si pagavano gli interessi, sicchè i debitori lo chiamavano *tristes kalendae*.
Esso ci aggiorna sul trascorrere del tempo giorno dopo giorno, mese dopo mese, anno dopo anno. Lo osserviamo perché ci obbliga a tener conto di una regola: la regola del tempo che condiziona tutti, ma che non è condizione dell'accadere, bensì è l'accadere che è condizione del tempo.
Come dice Carlo Michelstaeder nel suo bel libro "Sfugge la vita" l'uomo non è triste perchè muore, ma muore perchè è triste; "vuole" essere e per questo non è.

L'ANNO

Anno deriva dal nome latino, *annus*. Secondo Gaio Ateio Capitone, giurista vissuto in *età augustea*, gli antichi Romani solevano usare la particella *an* nel senso di *circum* "intorno", come è testimoniato anche da un passo delle *Origines* di Catone dove si dice: "arator *an* terminum" ovvero "si ari intorno al confine". Da *an* è derivato anche l'arcaico *annus* con il significato di circolo, e *annulus*, anello.
Annus è dunque il cerchio del tempo, il moto circolare ellittico della Terra attorno al Sole e *annus* è il tempo che intercorre tra la partenza e l'arrivo della Terra nel medesimo punto prefissato.
Oggi nei paesi occidentali l'inizio dell'anno parte con la mezzanotte del 31 dicembre, ovvero il 1° gennaio; ma in altre parti del mondo l'anno comincia in una data diversa o per un'antica tradizione o perché l'inizio è mobile, come nei paesi di religione musulmana dove il tempo è misurato sulle Lunazioni partendo dal 16 luglio del 622 d.C., giorno dell'Egira, ovvero dalla fuga di Maometto dalla Mecca.
Vi sono anche popoli che adottano un calendario lunisolare, cioè hanno mesi Lunari cui aggiungono periodicamente alcuni giorni: gli ebrei, per esempio, hanno un calendario Lunare con dodici mesi e l'anno può essere difettivo (353 giorni), normale (354), abbondante (355) oppure *embolismico* se composto di 13 mesi Lunari per un totale di 383, 384 o 385 giorni. Si hanno così 12 anni comuni e ***7*** anni embolismici (1°, 2°, ***3°***, 4°, 5°, ***6°***, 7°, ***8°***, 9°, 10°, ***11°***, 12°, 13°, ***14°***, 15°,16°, ***17°***, 18°, ***19°***). Gli anni embolismici di 13 mesi si ottengono raddoppiando il mese di *Nisān* corrispondente al nostro luglio. I 19 anni così definiti esprimono il cosiddetto *ciclo di Metone*, equivalente a 19 anni solari. Questo calendario è dunque del tipo *lunisolare*. L'inizio dell'anno ebraico comincia con la prima Luna nuova dell'anno della creazione del mondo secondo la Bibbia. Questo momento corrisponde a 5 ore e 204 parti dopo le ore 18 (quindi poco prima della mezzanotte) del 6 ottobre 3761 a.C. secondo il Calendario Giuliano. L'ora è suddivisa in 1080 parti, dove ogni parte equivale a 3,333 periodico dei nostri secondi. L'inizio del giorno ebraico si ha al tramonto del Sole, convenzionalmente alle ore 18,00, ora di Gerusalemme.
In Italia si è giunti a far partire l'anno al 1° gennaio gradualmente. Nella Roma arcaica, come testimonia il calendario attribuito a Romolo, l'anno nuovo cominciava a primavera con il mese di marzo dedicato al dio Marte, padre, secondo la leggenda, dei fondatori della città. Anche in altri paesi del Mediterraneo e del Vicino Oriente l'anno s'iniziava con la primavera.
Ma il calendario romuleo aveva una particolarità: era composto da dieci mesi, mancavano infatti gennaio e febbraio, introdotti successivamente.
Lo testimoniano, fra l'altro, i nomi del calendario attuale che ricalca quello romano riformato da Giulio Cesare, dove settembre, ottobre, novembre e dicembre non corrispondono etimologicamente alla loro collocazione perché non sono il settimo, ottavo, nono e decimo mese, ma il nono, decimo, undicesimo e dodicesimo. Macrobio (V sec. d.C., astronomo, letterato, filosofo neoplatonico) sostiene che i dieci mesi erano composti da 30 o 31 giorni per un totale di 304. Plutarco (circa 50-120 d.C.) invece afferma che l'anno romuleo era di 360 giorni e i mesi venivano computati in modo irrazionale e caotico: "alcuni risultavano di 20 giorni, altri di 35, altri di più ancora". Probabilmente entrambi riportavano notizie non infondate che si riferivano tuttavia a periodi arcaici diversi. Sino alla fine dell'Ottocento ci si interrogava su questa divisione dell'anno apparentemente inconsueta e soprattutto sulla sua origine e funzione.
Come ci racconta Cattabiani (vedi Bibliografia) nel 1903 una ipotesi di spiegazione venne da un saggio, *La dimora artica dei Veda*, pubblicato a Poona, in India: il suo autore, Bâl Ganghâhar Tilak (1856-1920), era uno studioso che spaziava dall'astronomia alla paleontologia, dalla filologia comparata alla matematica.
Il termine sanscrito *veda* indica sapere, conoscenza, saggezza e la letteratura *vedica* appartiene a un popolo, gli *Arii*, che intorno al 2200 a.C. emigrarono nell'India settentrionale e in una parte nell'attuale Iran.
Esaminando i *Veda*, il più antico documento scritto delle lingue indo-europee, e confrontandoli con le scoperte scientifiche moderne, si dimostra che la dimora ancestrale del popolo vedico, come di quelli iranici ed europei, doveva situarsi in qualche luogo presso il polo nord prima dell'ultima era glaciale (circa 10000 anni fa), quando il clima in quelle zone era temperato, con estati fresche e inverni miti. Non solo la letteratura vedica, ma anche *l'Avesta* iranico serba testimonianze di una vita arcaica nelle regioni polari, di una civiltà superiore a quella dell'epoca neolitica in Asia e in Europa: gli indo-europei dei primordi non erano infatti uomini delle caverne, ma secondo l'analisi di Tilak, che si avvaleva della filologia comparata, sapevano filare e tessere, conoscevano bene l'arte della lavorazione dei metalli, costruivano barche e cocchi e avevano un'agricoltura progredita.
Poi con l'epoca glaciale furono costretti a emigrare verso il sud, chi in direzione dell'Asia, chi dell'Europa, per trovare un clima più sopportabile. Una delle prove che Tilak adduce a sostegno della sua tesi riguarda proprio il calendario: i più antichi testi vedici testimoniano infatti che in epoca arcaica i sacrifici annuali si svolgevano nei dieci mesi di luce, composti da due mesi estivi, durante i quali il Sole non tramontava mai, e da otto nei quali notte e giorno, di durata variabile, si alternavano e altri due mesi in cui il Sole non sorgeva, condizioni queste che si verificano a latitudini fra gli 80° e gli 85°. Questi due mesi erano "la lunga notte" delle regioni artiche, quella presumibilmente, secondo Tilak, da cui sono

*) Professore Ordinario Politecnico di Milano, BEST-Building Environment Science and Technology, Dipartimento Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito SITECH (Surveying Information Technology for Environment and Cultural Heritage) Piazza Leonardo da Vinci, 32- 20133 Milano, Tel. +39.0223996514 Fax +39.0223996550, e-mail: carlo.monti@polimi.it

giunti i nostri antenati. Fra i più antichi sacrifici annuali i Veda descrivono il *Gavâm-ayanam* o Cammino delle Vacche, che simboleggiano gli dei mesi [1].

Il Cammino delle Vacche in 10 mesi, argomenta Tilak, corrisponde all'arcaico calendario romano: "Se consideriamo il *Gavâm-ayanam* di dieci mesi e l'antico anno romano di dieci mesi come reliquie del tempo in cui gli antenati ancestrali di ambedue le razze vissero insieme in regioni intorno al polo nord, non troviamo difficoltà a spiegare come i giorni restanti fossero sistemati.

Si trattava appunto del periodo della lunga notte, il tempo in cui Ercole uccideva il gigante Caco, essere mostruoso con tre teste, come ce lo descrive Virgilio nell'Eneide, che aveva rubato quattro buoi e quattro giovenche ad Ercole e li aveva nascosti in una caverna tirandoli per la coda in modo che le orme andassero in direzione opposta al suo antro.

Resta però difficile accettare questo collegamento calendario-glaciazione perché i dieci mesi di luce e i due di buio sono limitati alle latitudini suddette. Ora, osservando un globo si vede immediatamente che le terre emerse a tali latitudini sono limitate praticamente a una piccola parte del Canada, della Groenlandia e dell'isola di Zemlja a nord della Siberia. Quindi, senza rifiutare a priori la teoria di Tilak, risulta di difficile comprensione che il popolo degli Arii si sia diffuso da queste terre verso sud certamente in un numero consistente e oltretutto da zone assai limitate, se si esclude la Groenlandia, ritenendo difficile che la migrazione sia avvenuta anche dai territori dell'attuale Canada. Inoltre sappiamo che la migrazione degli Arii avviene nel 3° millennio a.C., dopo alcuni millenni dall'ultima glaciazione e non prima di questa!

Quando gli indo-europei migrarono a sud, dovettero mutare il calendario per adeguarsi alla nuova patria aggiungendo due mesi: così sarebbe avvenuto per i Romani che inizialmente avrebbero aggiunto ai dieci mesi i giorni mancanti per completare l'anno solare, come sostiene Plutarco; poi, più razionalmente, avrebbero creato due nuovi mesi, gennaio e febbraio, con il nuovo calendario attribuito, secondo la leggenda, a Numa Pompilio.

Sicché la credenza di un calendario romuleo sostituito da quello di Numa altro non sarebbe se non la narrazione leggendaria dell'evoluzione calendariale di un popolo indoeuropeo.

Secondo un'altra recente ipotesi, sostenuta da Dario Sabbatucci (vedi Bibliografia), il calendario romuleo non sarebbe mai esistito. L'anno doveva cominciare nel nome di Giove garante dell'ordine cosmico, e dunque con le Idi di marzo; ma la fase iniziale, la fase critica per il "passaggio" dal vecchio al nuovo anno richiedeva l'intervento di Giano garante di tutti gli inizi. Il periodo fra il 1° gennaio e marzo era dunque una "preparazione" all'anno nuovo. La tesi richiama ancora quella di Tilak perché, se è vero che le popolazioni indo-europee, giunte in Italia, dovettero elaborare un nuovo calendario, trasformarono forse il periodo "notturno", di passaggio, nei due mesi che preparavano la "maturazione" dell'anno nuovo. Resta difficile, comunque, pensare che una popolazione (gli *Arii*) vissuta nell'estremo nord prima dell'ultima glaciazione e trasferitasi nell'India nord occidentale (*Saptasindhu*, Terra dei sette fiumi) e nell'attuale Iran dall'area di Balkh (*Afghanistan* settentrionale) intorno al XXII sec. a.C., serbassero memoria dei due mesi notturni!

Messe da parte le ipotesi e i pareri sull'*Antica dimora dei Veda*, le opinioni di Tilak e di altri resta il fatto incerto del calendario romuleo e il più certo fatto del calendario di Numa Pompilio.

In ogni modo con la *leggendaria* riforma del secondo re di Roma i mesi divennero dodici con l'aggiunta di gennaio (*Januarius*) e febbraio (*Februarius*). I dodici mesi, marzo, maggio, luglio e ottobre con 31 giorni, febbraio con 28 e gli altri con 29, compongono un anno Lunare di 355 giorni, un poco più lungo di quello reale.

[1] Una leggenda narra che le Vacche, volendo ottenere zoccoli e corna, si riunirono per sacrificare. Nel decimo mese del loro sacrificio, ottenuti zoccoli e corna, dissero: "Abbiamo avuto finalmente quel che desideravamo", e si alzarono. Ma alcune Vacche rimasero sedute per continuare i riti dicendo: "Compiamo l'anno", e caddero loro le corna per la sfiducia. Dopo aver sacrificato ancora per due mesi, si alzarono finalmente; e se non riebbero le corna, ottennero la ricompensa di una pastura ristoratrice nei mesi di pioggia durante i quali le Vacche cornute trovavano invece un impedimento a pascolare liberamente nei campi dove l'erba novella era cresciuta.
La favola allude sia al sacrificio annuale che si svolgeva originariamente in dieci mesi, sia a quello successivo quando il popolo vedico si era trasferito in regioni più meridionali. Giustifica cioè leggendariamente la coesistenza dei due sacrifici nelle nuove terre, spiegabile con il tradizionale conservatorismo rituale che non rinuncia facilmente alle pratiche antiche anche quando, come in questo caso, non sono più giustificate dalla nuova collocazione geografica. E infatti un testo vedico commenta significativamente: "Colui che sa questo prospera sia che sorga dal sacrificio in 10 mesi sia in 12".

Infatti la Luna compie un'orbita completa sulla sfera celeste ogni $27^d\ 7^h\ 43^m\ 11^s$, ma un osservatore sulla Terra conta circa 29,5 giorni tra una Luna nuova e la successiva, causa il contemporaneo moto di rivoluzione terrestre.

Più esattamente si può ottenere il suo valore supponendo il Sole e la Luna in moto circolare uniforme attorno a noi e i loro piani coincidenti. Indicando con *A l'anno siderale*, con *M* il *mese siderale* e con *L* il *mese sinodico* [2], tutti misurati nella medesima unità, per esempio in *giorni solari medi*, si avranno

$$\frac{360°}{A} \quad e \quad \frac{360°}{M}$$

rispettivamente le velocità angolari diurne del Sole e della Luna rispetto ad una direzione fissa del loro piano e

$$\frac{360°}{M} - \frac{360°}{A} = \frac{360°}{L}$$

la velocità angolare della Luna rispetto al Sole, dato che nel tempo *L* l'angolo fra le due direzioni del Sole e della Luna cresce da 0° a 360°. Dalla relazione scritta consegue

$$L = \frac{AM}{A-M}$$

e dato che l'anno siderale *A* vale 365,25636 giorni solari medi e il mese siderale Lunare *M* vale 27, 3217 (valor medio, dato che, tra una rivoluzione e l'altra, può variare di qualche ora essendo il moto della Luna assai più complicato di quello apparente del Sole) si ottiene *L* = 29,5306 giorni medi.

L'anno Lunare risulta, arrotondando, quindi di 354 giorni, ma in realtà la sua durata è di 12.29,5306 = 354,3672 = $354^d\ 8^h\ 48^m\ 46^s$. Per completare *l'anno tropico solare vero* di 365, 2422 = $365^d\ 5^h\ 48^m\ 46^s$ giorni solari medi mancano *dieci giorni* e *tre ore*.

Ma i Romani, secondo Macrobio, commisero un errore clamoroso: ispirandosi al calendario greco dove l'anno Lunare era di 354 giorni e quello tropicale egizio di 365,25, si convinsero di dover recuperare *undici giorni* e *un quarto*: sicché stabilirono di inserire ogni due anni alternativamente 22 o 23 giorni intercalari. Quando fu scoperto l'errore si decise di omettere periodicamente l'intercalazione, la quale era stata assegnata a febbraio come ultimo mese dell'anno prima della Lunazione primaverile.

IL CALENDARIO ROMULEO E QUELLO DI NUMA POMPILIO

Nel calendario di Numa Pompilio quando cadeva l'intercalazione, dopo il giorno delle Terminalia (23 febbraio) si riduceva il mese di febbraio a 23 o 24 giorni e i restanti 5 o 4 rispettivamente venivano aggiunti ai 22 o 23 da intercalare. Il mese supplementare intercalaris o mercedonio (compensatorio) veniva così ad avere 27 giorni.

I mesi greci, come visto, erano alterni di 29 e 30 giorni; quelli romani erano per il marzo, maggio, luglio e ottobre di 31 giorni, per gli altri di 29 a eccezione del febbraio di 28 giorni. Tutti dispari, a meno appunto del febbraio, mese dedicato ai defunti, probabilmente a causa della tradizione romana che riteneva infausti i giorni pari e fausti quelli dispari.

	Anno Comune	Anno Intercalare
marzo	31	31
aprile	29	29
maggio	31	31
giugno	29	29
quintile	31	31
sestile	29	29
settembre	29	29
ottobre	31	31
novembre	29	29
dicembre	29	29
gennaio	29	29
febbraio	28	28
mercedonio	-	22(23)
Anno	**355**	**377(378)**

[2] Il periodo completo delle fasi lunari, cioè il tempo fra un novilunio e il successivo, si chiama mese sinodico o lunazione. E' evidente che questo deve essere più lungo del mese siderale perché a partire, ad esempio, da un novilunio la Luna compie in un mese siderale 360°, mentre il Sole percorre nello stesso tempo circa 27°, che la Luna deve ancora superare per raggiungere il Sole, mettersi in congiunzione con esso e produrre così il nuovo plenilunio. Il tempo impiegato a percorrere i suddetti 27° dalla Luna è di poco più di 2 giorni e perciò il mese sinodico è di circa 29,5 giorni.

Il calendario di Numa subì molti aggiustamenti nel corso dei secoli: febbraio sarebbe stato inizialmente posto dopo dicembre e solo dal 449 a.C. dopo gennaio; l'intercalazione del mese mercedonio sarebbe avvenuta inizialmente secondo il ciclo Anno Comune-Anno con Mercedonio di 22 giorni Anno Comune-Anno con Mercedonio di 23 giorni.
In seguito fu usato un ciclo di 24 anni diviso in tre di 8 anni con intercalazione negli anni pari alternata di 22 o 23 giorni, salvo negli ultimi otto anni che hanno solo intercalazioni di 22 giorni, con il 24° anno che non ha intercalazioni. In tal modo la durata media dell'anno si riduce a 365,6 giorni abbastanza vicina alla durata media dell'anno tropico.
Per l'intercalazione, tenuto conto di quanto sopra detto, di fatto in un quadriennio si aveva allora un anno di 355 giorni, quello seguente di 355-5+27=377, poi ancora il terzo di 355 e infine il quarto di 355-4+27=378 per un totale di 1465 giorni, che diviso per 4 fornisce un anno medio di 366,25 giorni con un eccesso di un giorno all'anno e di quattro nel quadriennio. La prima Tabella interpreta numericamente il succedersi del quadriennio e numericamente fornisce il risultato corretto anche se la genesi del mercedonio e la sua durata deriva da quanto detto e qui sopra espresso. La seconda Tabella compara fra loro i calendari, ad eccezione del mercedonio, che compare nella prima. L'inevitabile confusione che tale eccedenza provocava col passar del tempo aveva indotto il Collegio dei Pontefici a intervenire, intercalando giorni spesso in modo arbitrario e non scientifico, e frequentemente solo per ragioni politiche, aggiungendo confusione a confusione. Perciò la riforma suggerita dall'astronomo alessandrino Sosigene e ordinata da Giulio Cesare era divenuta veramente necessaria.
Alla vigilia della riforma di Giulio Cesare il caos calendariale era diventato scandaloso: si pensi che, secondo i calcoli attuali, il 46 a.C. ebbe inizio in realtà il 14 ottobre del 47, ovvero 77 giorni prima. Nel frattempo il 1° gennaio, come capodanno, stava prendendo il sopravvento su quello di marzo. Con il 153 a.C. la data di ingresso dei consoli, che era stata fissata nel 222 alle Idi di marzo (prima ancora era alle Idi di settembre), venne spostata alle Calende di gennaio che assunsero così maggiore importanza.

	MESI EGUALI NEI CALENDARI DI ROMOLO, NUMA E CESARE	CALENDARIO DI ROMOLO	CALENDARIO DI NUMA POMPILIO	CALENDARIO DI NUMA POMPILIO
	MARZO MAGGIO LUGLIO OTTOBRE	APR. GIU. AGO. SET. NOV. DIC.	APR. GIU. AGO. SET. NOV. DIC. GEN.	FEBBRAIO
1	KALENDAE	KALENDAE	KALENDAE	KALENDAE
2	VI NONAS	IV NONAS	IV NONAS	IV NONAS
3	V NONAS	III NONAS	III NONAS	III NONAS
4	IV NONAS	PRIDIE NONAS	PRIDIE NONAS	PRIDIE NONAS
5	III NONAS	NONAE	NONAE	NONAE
6	PRIDIE NONAS	VIII IDUS	VIII IDUS	VIII IDUS
7	NONAE	VII IDUS	VII IDUS	VII IDUS
8	VIII IDUS	VI IDUS	VI IDUS	VI IDUS
9	VII IDUS	V IDUS	V IDUS	V IDUS
10	VI IDUS	IV IDUS	IV IDUS	IV IDUS
11	V IDUS	III IDUS	III IDUS	III IDUS
12	IV IDUS	PRIDIE IDUS	PRIDIE IDUS	PRIDIE IDUS
13	III IDUS	IDUS	IDUS	IDUS
14	PRIDIE IDUS	XVIII KAL.	XVII KAL.	XVI KAL.
15	IDUS	XVII KAL.	XVI KAL.	XV KAL.
16	XVII KALENDAS	XVI KAL.	XV KAL.	XIV KAL.
17	XVI KALENDAS	XV KAL.	XIV KAL.	XIII KAL.
18	XV KALENDAS	XIV KAL.	XIII KAL.	XII KAL.
19	XIV KALENDAS	XIII KAL.	XII KAL.	XI KAL.
20	XIII KALENDAS	XII KAL.	XI KAL.	X KAL.
21	XII KALENDAS	X I KAL.	X KAL.	IX KAL.
22	XI KALENDAS	X KAL.	IX KAL.	VIII KAL.
23	X KALENDAS	IX KAL.	VIII KAL.	VII KAL.
24	IX KALENDAS	VIII KAL.	VII KAL.	VI KAL.
25	VIII KALENDAS	VII KAL.	VI KAL.	V KAL.
26	VII KALENDAS	VI KAL.	V KAL.	IV KAL.
27	VI KALENDAS	V KAL.	IV KAL.	III KAL.
28	V KALENDAS	IV KAL.	III KAL.	PRIDIE KAL.
29	IV KALENDAS	III KAL.	PRIDIE KAL.	
30	III KALENDAS	PRIDIE KAL.	----------	----------
31	PRIDIE KALENDAS	----------	----------	----------
	31X4=124 GIORNI	30X6=180 GIORNI	29X7=203 GIORNI	28 GIORNI

IL CALENDARIO GIULIANO

Cesare… riorganizzò il calendario, che l'assemblea dei Sacerdoti, inserendo a suo piacimento giorni o mesi, aveva abbandonato in un disordine tale che le feste del raccolto e della vendemmia non cadevano più nelle giuste stagioni. (Svetonio, 96 d.C.)
Cesare, nel suo terzo consolato (708 di Roma, 46 a.C.) promulgò, quale Pontefice Massimo, la sua riforma. Di questa non si hanno molte e concordi notizie, ad eccezione di accenni dovuti a Ovidio, Plinio il Vecchio, Svetonio, Plutarco e Dione Cassio, nonchè, con una maggiore dovizia di informazioni, dai grammatici Censorino, Macrobio e Solino. L'unico quasi coevo alla riforma è Ovidio (43 a.C., 18 d.C.), mentre gli altri sono tutti successivi in uno spazio di quasi cinque secoli. Proprio Ovidio parla della riforma sulla base di notizie apprese dalla tradizione orale contemporanea, almeno per quanto riguarda la collaborazione scientifica che Cesare avrebbe messa nell'ordinamento della sua riforma. Questa mirava a porre ordine nel calendario vigente partendo dal presupposto di voler portare l'anno civile il più possibile a coincidere con l'anno solare, ritenuto di 365,25 giorni. Istituì perciò dei cicli quadriennali in cui a tre anni di 365 giorni si intercalava un anno di 366 giorni. I numeri dei giorni contenuti nei singoli mesi sono quelli che si hanno attualmente e il mese di febbraio fu lasciato di 28 giorni, come già era, per non alterare il mese sacro dedicato ai defunti. Cesare superò così anche la superstizione del numero pari. Giulio Cesare abbandonò quindi l'anno lunisolare di Numa adottando l'anno solare degli Egizi. Aggiunse 10 giorni al calendario precedente: 2 a gennaio, agosto (che allora si chiamava *Sextilis*, sesto) e dicembre; 1 ad aprile, giugno, settembre e novembre. Mancava tuttavia un quarto di giorno all'incirca per completare l'anno solare secondo i calcoli di allora. Si stabilì di recuperare le 6 ore ogni quattro anni inserendo un giorno in quel punto in cui s'inserivano anticamente i giorni intercalari del calendario di Numa: al sesto giorno prima delle Calende di marzo, il 24 febbraio odierno, che venne chiamato *bisextus*, due volte sesto, poiché si ripeteva. A sua volta l'anno con un giorno in più fu detto *bisextilis*, bisestile, mentre gli altri anni furono detti *comuni*. Per correggere lo sfasamento fra anno reale e anno legale, il 46, come si è ricordato, era cominciato in realtà il 14 ottobre del 47, si aggiunsero eccezionalmente 90 giorni distribuiti in 3 mesi intercalari: 1 a febbraio, 2 fra novembre dicembre; sicché il 46 risultò di 445 giorni. Fu un anno, il 46, di quindici mesi la cui durata risultò di 445 giorni secondo Censorino (grammatico romano, III sec.), come prima detto, ma secondo Solino (Gaius Julius Solinus, scrittore latino, III sec.) fu di 444 giorni e secondo Macrobio di 443 giorni e fu detto *anno di confusione.*

	CALENDARIO DI CESARE GEN. AGO. DIC.	CALENDARIO DI CESARE MAR. MAG. LUG. OTT.	CALENDARIO DI CESARE APR. GIU. SET. NOV.	CALENDARIO DI CESARE FEBBRAIO COMUNE	CALENDARIO DI CESARE FEBBRAIO BISESTILE
1	KALENDAE	KALENDAE	KALENDAE	KALENDAE	KALENDAE
2	IV NONAS	VI NONAS	IV NONAS	IV NONAS	IV NONAS
3	III NONAS	V NONAS	III NONAS	III NONAS	III NONAS
4	PRIDIE NONAS	IV NONAS	PRIDIE NONAS	PRIDIE NONAS	PRIDIE NONAS
5	NONAE	III NONAS	NONAE	NONAE	NONAE
6	VIII IDUS	PRIDIE NONAS	VIII IDUS	VIII IDUS	VIII IDUS
7	VII IDUS	NONAE	VII IDUS	VII IDUS	VII IDUS
8	VI IDUS	VIII IDUS	VI IDUS	VI IDUS	VI IDUS
9	V IDUS	VII IDUS	V IDUS	V IDUS	V IDUS
10	IV IDUS	VI IDUS	IV IDUS	IV IDUS	IV IDUS
11	III IDUS	V IDUS	III IDUS	III IDUS	III IDUS
12	PRIDIE IDUS	IV IDUS	PRIDIE IDUS	PRIDIE IDUS	PRIDIE IDUS
13	IDUS	III IDUS	IDUS	IDUS	IDUS
14	XIX KALENDAS	PRIDIE IDUS	XVIII KAL.	XVI KAL.	XVI KAL.
15	XVIII KALENDAS	IDUS	XVII KAL.	XV KAL.	XV KAL.
16	XVII KALENDAS	XVII KALENDAS	XVI KAL.	XIV KAL.	XIV KAL.
17	XVI KALENDAS	XVI KALENDAS	XV KAL.	XIII KAL.	XIII KAL.
18	XV KALENDAS	XV KALENDAS	XIV KAL.	XII KAL.	XII KAL.
19	XIV KALENDAS	XIV KALENDAS	XIII KAL.	XI KAL.	XI KAL.
20	XIII KALENDAS	XIII KALENDAS	XII KAL.	X KAL.	X KAL.
21	XII KALENDAS	XII KALENDAS	X I KAL.	IX KAL.	IX KAL.
22	XI KALENDAS	XI KALENDAS	X KAL.	VIII KAL.	VIII KAL.
23	X KALENDAS	X KALENDAS	IX KAL.	VII KAL.	VII KAL.
24	IX KALENDAS	IX KALENDAS	VIII KAL.	VI KAL.	BIS VI KAL.
25	VIII KALENDAS	VIII KALENDAS	VII KAL.	V KAL.	VI KAL.
26	VII KALENDAS	VII KALENDAS	VI KAL.	IV KAL.	V KAL.
27	VI KALENDAS	VI KALENDAS	V KAL.	III KAL.	IV KAL.
28	V KALENDAS	V KALENDAS	IV KAL.	PRIDIE KAL.	III KAL.
29	IV KALENDAS	IV KALENDAS	III KAL.	----------	PRIDIE KAL.
30	III KALENDAS	III KALENDAS	PRIDIE KAL.	----------	----------
31	PRIDIE KALENDAS	PRIDIE KALENDAS	----------	----------	----------
	31X3=93 GIORNI	31X4=124 GIORNI	30X4=120 GIORNI	28 GIORNI	29 GIORNI

Calendario di Caio Giulio Cesare

Le Calende del 45 caddero conseguentemente il 2, ma la differenza fu recuperata rendendo quell'anno bisestile. Quanto ai nomi dei mesi, vi furono due cambiamenti: nel 44 *Quintilis*, così chiamato perché era il quinto nell'antico calendario romuleo, divenne *Julius* (luglio) in onore di Giulio Cesare che era nato in quel mese; e nell'8 a.C. *Sextilis* divenne *Augustus* (agosto) in onore del primo imperatore romano, grazie a un decreto del senato che spiegava: "Considerato che l'imperatore Cesare Augusto nel mese di sestile assunse la prima volta il consolato, entrò tre volte a Roma in trionfo, condusse dal Gianicolo le legioni che seguirono fedeli la sua causa; considerato inoltre che in questo mese l'Egitto fu ridotto in potere del popolo romano e nello stesso mese ebbero fine le guerre civili; considerato inoltre che questo mese è stato molto fortunato per l'Impero, il Senato decreta che esso sia chiamato *agosto*".

Sicché oggi ancora, nonostante qualche tentativo di cambiamento nel corso dei secoli, i dodici mesi dell'anno corrispondono, anche nel nome, al calendario romano in vigore agli inizi della nostra era. L'unica differenza riguarda il mese bisestile, febbraio, che non cade più regolarmente ogni 4 anni. Questo cambiamento è dovuto all'ultima, per ora, riforma calendariale che avverrà nel 1582.

Il primo anno giuliano cominciò il 1° gennaio del 709 di Roma (45 a.C.) in giorno di novilunio e gli anni, contati con numeri progressivi, si chiamarono giuliani. La corrispondenza fra la numerazione degli anni giuliani e di quelli *ab urbe condita* è espressa dunque dalla equivalenza

anno giuliano N = anno di Roma 708+N

I Romani non indicavano come avviene oggi i giorni di ciascun mese con il loro numero progressivo, ma si riferivano a tre date fisse di ciascun mese che erano le *Kalendae*, le *None* e le *Idi*. Le prime cadevano il primo giorno di ogni mese, come già detto, le None il quinto e le Idi il tredicesimo, salvo che per marzo, maggio, luglio e ottobre (vedi mesi comuni tra calendari di Romolo, Numa e Cesare) in cui erano posticipate di due giorni. L'indicazione di un giorno qualsiasi si otteneva esprimendo di quanto quel giorno precedeva la più prossima delle date anzidette, con un conteggio a ritroso.

Così il 28 febbraio era detto *pridie kalendas Martis*, il 27 *tertio kalendas*, il 26 *quarto kalendas* e così via, dove però il conteggio comprendeva sia il giorno da cui si partiva sia quello cui si arrivava, salvo quello immediatamente precedente la data di riferimento (*pridie*). Il 27 febbraio *tertio kalendas,* oltre a se stesso, comprende quindi il primo giorno del mese successivo, *Kalendae* e il 28 febbraio *pridie kalendas Martis*. Quindi, ancora, il 4 gennaio dicevasi *pridie nonas januarias* e il 6 marzo *decimus idus martis*.

Solino e Macrobio ci informano che dopo la morte di Cesare l'anno bisesto fu intercalato ogni tre anni e ciò avvenne per 36 anni, cioè furono intercalati 12 bisesti. Augusto, avvisato dell'errore nell'8 a.C. fece passare 12 anni senza bisesti per correggere l'anomalia e con l'8 d.C. si rientrò nella normalità. A perpetua memoria Augusto fece incidere su tavole di bronzo le norme stabilite da Cesare. Un enigma si nasconde dietro questa intercalazione.

C'è chi, come il Mommsen, sostiene che l'equivoco risieda nella parola *lustrum*, che può indicare sia un quadriennio che un quinquennio, ma ciò ovviamente non spiega l'intercalazione triennale; il Ginzel suppone che nell'editto di Cesare fosse detto *quarto quoque anno*, che a quei tempi si applicava ad avvenimenti che si verificano un anno sì e due no; forse, più probabilmente, l'intercalazione triennale evitava in perpetuo l'infausta, per i Romani, coincidenza delle *nundine* con il primo giorno dell'anno. Queste indicavano un ciclo di otto giorni formato da un giorno di mercato o nundine, seguito da sette giorni lavorativi. Il nono giorno era di nuovo di mercato e così via. Questo ciclo non subì interruzioni fino a quando non venne sostituito dal ciclo settimanale.

Dione Cassio (storico, 155-230 circa) narra che nel 713 di Roma, dopo i giuochi Apollinari (5 luglio), fu intercalato un giorno oltre il consueto onde evitare che il 1° gennaio 714 coincidesse con il giorno di mercato e che dopo fu ritolto un giorno perchè non venisse alterata la disposizione di Cesare. Con la sua riforma ogni 32 anni ciascun giorno dell'anno diventa 4 volte di mercato, tranne il bisesto che si presenta solo una volta.

E' storicamente accertato che nell'anno 711 le nundine caddero il 1° gennaio e da quanto affermato da Dione Cassio si sa che accaddero anche nel 714. E' possibile costruire un ciclo di 32 anni, partendo dal primo anno bisesto in cui si stabilisce il primo giorno di gennaio come giorno di mercato (nundine) e quindi determinare la data delle prime nundine di un anno successivo aggiungendo 2 se bisesto, 3 se comune e togliendo 8 ogni volta che viene superato tale numero. Ad esempio, se il primo anno è bisesto e le nundine sono l'1 gennaio, l'anno successivo saranno il 3 gennaio (1+2), quello dopo il 6 gennaio (3+3, perchè comune), quello dopo ancora il il 1° gennaio (6+3-8=1) e così via fino al 33° anno in cui il ciclo riprende uguale.

Il ciclo delle nundine, nell'intercalazione triennale dell'anno bisesto, può in perpetuo evitare di cadere il 1°gennaio.

Le ipotesi quindi, formulate in precedenza, di un equivoco sulle norme imposte da Cesare per l'intercalazione del bisesto ogni quadriennio, sono difficili da comprendere se non con la volontà di evitare che l'inizio dell'anno cominciasse con un giorno di mercato ricorrendo all'intercalazione triennale, dato che l'"errore" sarebbe stato commesso da una assise di ben quindici Pontefici maggiori e altrettanti minori.

In ogni modo quali che siano state le vicende riguardanti il bisesto, tramandateci dai cronologisti antichi e recenti è storicamente accertato che dall'anno 45 a.C., 709 di Roma, bisestile, inizio del nuovo calendario, furono bisesti tutti gli anni che divisi per quattro dessero un numero intero.

Prima e dopo la riforma giuliana i Romani contavano gli anni dalla fondazione di Roma. Sopravvenuto il Cristianesimo fu assunta come epoca di riferimento la nascita di Cristo, ma, essendovi discordanze su tale data, fu assunta l'epoca del Concilio di Nicea come corrispondente all'anno 325 dell' Era Cristiana.

Nella riforma giuliana non si era tenuto conto dei moti della Luna e la coincidenza della Luna nuova con il primo giorno del primo anno giuliano era stata fortuita. Ma con il Cristianesimo entrò nuovamente in gioco il ciclo Lunare con il ciclo settimanale, giacchè con l'uno e con l'altro era legata la data della Pasqua.

CENNI SUL MOTO DELLA LUNA, LE SUE FASI, L'EPATTA, LE SUE IMPLICAZIONI CON I CALENDARI E LA DATA DELLA PASQUA

Il moto di rivoluzione della luna. La Luna è il satellite naturale della Terra. Fino dai tempi più antichi la periodicità delle sue fasi fu usata come misura del tempo. Sembra che Talete di Mileto (624-546 ca, a.C.) sia stato il primo a dare una spiegazione corretta delle fasi lunari, e che Anassagora, maestro di Pericle e Socrate (Clazomene, 500 ca,- 428 a.C) abbia riconosciuto la vera natura delle eclissi lunari. La Luna si sposta nel cielo con un rapido moto proprio tra le stelle, da Ovest a Est, percorrendo circa 13° 11' al giorno. Essa compie il giro completo del cielo, con riferimento alle stelle, in $27^{d}\ 7^{h}\ 43^{m}\ 11^{s}$, 47*;* questo periodo medio, detto *mese siderale,* può variare di circa 7^{h} a motivo principalmente dell'eccentricità dell'orbita lunare. La Luna quindi gira attorno alla Terra e percorre con essa un giro attorno al Sole in un anno. A motivo del moto di rivoluzione della Terra, essa impiega un tempo maggiore per ritornare nella medesima posizione rispetto alla Terra e al Sole; questo periodo, detto *mese sinodico,* è in media di $29^{d}\ 12^{h}\ 44^{m}\ 2^{s}$, 78 (praticamente coincidente con quello già determinato da Ipparco) con una variabilità di 13^{h} dipendente dall'eccentricità come per il mese siderale.

Il mese sinodico è l'intervallo di tempo che dà origine al mese nell'uso comune, come già visto. Nelle differenti posizioni della Luna rispetto alla Terra e al Sole essa ci presenta differenti porzioni illuminate della sua superficie; queste apparenze vengono dette *fasi* lunari. Nella *fig. 1* si è considerato il piano dell'eclittica e quello dell'orbita lunare come coincidenti, e la posizione della Terra al centro del moto della Luna. Nella posizione 1 la Luna ha la stessa longitudine (sul piano dell'eclittica) del Sole e si dice che è in congiunzione; si ha allora la Luna nuova (LN). Essa si muove in direzione della freccia raggiungendo la posizione 3 dopo circa una settimana; in 3 si dice che la Luna è in *quadratura* e la longitudine del Sole e della Luna differiscono di 90°; la fase che ci presenta allora la Luna è il *primo quarto* (PQ); dopo un'altra settimana essa è in *opposizione,* 5*,* e presenta tutta la faccia illuminata: *Luna piena* (LP); in 7 essa è nuovamente in quadratura ed è *all'ultimo quarto* (UQ).

La linea che separa la porzione illuminata visibile da quella oscura è chiamata *terminatore;* è una sezione principale della Luna, un semicerchio, visto obliquamente sotto forma di una semi-ellisse. Nella fase della Luna crescente da 1 a 3 e in quella calante da 7 a 1 (vedi 2 e 8) il terminatore finisce in due punte dette *cuspidi.*

Il Sole si trova in una direzione che forma un angolo retto con quella della linea che congiunge le estremità del terminatore. Nei giorni intorno alla Luna nuova, quando la falce lunare è ancora sottile, si vede, specialmente con l'aiuto anche di un piccolo cannocchiale, l'immagine completa del disco lunare debolmente illuminata dalla luce che la terra riflette sulla luna. Questa luce viene detta *luce cinerea.*

Siccome 235 mesi sinodici sono quasi uguali a 19 anni giuliani (19,0000169), le fasi della luna ritornano dopo 19 anni nello stesso giorno del mese, o al massimo con un giorno di differenza. Questo ciclo, scoperto da Metone nel 433 a.C., è di utilità nel computo

ecclesiastico della Pasqua. Si dice che la Terra percorre un'orbita ellittica intorno al Sole, mentre è il baricentro del sistema Terra-Luna a percorrere tale orbita. La Terra e la Luna compiono quindi oscillazioni periodiche intorno a questo punto, che si trova a 4671 km dal centro del nostro pianeta, e quindi 2000 km circa sotto la crosta terrestre. Ne segue che l'orbita della Luna, quando sia riferita al Sole, è sempre concava verso il Sole stesso; se riferita alla Terra, invece, è un'ellisse di piccola eccentricità, che viene continuamente distorta dall'azione combinata del Sole, della Terra e anche degli altri pianeti. Le osservazioni delle posizioni della Luna indicano che essa si muove in un piano inclinato, in media, di 5° 8' 3" sul piano dell'eclittica (questa inclinazione varia da 4° 59' a 5° 18'). I due punti nei quali la Luna, muovendosi lungo la sua orbita, attraversa l'eclittica vengono detti *nodi: ascendente* quello nel quale essa passa, muovendosi da Sud verso Nord, *discendente* l'altro.

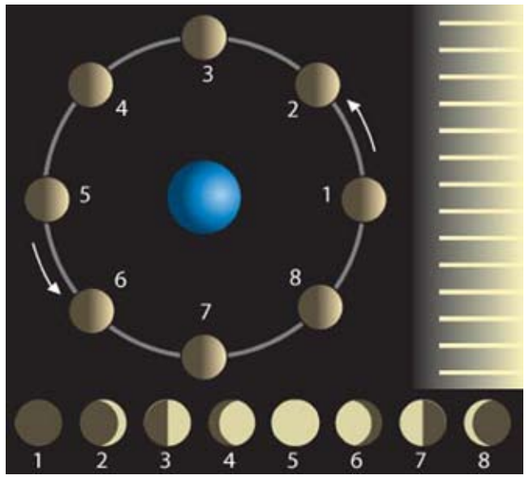


Figura 1 - (da Wikipedia). Fasi lunari. Esistono più detti per capire se la luna è crescente o decrescente. Uno di questi dice che la Luna è sempre mentitrice: se dalla Terra la vedo a forma di D (iniziale di Decrescente, posizione 3) è Crescente, se la vedo con la forma di C (iniziale di Crescente, posizione7) è Decrescente. Un altro, altrettanto noto recita: Gobba a levante Luna calante, Gobba a ponente Luna crescente

Il moto della Luna viene però perturbato dal Sole, in modo che essa non ritorna mai al punto dal quale è partita; l'inclinazione del piano dell'orbita non varia molto, bensì varia la sua orientazione e quindi la posizione dei nodi. Il moto dei nodi è retrogrado (da Est a Ovest), ma è molto più rapido dell'analogo moto retrogrado degli equinozi celesti.

Il periodo completo di rivoluzione dei nodi è di 6793 giorni, circa 18 anni e 2/3. A causa di questo movimento dei nodi, il tempo che impiega la Luna a ripassare per un dato nodo è $2^h 38^m$ più breve del mese siderale; questo periodo di tempo è detto *mese nodale* o *draconitico.*

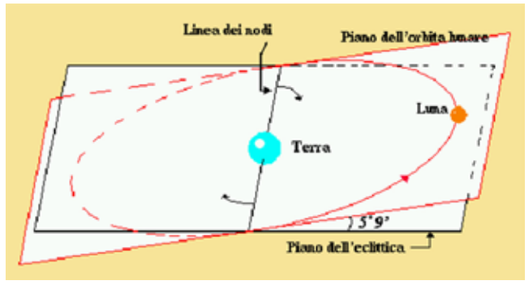


Figura 2, - (da Wikipedia). Schema dell'orbita della Luna attorno alla Terra e sua inclinazione sull'eclittica

Il moto di retrogradazione dei nodi della Luna fa sì che il Sole e il nodo abbiano la medesima longitudine dopo 346,619 giorni invece che dopo un anno siderale; questo periodo di tempo è detto *rivoluzione sinodica* dei nodi della Luna. Si verifica facilmente che 223 lunazioni sono quasi uguali a 19 rivoluzioni sinodiche, uguali tutte e due a 6585,5 giorni. Questo ciclo, molto importante per il calcolo della predizione delle eclissi, è chiamato *saros* ed era già conosciuto dai Caldei. A motivo della rotazione dei nodi, l'inclinazione dell'orbita della Luna sull'equatore varia da 23° 27' – 5° 8' = *18° 19'* a 23° 27' + 5° 8' = *28° 35'* in circa 9,3 anni a seconda della posizione reciproca dei nodi rispetto all'equinozio di primavera; questa differente inclinazione della Luna è causa principale di quella parte del moto dell'asse di rotazione terrestre, che è detto *nutazione.*

Il moto angolare diurno della Luna si può facilmente calcolare dato che sia il periodo sinodico; difatti in questo tempo la Luna compie un giro completo rispetto al Sole e quindi culmina una volta di meno. Il ritardo diurno al passaggio meridiano sarà quindi dato da 1 giorno medio (86400 secondi) diviso $28^g\ 12^h\ 44^m\ 2^s$, 78 e riducendo tutto in secondi (28x86400+12x3600+44x60+2,78s = 2465042,78s) si ha 86400/2465042,78 = 0,035050102 frazione di giorno, ovvero moltiplicando per i secondi contenuti in un giorno 3028, $3287^s = 50^m\ 28^s$, 33; questo ritardo diurno varia, principalmente a motivo dell'orbita ellittica della Luna e della rispettiva inclinazione sul piano dell'equatore, da 38 minuti a 66 minuti, analogamente alle variazioni del moto angolare del Sole, che le effemeridi astronomiche

mettono in rilievo col nome di *equazione del tempo.* Il ritardo medio del sorgere e tramontare è esso pure di $50^m\ 28^s$, 33 , ma la variazione dalla media è ancora maggiore, potendo il ritardo essere da 13 minuti a 80 minuti per una latitudine di 40° e di più ancora per latitudini maggiori. Per latitudini superiori a 61° 30' la Luna diviene circumpolare al momento della sua massima declinazione almeno una volta in un *saros.* La maggiore variazione del ritardo del sorgere e tramontare della Luna rispetto a quella del passaggio al meridiano si può spiegare, pensando la Luna percorrente il circolo massimo della sua orbita, che per questo scopo s'immagina coincidente con l'eclittica. L'angolo tra l'eclittica e l'equatore varia di 47° attorno al valore medio dato dall'inclinazione dell'equatore con l'orizzonte del luogo. Consideriamo a esempio il sorgere della Luna piena di settembre e ottobre; si osserva che essa sorge, per una latitudine di 40°, per parecchie sere di seguito con un ritardo di circa soli 20 minuti. Per spiegarlo ricordiamo che la Luna piena è in posizione opposta al Sole e che questo in settembre e ottobre si trova circa all'equinozio d'autunno; ne segue quindi che la Luna si trova all'equinozio di primavera. L'angolo che forma quella parte dell'eclittica quando sorge all'orizzonte est con l'orizzonte stesso è dato da (90°- 40°) - 23° = 27° circa, cioè un angolo molto piccolo. Quindi la Luna, nel suo cammino di 12° al giorno sull'orbita, si allontanerà dall'orizzonte lentamente, e se per esempio un giorno sorge alle 6^h, il seguente sorgerà alle $6^h\ 20^m$ e poi alle $6^h\ 40^m$, ecc.

Il contrario accadrà al tramonto.

Come abbiamo già incidentalmente notato, la Luna percorre un'orbita ellittica, che le osservazioni rivelano dalle variazioni del suo diametro angolare da 33'30", quando è alla massima vicinanza, a 29'21" alla massima distanza. L'eccentricità dell'orbita risulta essere di 0,05490, cioè circa 1/18, ma varia a motivo delle perturbazioni da 1/15 a 1/23. Il punto più vicino dell'orbita lunare viene detto *perigeo,* quello più lontano *apogeo.* La linea degli *apsidi,* che congiunge questi due punti, muta di direzione a motivo delle perturbazioni, similmente alla linea dei nodi; però il suo moto è progressivo (da Ovest a Est) e il periodo è di circa 9 anni. Il tempo che la Luna impiega a ritornare da un perigeo a quello successivo vien chiamato *mese anomalistico* ed è $5^h\ 35^s$ più lungo di quello siderale. La distanza media della Luna è la prima che si sia determinata per un corpo celeste. Intorno al 140 a.C. Ipparco aveva stimato questa distanza da 71a 83 raggi terrestri; riuscì a valutare con discreta precisione la distanza Terra-Luna servendosi delle eclissi lunari, ma la prima determinazione rigorosa di tale distanza fu effettuata intorno al 1750 mediante una triangolazione: la base era costituita dalla distanza fra il capo di Buona Speranza e l'osservatorio di Greenwich.

Nel 1959 la determinazione fu ripetuta mediante il radar e fornì una distanza media di 384.402km ± 1 km. Successivamente, misurando il tempo impiegato da un fascio laser a percorrere il cammino Terra-Luna e ritorno, dopo essersi riflesso su un pannello di prismi riflettenti uguali a quelli usati per gli strumenti topografici, lasciato sulla Luna dagli astronauti della missione Apollo 11, la misura potè essere effettuata con la precisione di ± 25 metri. Essa è dell'ordine di *384.400* km, pari a circa 60,26 raggi equatoriali terrestri. Questa distanza varia da 364.400km a 406.730km. L'angolo sotto il quale dalla Luna si vede il raggio equatoriale della Terra, cioè la parallasse, ha di conseguenza un valore medio di 57' 2" e varia da 1° 1' 31" a 53' 55". Dalla distanza della Luna e dal suo moto angolare si deduce una velocità lineare media di 3680 km all'ora (1021m/s).

Dimensioni lineari, massa e densità della luna. Dalla distanza della Luna e dal suo semidiametro angolare si ha il diametro espresso in chilometri uguale a 3476 cioè circa 1/4 di quello della Terra. Si ricava da qui immediatamente che la superficie della Luna è circa 1/14 di quella della Terra e il volume quasi esattamente 1/49. La determinazione della massa della Luna è abbastanza complessa e si basa sulla determinazione della posizione del centro di gravità del sistema Luna-Terra: il moto della Terra attorno al centro di gravità, che dà origine alla cosiddetta *equazione lunare,* sposta da Est a Ovest e viceversa i corpi celesti con effetto angolare maggiore per i più vicini e nullo per le stelle; le osservazioni di Marte, Venere e altri pianeti e pianetini sono specialmente utilizzate per questo metodo. Un'altra stima è basata sull'analisi matematica delle costanti di precessione e nutazione. Con questi due metodi si conclude per la Luna una massa 81,6 volte minore di quella della Terra. La densità media che ne risulta per la Luna è 0,6 di quella della Terra (ossia 3,3 volte quella dell'acqua), poco superiore a quella delle rocce costituenti la crosta terrestre.

Dall'applicazione della legge della gravitazione universale si ha per la Luna una gravità superficiale di 1/6 di quella della Terra. Di conseguenza anche la velocità di fuga dal campo gravitazionale della Luna

è di soli 2,38 km/s, mentre il corrispondente valore terrestre è di 11,2 km/s.

Rotazione. La Luna ruota attorno al suo asse *esattamente nello stesso tempo che impiega a compiere la sua rivoluzione attorno alla Terra, cioè un mese siderale; mantiene perciò sempre la stessa faccia volta verso la Terra.* La sua velocità angolare è di circa 0,5° all'ora rispetto ai 15° della Terra. Il piano dell'equatore è inclinato sul piano dell'orbita di 6° 40',7 e sul piano dell'eclittica di 1° 32',1. Misure accurate rivelano che l'asse polare è quasi due chilometri più corto di quello equatoriale osservabile. La perfetta uguaglianza della rotazione e della rivoluzione lunare si crede sia dovuta all'effetto di rallentamento graduale che subì la Luna, quando era ancora in fase plastica, a cagione delle poderose maree che la Terra doveva allora provocare sulla sua superficie.

Librazioni. L'inclinazione dell'asse di rotazione lunare ci fa vedere alternativamente, analogamente a quanto accade per le calotte polari terrestri rispetto al Sole, delle calotte lunari di 6° 40',7 di estensione attorno al polo lunare: questo fenomeno vien detto *librazione in latitudine. Librazione in longitudine* è quella che ci permette di vedere alternativamente un fuso meridiano di 7° 45' oltre i bordi Est e Ovest della Luna e dipende dal fatto che, mentre la velocità di rotazione della Luna è costante, quella di rivoluzione sulla sua orbita ellittica è variabile per la seconda legge di Keplero. La *librazione diurna è* un effetto di parallasse; essa è al massimo di un grado quando la Luna è all'orizzonte; allora l'osservatore vede un grado di più del lembo superiore della Luna di quello che vedrebbe un osservatore posto al centro della Terra, e questo perché le dimensioni della Terra non sono trascurabili rispetto alla distanza della Luna. Il fenomeno delle librazioni lunari venne scoperto da Galileo; la spiegazione che egli ne diede è quella che compete alla librazione diurna; le altre due non potevano naturalmente ricevere la vera spiegazione per la conoscenza incerta dei moti di rivoluzione e rotazione.
Oltre a queste librazioni geometriche, esiste anche una *librazione fisica;* risulta dalle discussioni di F. Hayn che essa è dovuta alla perturbazione che subisce quell'asse equatoriale della Luna che è rivolto verso la Terra e che è più lungo di quello equatoriale visibile di circa 1/2 km. Le perturbazioni sono causate dalle librazioni geometriche, che spostano questo eccesso di materia dalla sua direzione media verso la Terra. S. A. Saunder trova invece dall'analisi delle fotografie lunari che l'asse verso la Terra è solo 1 km più lungo dell'asse polare.

Teorie sul moto della luna. Soltanto dopo la scoperta della gravitazione universale fu possibile dare una teoria precisa del moto della Luna. Newton poté provare come le varie ineguaglianze periodiche e il moto del perigeo e dei nodi erano dovuti all'attrazione del Sole. A.C. Clairaut, 60 anni più tardi, sviluppò la sua teoria analitica, e a lui seguirono D'Alembert, Eulero e Laplace, col quale s'inizia una nuova era per la teoria della Luna.
P.A. Hansen nella sua opera *Fundamenta Nova* apparsa nel 1838 diede tavole, che furono nel 1883 migliorate da S. Newcomb e usate comunemente dal 1862 al 1922 per la costruzione delle effemeridi inglesi della Luna. Le effemeridi francesi usano invece i valori trovati da C.E. Delaunay. Una teoria e tavole completamente nuove sono state costruite da E. W. Brown di Yale con un metodo che costituisce un'estensione di quello per approssimazioni successive proposto da Eulero e applicato da G. W. Hill e da J. C. Adams per la determinazione del moto del perigeo e del nodo rispettivamente. La teoria della gravitazione universale non spiegava esattamente il moto della Luna. Oggigiorno le leggi che governano il moto della Luna sono ben conosciute.

Epatta (da *επαχτός, aggiunto*). Per definizione epatta di un anno è l'età della luna dall'ultimo giorno dell'anno precedente (o, se si vuole, allo 0 gennaio), quando si chiami età della Luna a un dato giorno il numero di giorni trascorsi a partire dall'ultimo novilunio, assegnandosi a questo il valore 0. Nel calendario gregoriano, l'epatta, che si suole indicare in cifre romane, rende, per così dire, meccanico il calcolo dei noviluni ecclesiastici per il computo della Pasqua. Fino alla riforma gregoriana del calendario questo calcolo veniva effettuato mediante il cosiddetto ciclo diciannovennale di Metone, secondo il quale, in capo a 19 anni, i noviluni, al pari delle altre fasi della Luna, ritornano alle stesse date, come visto.

LE ORIGINI DELLA PASQUA, I RITI E LA SUA CELEBRAZIONE PRIMA DEL CONCILIO DI NICEA

Il problema della Pasqua e delle sue varie celebrazioni è complesso non solo nel lungo periodo dell'ebraismo e del successivo cristianesimo, ma lo è tuttora, anche se ormai consolidato nelle tradizioni.
Il nome deriva dall'ebraico *pesah*, (dalla Bibbia, *Esodo* XII, 11-27) diventato nell'aramaico-giudaico *pishā* (siriaco *peshā*), che nella vulgata latina diventa *phase.* Il suo significato appare come "zoppicare, saltare o passar oltre (qualche cosa)" da cui la traduzione di "pasqua" con ὑπέρβασις, ὑπερβασία, in Giuseppe Flavio.

La Pasqua ebraica. *Il racconto della Bibbia* (cfr. Treccani, voce Pasqua).
In Esodo, XII, la celebrazione della prima Pasqua ebraica è narrata sostanzialmente così. Il faraone, che impediva agli Ebrei stanziati in Egitto di partirne, non era rimasto scosso neppure dalle prime nove calamità che Mosè aveva attirato traumaturgicamente sul paese (le "piaghe d'Egitto"), per ottenere il permesso di partenza; perciò Mosè, per ordine di Dio, provocò la decima ed ultima piaga intimamente connessa con la Pasqua ebraica. Correva il mese di Abib, detto più tardi di Nisàn, che era il primo mese dell'anno e corrispondeva circa al nostro marzo-aprile (nell'ordine attuale dei dodici mesi corrisponde al settimo mese, cioè il nostro luglio). Mosè diede ordine che ogni famiglia ebraica, nella notte fra i giorni 14 e 15 di detto mese, immolasse in casa propria un agnello maschio, di un anno di età e immune da ogni difetto; il sangue dell'animale immolato doveva essere sparso sulla soglia e gli stipiti della casa rispettiva e le sue carni dovevano essere arrostite, e si dovevano mangiare insieme pane non fermentato (azimo) e con erbe amare; questo pasto doveva essere consumato in maniera frettolosa, e coloro che vi partecipavano dovevano essere in veste e atteggiamento di viandanti. Perciò la vittima, e con essa tutto il rito, furono chiamati "pasqua", ossia "passar oltre".
In quella stessa notte, infatti, il Dio degli Ebrei, Jahvè, percorse l'Egitto penetrando nelle case ad uccidervi tutti i primogeniti, sia degli uomini sia degli animali, ma davanti alle case degli Ebrei cosparse del sangue della vittima chiamata "passar oltre" egli realmente passò oltre senza entrarvi a compiere la strage. Da ciò Mosè ammaestrò il popolo, in vista del tempo futuro, in cui sempre si sarebbe dovuto ripetere quel rito, spiegandolo con queste parole: "Se i vostri figli vi diranno: Che significato ha per voi questo rito? Voi risponderete: il sacrificio del "passar oltre" (pasqua) per Jahvè, il quale passò oltre dalle case degl'Israeliti in Egitto, allorché percosse l'Egitto, e preservò le nostre case" (Esodo, XII, 26-27).
Riti. La Pasqua ebraica, (cfr.Bibbia), comprendeva tre tipi di riti. Il *primo rito* è quello dell'agnello (v. sopra), che era scelto il giorno10 di Nisān e sacrificato alla sera tra il 14 e il 15, quindi cotto e mangiato con le formalità suddette: in tutta la cerimonia non si doveva rompere alcun osso alla vittima, e le sue carni dovevano mangiarsi con le erbe amare e il pane azimo. Il *secondo rito* era quello dell'azimo, il solo pane lecito durante tutta la solennità della Pasqua, in cui nessun pane fermentato doveva esistere nelle case degli Ebrei. Il *terzo rito* era quello delle primizie che venivano offerte il giorno 16 sotto forma di un manipolo di spighe, mentre era proibito di servirsi in alcuna maniera dei nuovi prodotti agricoli prima di questa offerta ufficiale. L'intera solennità durava sette giorni a cominciare dalla sera tra il 14 e il 15 Nisān, e poiché in tutto questo periodo permaneva l'obbligo del pane azimo, era anche chiamata "festa degli azimi"; il primo e l'ultimo di questi giorni, comportavano anche il riposo sabatico. La partecipazione al rito della Pasqua era di stretto obbligo per tutti gli Ebrei: chi era impossibilitato a parteciparvi per giustificati motivi, era tenuto a celebrarlo nel mese successivo.
La Pasqua, con la Pentecoste[3] (che è una festa cristiana) nella quale si ricorda la discesa dello Spirito Santo sugli Apostoli riuniti con la Madonna nel Cenacolo e i Tabernacoli[4], era una delle cosiddette feste di "pellegrinaggio", perché in essa tutti gli Ebrei adu1ti erano obbligati a compiere il pellegrinaggio al tempio di Gerusalemme (Tito nel 70 d.C., iniziò l'assedio della città appunto quand'era affollata di pellegrini pasquali). Il rito doveva essere compiuto da gruppi non inferiori a 10 persone, né superiori a 20, composti anche di non parenti, e riunitisi occasionalmente.
In tempi tardivi, verso l'epoca cristiana, i riti della Pasqua furono accresciuti con talune cerimonie secondarie, che comprendevano rituali misti, ma basati sui riti suddetti.

[3] La settima domenica dopo la Pasqua, gr. *Pentēcosté* (*Hēméra*) cinquantesimo (giorno)

[4] Festa dei "Tabernacoli" ossia delle "capanne", che rispondevano a due importanti periodi della vita agricola, cioè rispettivamente al termine della mietitura e al termine della vendemmia: quindi la Pasqua sarebbe stata la festività dell'inizio della messe, quando cominciano ad apparire le prime spighe (l'antico nome del mese di Abib significa anche "spiga").

La Pasqua cristiana. Dal giudaismo la Pasqua passò al cristianesimo, che nella festa dell'Antico Testamento ravvisa la prefigurazione di quella del Nuovo; connessione illustrata, come vedremo, dalla liturgia. Ma la celebrazione cristiana è dovuta soprattutto al fatto che durante la festa giudaica avvennero la morte e la risurrezione di Gesù Cristo, che già S. Paolo chiama "il nostro agnello pasquale" (*I Corinzi*, V, 7). Tuttavia, sia sul significato fondamentale della celebrazione e per conseguenza sul rito da seguire, sia sul modo di fissarne la data, stante la necessità di adeguare il calendario lunare degli Ebrei al calendario giuliano, vi furono divergenze di opinioni, che diedero luogo a discussioni abbastanza vivaci e a una serie di tentativi di stabilire un computo pasquale soddisfacente.

In base a passi di antichi scrittori (per es., Tertulliano, Lattanzio) si è sostenuto con argomenti abbastanza forti che in origine la Pasqua fosse precipuamente, anche se non esclusivamente, commemorazione della crocifissione di Gesù Cristo. Nella controversia che agitò la chiesa di Laodicea, sappiamo che Melitone di Sardi (padre apologeta del II sec.) scrisse un'opera *Intorno alla Pasqua* andata perduta. Tuttavia è probabile che si riferisca alla medesima questione l'opera omonima del suo contemporaneo e vicino Apollinare di Gerapoli[5], un frammento della quale, conservato nel *Chronicon paschale* (ed. L. Dindorf, Bonn 1832, I, p. 32), polemizza contro alcuni, i quali sostengono che "il 14 (Nisān) il Signore mangiò l'agnello pasquale insieme con i discepoli" e per conseguenza patì il giorno dopo; e interpretavano in questo senso il racconto di Matteo, col quale concordano gli altri due Vangeli sinottici. Apollinare insiste sul concetto che "il 14 è la vera Pasqua del Signore... sepolto nel giorno dell'agnello pasquale", e questo computo concorda con quello di *Giovanni* (XVIII, 28; XIX, 14; 31), accettato anche da Clemente alessandrino[6] (in *Chron. pasch.*, ed. cit., p. 14), anche se questi mette in evidenza anche l'altro concetto, che cioè Gesù stesso è l'agnello pasquale, la vera Pasqua. Allo stesso modo ragiona Ippolito romano[7], in un frammento del suo *Syntagma* contro le eresie (in *Chron. pasch*., ed. cit., p. 12), nel quale afferma che "Cristo non mangiò l'agnello pasquale secondo la legge; infatti egli era il vero agnello pasquale". Si è creduto di poter desumere dall'insieme di questi passi l'esistenza di un gruppo, evidentemente di giudeo-cristiani, secondo il quale non solo si sarebbe dovuto celebrare la Pasqua il 14 Nisān, mentre la Passione sarebbe avvenuta il 15, ma la celebrazione avrebbe dovuto farsi secondo il rito ebraico. La Pasqua è collegata con l'Eucaristia, in quanto nell'una e nell'altra viene celebrata la risurrezione di Gesù. Questa era avvenuta di domenica e veniva regolarmente commemorata ogni domenica, come ogni venerdì era consacrato a un digiuno, in memoria della Passione. In quale giorno, dunque, avrebbe dovuto terminare il digiuno pasquale? E che cosa soprattutto conveniva di celebrare, la Passione o la Risurrezione? Prevalse la *Pascha resurrectionis* in confronto con la *Pascha crucifixionis*. Ciò non fu indolore e questa controversia pasquale sul giorno commosse la Chiesa al tempo di papa Vittore I (189-199). Se infatti ignoriamo molte cose intorno alle discussioni di Laodicea, è certo che l'uso di celebrare la Pasqua il 14 Nisān (uso "*quattuordecimano*"), verso la fine del II sec., si era diffuso in tutte le chiese dell'Asia.

Ma nel frattempo si era affermato anche un uso diverso, di celebrarla cioè la domenica successiva. Ai motivi già indicati si dovette aggiungere anche quello di non solennizzare la ricorrenza insieme con gli Ebrei, dai quali i cristiani tenevano sempre più a distinguersi. Quest'uso vigeva in Roma dal tempo di papa Sisto I (115-125), ed era stato accolto da numerose altre chiese. Del resto, circa la durata del digiuno pasquale differenze notevoli durarono a lungo, poiché ancora alla fine del II sec. alcuni facevano durare il digiuno un giorno solo, altri due, altri ancora di più. In Roma, dove convenivano cittadini da tutte le parti dell'Impero, si dovette rilevare assai presto la differenza tra l'uso locale e quello degli Asiatici; anzi, allorché vi giunse Policarpo, vescovo di Smirne, il papa Aniceto (155-166) cercò invano d'indurlo ad abbandonare l'uso *quattuordecimano*. Già vi era stata la controversia di Laodicea in proposito. Certo è che a Roma per la presenza di gruppi formati da cristiani provenienti da regioni diverse, che conservavano le proprie tradizioni, quella discordanza nella data della Pasqua fosse causa di inconvenienti. Fu così che il papa Sotero (166-174) sospese l'uso di somministrare l'Eucaristia agli Asiatici ivi residenti. Certo è che della questione si occupò il papa Vittore, preoccupandosi di stabilire un'osservanza unica per tutti i cristiani di Roma e anzi per tutte le chiese. Si riunirono pertanto dei sinodi, e sappiamo che riunioni di vescovi tenute nella Palestina, in Roma, nel Ponto, Siria e Cappadocia, come anche vari altri vescovi, fra cui Bacchillo di Corinto, e la chiesa di Alessandria si dichiararono d'accordo per lo spostamento della Pasqua alla domenica, cioè in favore dell'uso romano. Ma i vescovi dell'Asia, forti della tradizione dei due apostoli Giovanni e Filippo e di tanti uomini illustri non vollero cedere. Policrate di Efeso (130-196) scrisse a Vittore una lettera molto dura (in Eusebio, *Hist. Eccles.*, V, XXIV, 2-8) difendendo l'uso *quattuordecimano* in base a una tradizione accolta anche da altre chiese e risalente fino ai detti apostoli. In seguito a questa opposizione, Vittore prese il gravissimo provvedimento di scomunicare, come se avessero abbandonato la retta fede, tutte le chiese dell'Asia e altre, rimaste fedeli all'osservanza quattuordecimana. Tuttavia, questa severità provocò una reazione da parte di molti vescovi, ai quali parve eccessiva; e Ireneo di Lione (Smirne 130-Lione 202), tra gli altri, scrisse a Vittore una lettera (in Eusebio, *Hist. Eccles*., V, XXIV, II:-17), nella quale, pur aderendo all'usanza romana, pregava il papa di non rompere l'unità della Chiesa a proposito d'una semplice questione di rito, ricordandogli tra l'altro che Aniceto non aveva affatto scomunicato l'amico Policarpo, vescovo di Smirne[8].

Fino a questo punto le discussioni si erano aggirate intorno al giorno della celebrazione; ma si era sempre accettato come termine il 14 Nisàn, ossia un giorno fisso, secondo il calendario ebraico. Ma questo calendario lunare, per essere adattato all'anno solare, doveva subire delle intercalazioni. Il desiderio di non ricorrere agli Ebrei per la determinazione del giorno festivo e il bisogno di sapere in precedenza in quale giorno del calendario solare giuliano sarebbe caduta la Pasqua, fece sentire ai cristiani il bisogno di stabilire un ciclo pasquale, cioè il numero degli anni solari dopo il quale la Pasqua sarebbe caduta nuovamente nello stesso giorno che nell'anno iniziale. Il primo tentativo del genere di cui abbiamo notizia è quello fatto da Ippolito romano nel suo libro *Intorno alla Pasqua* (frammento *Chron. pasch*., *loc. cit.*). Ippolito si era fondato sulla ottaeteride (gruppo di 8 anni), unendone due in un ciclo di 16 anni, cioè 5844 (16x365,25) giorni, corrispondenti a 835 settimane, meno 1 giorno. Infatti 5844:7=834,85714 e la frazione giornaliera di una settimana vale 1:7=0,14286 che sommata 0,85714 dà proprio 1. Pertanto, se la Pasqua del primo anno cade di domenica, nel sedicesimo essa ricorre di sabato, nel trentaduesimo di venerdì, e così via di modo che il periodo completo è di 112 anni (16x7) nel calendario giuliano. Tuttavia il computo di Ippolito considerava l'anno lunare più corto del solare di appena 5 ore, sicchè dopo soli 10 anni il suo 14 Nisàn entrava nel terzo giorno dopo quello reale[9].

Di qualche anno posteriore è il più preciso computo contenuto nel cosiddetto *laterculus* di Augustale[10], ricostruito da B. Krusch. Egli prendeva come base un ciclo di 84 anni giuliani, pari a 30.681(365,25x84) giorni e corrispondenti a 1038,96 mesi lunari (dove il mese lunare ha durata pari a 29^g,5306), che arrotondati a 1039, forniscono un valore di circa 30.682 giorni e 1/4 (1039x29,5306=30682,29). Il ciclo di Augustale fu adottato a Roma e vi rimase in vigore fino al 312, quando venne soppiantato dalla cosiddetta *computatio romana vetus*. Sembra che non ammettesse la celebrazione della Pasqua prima dell'equinozio di primavera (nel calendario giuliano, 25 marzo), né dopo il 21 aprile.

[5] Vescovo a Gerapoli in Frigia (Turchia), personaggio di spicco sotto l'imperatore Marco Aurelio (121-180) per dottrina e santità.

[6] Tito Flavio Clemente (150-215 ca) teologo, filosofo e apologeta, scrittore cristiano antico.

[7] Ippolito di Roma, (170 ca-235), teologo e scrittore cristiano, primo antipapa (217-235), santo della chiesa cattolica e ortodossa.

[8] Verso la fine del 154 Policarpo si recò a Roma da papa Aniceto per discutere su diverse questioni ecclesiastiche, in particolare sulla data della celebrazione della Pasqua, fissata in Asia il 14 Nisān, secondo l'uso *quattuordecimano* e invece a Roma sempre la domenica successiva. Ambedue si richiamarono alle rispettive tradizioni ecclesiastiche e reciprocamente riconobbero le diversità e, ciò nonostante, conservarono la pace e l'unità ecclesiale.

[9] Il calendario ebraico moderno è basato sul ciclo metonico di 19 anni divisi tra normali ed embolismici nei quali viene aggiunto un tredicesimo mese. Gli anni embolismici sono il 3°, il 6°, l' 8°, l'11°, il 14°, il 17° ed il 19° anno del ciclo. Se ne ricava che il ciclo è composto di 12 anni di 12 mesi (144 mesi) e da sette anni di 13 mesi (91 mesi) per complessivi 235 mesi lunari. Il tredicesimo mese si chiama *Adar Sheni*.Tenuto conto della durata del mese lunare di 29 giorni, 12 ore, 44 minuti e 3 secondi e dell'anno solare vero di 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi deriva che nell'arco di un anno il calendario lunare di 12 mesi resta indietro di circa 10 giorni e 21 ore rispetto a quello solare. Alternando anni di 12 e 13 mesi come specificato, però, si riesce a compensare quasi esattamente la differenza: lo scarto tra 19 anni solari e 235 mesi lunari è appena di 2 ore e 5 minuti circa, pari a circa 7 minuti per anno.

[10] *Laterculus*, dim. di *later-ĕris* "mattone" consisteva in un gioco linguistico geometrico o quadrato latino, costituito da parole bifronti disposte in modo che si possano leggere quattro volte nei vari sensi. *Augustale* è persona dedita al culto di Augusto imperatore o a suoi discendenti.

In Oriente, dopo il computo di Dionisio d'Alessandria (Eusebio, *Hist. Eccl.,* VII; XX) che fissava un ciclo di otto anni (o forse una doppia ottaeteride come Ippolito) e sosteneva non doversi celebrare la Pasqua innanzi l'equinozio di primavera, si ebbe quello di Anatolio di Laodicea, il quale (in Eusebio, *Hist. Eccl.*, VII, XXXII, 14-19) accettava in sostanza il ciclo decennovenale di Metone, ponendo nel primo anno il novilunio del primo mese al 19 marzo e negando che si potesse, senza grave errore, celebrare la Pasqua prima dell'equinozio di primavera, cioè appunto prima del 19 marzo. Anatolio, vescovo e scienziato, aveva applicato le sue conoscenze matematiche e astronomiche alla soluzione della data celebrativa della Pasqua. Oltre all'introduzione del ciclo "alessandrino" di 19 anni, a proposito di Anatolio, Eusebio illustra la dottrina del medesimo citando una parte dei suoi *Canoni pasquali*: "Pertanto noi diciamo che quelli che collocano il primo mese (dell'anno ebraico, nel quale cade la Pasqua) in esso (cioè nell'ultimo segno dello Zodiaco) , e in accordo con ciò fissano il 14° giorno della Pasqua, sono responsabili di un errore né piccolo, né banale. E questa non è solo una nostra posizione, ma il fatto era noto anche agli Ebrei, di molto antecedenti a Cristo, che osservarono ciò con grande precisione. Si può apprendere questo fatto da Filone, Giuseppe e Museo, e non solo da loro, ma anche da altri ancora più antichi, come i due Agatobuli, detti i maestri di Aristobulo il Grande[11]….Tali scrittori, nel risolvere la questione dovuta all'Esodo, sostengono che si deve assolutamente sacrificare la Pasqua ebraica dopo l'equinozio primaverile a metà del primo mese, e che questo ricorre allorchè il Sole passa attraverso il primo segno del ciclo solare, o, come qualcuno l'ha chiamato, del ciclo zodiacale".

Lo sfondo della controversia (cfr. Filone di Alessandria nella prima letteratura cristiana, David T. Runia, Roberto Radice) è costituito dal fatto che la festa cristiana della Pasqua è una continuazione della Pasqua ebraica, che era sempre celebrata nel 14° giorno del mese ebraico Nisān. Al tempo di Filone[12], come dice Anatolio, era sempre celebrata dopo l'equinozio di primavera. Se il 14° del mese Nisān accadeva prima dell'equinozio allora veniva intercalato un ulteriore mese. All'epoca di Anatolio i vescovi cristiani avevano abbandonato questo sistema e cercavano di introdurre un ciclo che consentisse un'esatta corrispondenza della data della Pasqua con il ciclo solare.

Dopo Anatolio, Filone continua ad occuparsi della data pasquale. All'inizio del IV sec. Pietro, vescovo di Alessandria, entra in polemica con il montanista[13] Tricenzio ed entrambi gli avversari si richiamano agli antichi saggi ebrei. Un'omelia pasquale, attribuita a Giovanni Crisostomo[14], e pronunciata nel 387, attacca le posizioni eretiche ed ebraiche sulla data della Pasqua, ricorrendo direttamente alle testimonianze dei "saggi ebrei come Filone e Giuseppe". Aggiunge anche che costoro vissero dopo la passione di Cristo di modo che non vi può esser dubbio che quest'ultima sia avvenuta dopo l'equinozio di primavera.

Queste differenze davano luogo a inconvenienti così gravi, poiché le varie chiese non celebravano la Pasqua nello stesso giorno, che il sinodo di Arles (314) cercò di rimuoverli, stabilendo che la data accolta. da tutti fosse quella stabilita e resa nota dalla chiesa di Roma.

COSTANTINO IL GRANDE E IL RICONOSCIMENTO DEL CRISTIANESIMO

Gli avvenimenti che portano a Costantino e al riconoscimento ufficiale del cristianesimo derivano da una situazione dell'impero nel III secolo che portò alla tetrarchia, termine greco che indica la ripartizione

[11] Aristobulo (31 a.C.-7 a.C.), figlio di Erode il grande, principe della Giudea.

[12] Filone di Alessandria (20 a.C.-50 d.C.), filosofo ellenista di cultura ebraica

[13] Montanismo o catafrigismo (dalla Frigia, regione dell'anatolia di cui era originario) fu un movimento religioso II sec. d.C.. Il nome deriva da quello del suo fondatore Montano, che sosteneva di parlare in nome dello Spirito Santo e di avere visioni profetiche su vari ambiti della fede, con prevalenza sul ritorno di Cristo. Il montanismo si diffuse inizialmente in Frigia e nelle zone vicine, e si espanse poi rapidamente in tutto l'Impero Romano, in un periodo in cui il cristianesimo era generalmente tollerato o legale. Nonostante la prevalenza della corrente ortodossa del cristianesimo, che aveva "bollato" il Montanismo come un'eresia nonostante lo avesso inizialmente approvato, questo movimento sopravvisse in zone isolate fino all'VIII secolo. Alcuni hanno trovato delle somiglianze tra il Montanismo ed il Pentecostalismo, che viene per questo chiamato anche Neo-Montanismo. Il più noto montanista fu Tertulliano, che prima della conversione fu il principale apologista cattolico, ed il primo ad usare il termine Trinità (nel trattato *Adversus Praxeam*, scritto intorno al 215).

[14] Giovanni Crisostomo, o Giovanni d'Antiochia (Antiochia, 344/354 – Comana Pontica, 14 settembre 407), è commemorato come santo dalla Chiesa cattolica e dalla Chiesa ortodossa, venerato dalla Chiesa copta.
Fu il secondo Patriarca di Costantinopoli, è uno dei 33 Dottori della Chiesa. La sua eloquenza è all'origine del suo epiteto *Crisostomo* (in greco *khrysóstomos*, letteralmente "Bocca d'oro"). Il suo zelo e il suo rigore furono causa di forti opposizioni alla sua persona. Scrisse delle omelie antigiudaiche. Subì un esilio e durante un trasferimento morì.

in quattro parti di un territorio o del governo di uno stato. In età romana si disse "tetrarchia" l'esperimento costituzionale di Diocleziano (imperatore dal 284 al 305) che creò un governo collegiale di quattro, fondato su due augusti (Diocleziano e Massimiano) e due cesari (Costanzo Cloro e Galerio dal 293). Questi ultimi, in posizione subordinata rispetto ai due augusti erano destinati alla successione, nominando a loro volta due cesari. L'intento di Diocleziano, detto Giovio perché manteneva comunque una superiore autorità, era stato quello di limitare le lotte che nel III sec., avevano reso precaria la successione al trono imperiale. Il prevalere di interessi dinastici e degli eserciti distribuiti nelle provincie impedì di fatto il funzionamento della tetrarchia. Già nel 306, dopo l'abdicazione dei due augusti, l'impero fu vittima di pronunciamenti militari. Marco Aurelio Valerio Massenzio (275 ca-Roma 312), imperatore romano dal 306, escluso deliberatamente in base al sistema tetrarchico dalla successione al trono toccato invece a Severo, riuscì ugualmente a farsi acclamare augusto dai suoi pretoriani (306) come del resto Costantino. Massenzio sconfisse Severo, mandato da Galerio, in una battaglia nei pressi di Ravenna. Nel convegno di Carnunto (308) al posto di Severo venne nominato augusto Licinio e Massenzio decadde, ma riuscì a resistere ribellandosi e recuperando il dominio dell'Africa, che si era ribellata con Domizio Alessandro. Alla morte di Galerio (311) il sistema tetrarchico si ruppe definitivamente, tanto più che Massimo Daia e Costantino si erano proclamati augusti. Fu Costantino che si occupò di eliminare Massenzio, che nel frattempo si era installato a Roma con le sue truppe e nel 308 aveva fatto iniziare la costruzione della basilica che porta il suo nome. Costantino sconfisse Massenzio nella battaglia del ponte Milvio (312) e Massenzio morì annegato nel Tevere. E' prima della battaglia che la tradizione afferma che Costantino guardò il cielo e vide una croce fiammeggiante che risplendeva contro il Sole che recava iscritte tre parole greche: *En toutoi nika* (altri dicono in latino: *In hoc signo vinces*, in questo segno vincerai!).

Costantino I il Grande, nato a Nis (l'odierna Naisso in Serbia) nel 313 emanò a Milano un editto che concedeva la libertà di culto ai cristiani. Sbarazzatosi di Licinio nella battaglia di Crisopoli nel 323 rimase unico imperatore, trasportò la capitale dell'Impero a Costantinopoli, costruita sul luogo dell'antica Bisanzio (330). Morì nel 337, battezzato dal Vescovo ariano Eusebio di Nicomedia.

Prima e dopo la riforma giuliana i Romani contavano gli anni dalla fondazione di Roma e l'inizio del primo anno giuliano fu il 1° gennaio 709 (45 a.C.). Nella riforma giuliana non si era tenuto conto dei moti della Luna e la coincidenza della Luna nuova con il primo giorno del primo anno giuliano era stata fortuita.

Ma con il Cristianesimo entrò nuovamente in gioco il ciclo lunare con il ciclo settimanale, giacchè con l'uno e con l'altro era legata la data della Pasqua.

IL CONCILIO DI NICEA DEL 325 D.C.

Con giudizio unanime è stato deciso che la santissima festività di Pasqua debba essere celebrata ovunque nella stessa data (Costantino il Grande, 325 d.C.).

Il Concilio di Nicea[15], l'odierna Iznic in Bitinia (Turchia), a circa 130 km. da Instanbul, fu la città scelta da Costantino per il Concilio. Vi parteciparono circa 300 vescovi, quasi tutti provenienti dall'oriente, con le loro delegazioni, mentre dall'occidente pochi vennero in quanto il cristianesimo non aveva ancora permeato molte aree. Il vescovo di Roma, Silvestro I, Papa (314-335), non vi partecipò per ragioni di salute. Costantino pagò tutte le spese organizzative e di soggiorno ai partecipanti al concilio, che ebbe inizio nella tarda primavera, intorno probabilmente al 20 maggio. Costantino vi si recò un mese più tardi.

Per poco più di 300 anni non vi era stata una autorità centrale della Chiesa che fissasse dogmi, regole e desse una soluzione alle divergenze. I cristiani avevano fino allora agito non tanto come membri di un'unica confessione, ma piuttosto come un insieme di sette che concordavano sui principi di base, ma divergevano su molti aspetti, a volte apparentemente minori, come quello della data della celebrazione della Pasqua. Non costituiva dunque eccezione il fatto che le varie chiese (Alessandria, Costantinopoli, Roma) avessero ciascuna

[15] A Nicea si tennero due concili ecumenici: il primo, convocato da Costantino nel 325 d.C., condannò l'arianesimo e stabilì i criteri per determinare la data della Pasqua, il secondo (787), convocato da papa Adriano I e dall'imperatrice d'Oriente Irene prese posizione contro gli iconoclasti. Nicea fu anche sede dell'Impero bizantino dal 1204 al 1261, nel periodo in cui Costantinopoli era occupata dai Crociati. *L'Impero di Nicea*, fondato da Teodoro I Lascaris, ebbe come ultimo imperatore Michele VIII Paleologo, che riconquistò Costantinopoli nel 1261, realizzando così la restaurazione dell'Impero bizantino.

una propria dottrina.
Costantino voleva porre un limite a queste libertà, stabilendo una serie di norme uniformi, determinate da una struttura centralizzata guidata dallo stesso imperatore. A tal fine, sollecitò i vescovi a risolvere le divergenze più varie. Tra le questioni più importanti, si discusse soprattutto di un cruciale quesito teologico: Dio Padre era venuto prima di Cristo suo Figlio, o entrambi erano sempre esistiti? Un famoso teologo e predicatore alessandrino, di nome Ario (Libia 256 ca-336), noto come il più famoso eresiarca del IV sec., negava l'unità e la consustanzialità delle tre persone della Trinità e di conseguenza la divinità di Gesù Cristo. Contrario alla teoria di Ario si era dimostrato il vescovo di Alessandria, entrambi invitati a esporre le proprie idee al concilio.
Costantino arrivò a Nicea il 19 giugno del 325 e aprì ufficialmente il concilio. Seduto sul suo trono dorato di fronte ai prelati, ascoltò i discorsi di benvenuto con l'aiuto di un traduttore e disse loro: "Io, servitore come voi, sono molto addolorato quando la Chiesa di Dio è nel dissenso; è un male peggiore del male della guerra". Quindi, risoluto, proseguì raccomandando ai suoi uditori di utilizzare il concilio per stabilire finalmente una dottrina uniforme. Questo imperativo divenne la forza portante della Chiesa cattolica - ossia universale - per i secoli a venire e avrebbe fortemente caratterizzato tutti gli aspetti della vita, compreso l'atteggiamento nei confronti della misurazione del tempo.
Non abbiamo testimonianze riguardo a dettagli sul dibattito relativo alla data della Pasqua che si svolse a Nicea, per quanto le controversie sino al concilio siano ben note. Erano passati tre secoli senza che la questione di celebrare adeguatamente l'evento cruciale della religione cristiana fosse risolto.
Il problema consisteva principalmente nel fatto che nessuno di coloro che avevano affermato di aver assistito personalmente alla morte e alla risurrezione di Cristo, aveva preso nota della data di quegli eventi. In effetti, i Vangeli offrono, nei vaghi riferimenti temporali, informazioni contraddittorie[16]. I primi cristiani semplicemente non si preoccuparono di fissare alcuna data precisa, per la comprensibile ragione che i discepoli di Gesù e i primi seguaci erano fermamente convinti dell'imminenza del ritorno del Salvatore. Una volta compreso che Gesù non sarebbe tornato immediatamente, i cristiani capirono anche di avere bisogno di un qualche sistema di datazione. Entro il secondo secolo, iniziarono a compilare programmi relativi ai momenti da dedicare alla venerazione, e rudimentali calendari di giorni, di santi e di altre feste religiose.
Questa dicotomia tra il Cristo che esiste oltre il tempo e il Cristo storico divenne ben presto motivo di tensione tra i cristiani; e più tardi divenne uno dei grandi enigmi teologici del Medioevo, epoca in cui il Cristo eterno del dogma e del misticismo regnò supremo. Tuttavia, la nozione dell'empirismo e della misurazione del tempo non scomparve mai del tutto, anche a causa della necessità che la Chiesa nutriva di comprendere il mondo temporale quanto bastava per stabilire una data adeguata per la celebrazione della Pasqua.
Prima della celebrazione del concilio di Nicea, i cristiani avevano più o meno trovato un accordo sulle date relative alla celebrazione della nascita di Cristo e ad altri eventi importanti. Per quanto concerneva la Pasqua, invece, nel 325 i cristiani erano per la maggior parte concordi solo su due aspetti: essa doveva essere preceduta da un digiuno, e quel giorno sacro doveva avere un rapporto con il plenilunio del mese ebraico di Nisān[17] . Al di là di questo, le singole sette e chiese si dividevano sull'opportunità di celebrare la festa sempre di domenica, oppure in conformità alla data più vicina a quella del mese di Nisān nella quale Cristo era risorto dalla morte, data che, ovviamente, mutava con lo slittamento del calendario lunare ebraico. Si fece strada una terza via: quella di legare la risurrezione di Cristo all'anno solare e al calendario di Cesare, utilizzando l'equinozio di primavera come data astronomica fissa per la determinazione della Pasqua. Una volta decisa questa data fissa, si poteva elaborare una formula per correlare l'equinozio con le fasi della Luna e con il ciclo settimanale delle domeniche.

[16)] I Vangeli sono concordi nell'affermare che Cristo risuscitò nel primo giorno della settimana ebraica, ossia di domenica. Ma quale domenica? Tre Vangeli - quelli di Matteo, Marco e Luca - suggeriscono che si trattasse della domenica successiva alla festa della Pasqua ebraica, nel mese di Nisān. Il Vangelo di Giovanni, però, indica un'altra data, anch'essa nel mese ebraico di Nisān: e la dicotomia è stata acuita dallo slittamento del calendario lunare ebraico negli anni seguenti la crocifissione di Gesù.

[17)] Nisān è il settimo mese del calendario ebraico nell'uso ordinario. E' il primo mese secondo il computo dall'uscita dall'Egitto o l'ottavo mese nel computo ordinario degli anni embolismici, ovvero l'anno lunare di tredici mesi o con mese intercalare (embolismus = intercalazione dal tardo Lat.)

Nessuno dei canoni emessi dal concilio che ci sono rimasti cita direttamente il problema della Pasqua, ma le regole stabilite a Nicea sono ben note tra i cristiani: la Pasqua cadrà la prima domenica successiva al primo plenilunio seguente l'equinozio, ma non coinciderà mai con l'inizio della Pasqua ebraica. Costantino stesso, in una lettera indirizzata ai vescovi e ai capi della Chiesa che non avevano partecipato al concilio, ci dà testimonianza del sentimento che animò i vescovi riuniti in assemblea. "Per giudizio unanime di tutti - scrive l'imperatore - è stato deciso che la santissima festa di Pasqua debba essere in ogni luogo celebrata nello stesso e unico giorno". Nella stessa missiva, Costantino sottolinea che il concilio si era opposto alla pratica di seguire il calendario ebraico per determinare la Pasqua. "Non dovremmo avere nulla in comune con gli ebrei, perché il Salvatore ci ha mostrato un'altra via".
La soluzione del concilio, tuttavia, era lungi dall'essere perfetta. Innanzitutto, codificava una festa con una ricorrenza che mutava ogni anno. Ma, soprattutto, la decisione elaborata a Nicea esigeva qualcosa di impossibile per quell'epoca: la sicura predeterminazione di una certa data, un compito che esigeva una precisa conoscenza dei movimenti del Sole, della Terra e della Luna. Gli antichi scienziati, in realtà, potevano calcolare soltanto una data approssimativa per la Pasqua. In assenza di buoni mezzi scientifici, la maggior parte delle Chiese aveva fissato il 21 marzo come equinozio di primavera.
Un'altra pecca della soluzione elaborata a Nicea stava nell'incapacità, da parte dei vescovi del concilio e dei misuratori del tempo, di correggere il difetto fondamentale del calendario di Cesare: l'errore annuale pari a circa 11 minuti. Ciò significava che una Pasqua legata a un equinozio di primavera fisso sarebbe slittata insieme al resto del calendario, rimanendo indietro rispetto alla vera orbita della Terra in misura pari a un intero giorno ogni 128 anni circa. Nel 325 il calendario giuliano era ormai di tre giorni indietro rispetto al punto in cui stava allorquando Cesare aveva introdotto le sue riforme nell'anno 45 a.C., quando l'equinozio di primavera cadeva tra il 25 e il 26 marzo.
Ancor più rilevante delle questioni della Pasqua e della natura di Cristo, si rivelò per la storia futura la codificazione effettuata dal concilio della fusione tra Chiesa e Stato, voluta dallo stesso Costantino; l'abile mossa politica dell'imperatore avrebbe inesorabilmente legato la Chiesa al potere temporale, alla ricchezza e all'assolutismo per molti secoli a venire, prima come appendice della Roma imperiale e più tardi come entità indipendente che derivava la sua influenza universale dalla sua gerarchia e dall'assunzione di potere sui domini cristiani.
In sostanza il Concilio di Nicea del 325 d.C. aveva stabilito che la Pasqua dovesse cadere la prima domenica dopo la quattordicesima luna (plenilunio) del primo mese (termine pasquale), cioè quella che capitasse il giorno dell'equinozio di primavera o immediatamente lo seguisse.
Questa regola presupponeva che l'equinozio avesse una data invariabile e cadesse il *21 marzo* come detto.
La data della Pasqua poteva avvenire dalla prima domenica dopo il *plenilunio* che capitasse il 21 marzo o dopo il successivo. Il periodo poteva quindi variare tra il 22 marzo e il 25 aprile.

Esempi di calcolo della Pasqua e del giorno in seguito alle decisioni del Concilio di Nicea.

Ritenuto pressochè esatto il ciclo di Metone (astronomo ateniese che nel 432 a.C. lo scoprì) che in 19 anni equilibrava le fasi lunari con quelle solari, come già visto, e ritenuto quindi di 29,53 giorni il mese sinodico e di 10,89 giorni (365,25-12x29,53=10,89) l'eccesso dell'anno giuliano, il *termine pasquale* di un anno, operando con numeri interi, si poteva dedurre togliendo 11 giorni da quello dell'anno precedente e al risultato aggiungere 30 se era minore di 21. In un certo anno designato da un numero multiplo di 19 il termine pasquale era caduto il 36 marzo ovvero il 5 aprile. Il numero che denotava l'anno del ciclo, detto numero d'oro, era il resto della divisione per 19 del numero che denotava l'anno nell'era Cristiana aumentato di una unità.
Si stabiliva così una tabella di corrispondenza tra i numeri d'oro dall' 1 al 19 e i termini pasquali espressi in date di marzo.

NUMERI D'ORO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1

TERMINI PASQUALI
36 25 44 33 22 41 30 49 38 27 46 35 24 43 32 21 40 29 48 36

La successione dei termini pasquali, qui riportata assieme al ciclo Metoniano, parte dalla coincidenza casuale del ciclo col numero 36 e quindi i successivi

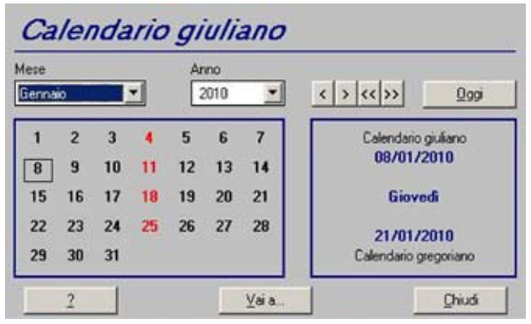
numeri si ottengono con la regola su esposta. Ad esempio il secondo termine, 25 è ottenuto come 36-11, il terzo, 44 come 25-11+30, il quarto, 33 come 44-11 e così via.
L'ultimo numero, 48 va diminuito di 12, perchè si tiene conto così dell'errore che si commette arrotondando all'intero i giorni e fornisce quindi di nuovo il 36 marzo come termine pasquale del ciclo successivo.
Ad esempio, il termine pasquale dell'anno 1492, si ottiene ricavando il numero d'oro come resto di tale anno, aumentato di una unità, e diviso per 19.
Infatti 1493 (=1492+1):19 dà per resto 11 e pertanto il termine risulta dalla tabella il 46 marzo = 15 aprile.
Ottenuto il termine pasquale, per determinare la data della Pasqua, bisogna conoscere le date delle successive domeniche di marzo. La data della prima domenica di marzo ritorna nello stesso ordine dopo un periodo di 28 anni. Tale periodo è detto *ciclo solare*. Dalla data di un anno si deduce quella dell'anno successivo togliendo 2 se è bisesto, 1 se è comune e aggiungendo 7 se il resto è nullo o negativo. Nell'anno 1 giuliano la prima domenica di marzo fu il 6 e pertanto, con la regola su espressa, si trova la seguente corrispondenza per i primi 28 anni dell'era volgare:

1 2 3 4b 5 6 7 8b 9 10 11 12b 13 14 15 16b 17 18 19 20b 21 22 23 24b 25 26 27 28b 29… Anno

6 5 4 2 1 7 6 4 3 2 1 6 5 4 3 1 7 6 5 3 2 1 7 5 4 3 2 7 6….Dom.

Per ottenere la data della prima domenica di marzo di un anno qualsiasi si divide per 28 il numero dell'anno e il resto indicherà l'anno del primo ciclo che vi corrisponde e dalla tabella si avrà la data.
Per la data dell'esempio precedente, 1492, si ha dalla divisione 1492:28 resto 8 e pertanto la prima domenica di marzo, dalla tabella, cade il 4. Le successive furono pertanto l'11, il 18, il 25, il 32, il 39, il 46, il 53 marzo. Dato che il termine pasquale (novilunio) cadeva il 46 marzo, la domenica successiva è il 53 marzo e questa è anche la Pasqua del 1492, cioè il 22 aprile.
Per trovare, infine, il giorno della settimana corrispondente a una data assegnata si può procedere nel modo seguente:
n = numero che esprime l'anno
(*n*-1):4 = *a* (parte intera)
b = numero dei giorni trascorsi dall'inizio dell'anno alla data voluta
resto di (*n*+*a*+*b*+5):7 (aumentato di 7 se è nullo o negativo) indicherà il giorno della settimana a principiare dalla domenica.

Ad esempio, il 22 aprile 1492 (bisestile) era:
1491:4=372=a
b=31+29+31+22=113
resto di (1492+372+113+5=1982):7=283,1428, ovvero moltiplicando la parte intera 283x7=1981, si vede che il resto della divisione è 1, ovvero domenica.
Ad esempio, il 7 marzo 2007, nel calendario giuliano (era volgare):
2006:4=501=a
b=31+28+7=66
resto di (2007+501+66+5=2579):7=368,4285 ovvero, moltiplicando la parte intera 368x7=2576, si vede che il resto è 3, cioè martedì.
Ad esempio, l'8 gennaio 2010, nel calendario giuliano:
2009:4=502
b=8
resto di (2010+502+8+5=2525):7=360,…ovvero, moltiplicando 360x7=2520, resto 5, cioè giovedì, come confermato da figura[18].



Ai tempi della riforma giuliana l'equinozio di primavera si stimava cadesse, come detto, tra il 25 e il 26 marzo e la durata dell'anno tropico si riteneva leggermente più lunga di 365,25 giorni. Il Concilio di Nicea[19], che aveva fissata la data dell'equinozio al 21 marzo, aveva ritenuto l'anno giuliano coincidente con l'anno

[18] Programma allegato al volume: A. Cappelli, *Cronologia, Cronografia e Calendario perpetuo*, U. Hoepli, Milano 1998

tropico. In realtà, prima del Concilio, Tolomeo (130 d.C.) aveva stimato la sua durata in 365,247 giorni; Albatemo, nell'830, lo dava di 365,2405 giorni e la stima fatta dagli Alfonsini nel 1250 lo portava a giorni 365,2425. Infine Copernico aveva addirittura stabilito un intervallo compreso tra un minimo di 365,2381 e un massimo di 365,2472 giorni, per la durata dell'anno (*Quando si dibatteva la questione di emendare il calendario ecclesiastico, essa rimase allora indecisa solo per la ragione che le grandezze degli anni e dei mesi e i movimenti del Sole e della Luna non erano ancora considerati sufficientemente misurati: e da quel tempo attesi a osservare ciò più accuratamente*, Niccolò Copernico, 1543).
Con la regola giuliana dell'anno bisestile si aggiungeva, in media, un quarto di giorno all'anno cioè più di quanto in realtà si dovesse. L'eccesso era di 0,25-0,2422=0,0078 di giorno.
Si aveva così che in 1:0,0078=128,21 anni si veniva ad aggiungere un giorno in più e di conseguenza l'equinozio arretrava di un giorno la sua data. Questo continuo spostamento, segnalato dagli astronomi nel corso dei secoli, fece nascere nei Papi l'idea di porre in essere una nuova riforma del Calendario.

Gli avvenimenti dopo il Concilio di Nicea, i problemi relativi alla data della Pasqua vigente il Calendario Giuliano e la riforma Gregoriana

I suggerimenti scaturiti dal sinodo di Arles del 314, in sostanza che la data della Pasqua si uniformasse per tutte le chiese a quella della chiesa di Roma non venne accolta dovunque e tra le altre materie proposte al concilio di Nicea vi fu anche questa: se cioè si dovesse accogliere il computo in uso presso gli Ebrei (cioè anche prima dell'equinozio di primavera, come accadeva dal sec. II in poi, allorchè le intercalazioni erano regolate senza tener conto degli equinozi ovvero si decidesse finalmente di "osservare esattamente il tempo". Il concilio stabilì che la celebrazione pasquale non potesse avvenire prima dell'equinozio conformemente all'uso romano e alessandrino. Le chiese che non vi si attenevano, cioè quelle di Siria, della Mesopotamia e della Cilicia, in tutto o in parte conservarono, per lo meno alcune, l'usanza antica, malgrado il concilio antiocheo della Dedicazione (341) minacciasse la scomunica a quelle che non si fossero attenute alle prescrizioni di Nicea.
Continuavano tuttavia a esistere differenze notevoli tra i computi in uso ad Alessandria e a Roma. Non solo i cicli adottati avevano durata diversa, ma differente era la data dell'equinozio. Inoltre a Roma non si ammetteva la celebrazione prima del sedicesimo giorno della lunazione, ad Alessandria invece già nel quindicesimo. Una differenza venne eliminata allorchè anche a Roma l'equinozio primaverile venne fissato al 21 marzo. Ciononostante talvolta la Pasqua venne a cadere in giorni diversi, e, nonostante i tentativi di accordarsi, cedendo volta a volta l'una o l'altra delle due chiese, negli anni 387 e 417 si ebbero celebrazioni discordanti. Una nuova differenza si sarebbe avuta nel 444, allorchè il papa S. Leone I Magno, dopo avere interpellato il vescovo Pascanino di Lilibeo, accolse il computo alessandrino difeso da S. Cirillo, e in quell'anno il 21 aprile, Venerdì Santo, furono sospesi i giuochi in occasione del Natale di Roma[20]. In seguito a ciò, il papa ordinò una revisione del computo romano. Ciononostante, una nuova differenza si ebbe nel 455; e questa volta Leone I Magno se ne preoccupò per tempo, non potendo accettare che si violasse anche per l'anniversario della Passione la regola romana, secondo la quale non era lecito scendere al di là del 21 aprile. Dopo lunghe trattative anche presso l'imperatore Marciano (imp. d'oriente 450-457), Leone cedette per amore di pace, ma ordinò che si facesse una nuova correzione del computo romano. Questa fu fatta dall'arcidiacono Ilario con l'aiuto di un aquitano, Vittorio o Vittorino, stabilendo un periodo di 532 anni (moltiplicando il ciclo decennovenale per quello solare di 28 anni); i termini estremi furono fissati tra il 22 marzo e il 24 aprile, diversi da quelli alessandrini (rispettivamente il 22 e il 25). Quindi, benché ci si fosse con ciò grandemente avvicinati al computo alessandrino, qualche differenza rimase. La cosa fu palese nell'anno 501, durante lo scisma laurenziano, allorché il papa Simmaco (498-514) accolse la data del vecchio computo romano (25 marzo), mentre il vescovo Pietro d'Altino, inviato da Teodorico, celebrò nuovamente la Pasqua il 22 aprile. Come a proposito di altre questioni, i partigiani di Simmaco non esitarono, per combattere il canone di Vittorino, a fabbricare

[20] Il Natale di Roma, conosciuto anche con il nome di Romaia, è una festività laica legata alla città di Roma, che la leggenda, suffragata anche da Varrone, Romolo avrebbe fondato il 21 aprile del 753 a.C.

canoni e lettere, attribuiti ancora al papa Silvestro I (314-335). Ciò valse a ridare nuova autorità al ciclo romano di Augustale di 84 anni, che era stato in uso fino al 312.

Intanto la necessità di continuare la tavola pasquale alessandrina di Anatolio, già proseguita dai vescovi Teofilo e Cirillo fino al 531, aveva indotto un non meglio identificato vescovo Petronio a rivolgersi al monaco Dionigi, soprannominato il Piccolo, affinché la completasse. Il che egli fece, nel 525, per gli anni dal 532 al 626, ammettendo la celebrazione al 15° giorno della lunazione (termini estremi, 22 marzo e 25 aprile) e inaugurando per il computo degli anni la nuova era, da lui fissata, con errore di 2 anni, dalla nascita di Gesù Cristo. Allo stesso Dionigi si rivolsero, nello stesso 525, il primicerio[21] Bonifazio e il secondicerio Bono, incaricati dal papa Giovanni I (523-526) di rivedere il computo romano. E così, nonostante altre opposizioni, alle quali i fautori della tavola di Dionigi il Piccolo opposero dei falsi canoni di Nicea, un'interpolazione nella vita di papa Vittore nel *Liber pontificalis* e il *De Pascha* di Vittore di Capua. Il computo alessandrino finì con l'essere accolto da Roma e dalle altre chiese dell'Italia. Non così altrove. Le chiese della Gallia accolsero il computo di Vittorino, benché talvolta, se ne scostassero: per es., nel 577 Gregorio di Tours la celebrò il 18 aprile, anzichè il 25 con i Greci e il 21 marzo, secondo il più antico computo, con gli Spagnoli; ma nel 590 accolse la data del 2 aprile (invece del 26 marzo), per non attenersi all'uso giudaico, di solennizzarla nel 15° giorno della lunazione. L'uso del ciclo di Dionigi il Piccolo divenne generale soltanto al tempo di Carlomagno. Dal canto loro, le chiese celtiche conservarono la *computatio vetus*, che S. Colombano mantenne anche allorchè si stabilì a Luxeuil, venendo così a trovarsi assai spesso in disaccordo con le chiese locali: onde polemiche vivaci, delle quali abbiamo notizia da sue lettere a Gregorio I Magno, e a un sinodo di vescovi delle Gallie.

Una controversia analoga scoppiò in Inghilterra, dove le chiese britanniche fedeli alla vecchia *supputatio romana*, non vollero accogliere il canone alessandrino secondo le tavole di Dionigi, portato da Agostino di Canterbury, che Gregorio I Magno (590-604) aveva mandato ad evangelizzare gli Anglosassoni. Anche Lorenzo, successore di Agostino nell'episcopato, non riuscì convincere i vescovi celti del Galles e neppure quelli dell'Irlanda meridionale. Questi ultimi, tuttavia, dopo l'intervento del papa Onorio e una loro missione inviata a Roma verso il 631, finirono per adottare l'uso romano e della Chiesa Universale. Lo stesso fecero i vescovi dell'Irlanda settentrionale, qualche decennio più tardi. Ma mentre nel corso del sec. VII il nuovo computo romano conquistava le chiese celtiche, il vecchio canone dei Celti si diffondeva tra gli Anglosassoni, trasportatovi da missionari irlandesi. Soltanto Vilfredo, abate di Ripon, il quale era stato a Roma, incominciò a sostenere l'adozione del canone di Dionigi il Piccolo. Nella Northumbria esso fu accettato da un sinodo presieduto dal re Oswy; nelle altre parti dell'Inghilterra e della Scozia fu accolto soltanto nel corso del secolo VIII, alla fine del quale veniva così raggiunta l'unità nella celebrazione della Pasqua in tutto il mondo cristiano.

Gli ulteriori problemi relativi ad una data unica per la celebrazione della Pasqua

Il contributo di Dionigi al nostro calendario andò ben al di là del computo del giorno in cui sarebbe caduta la Pasqua per altri 95 anni.

Insieme alle sue tavole, egli pubblicò una riforma che venne quasi ignorata ai suoi tempi, ma che oggi è in uso in tutto il mondo: si tratta del sistema di datazione che ha alla sua base l' *Anno Domini,* l'anno del Signore, quello che molti oggi definiscono sistema dell'era cristiana (o volgare).

In una lettera indirizzata a un vescovo di cui non conosciamo altro che il nome, il già citato Petronio, Dionigi si lamentava del fatto che le precedenti tavole della Pasqua avevano utilizzato come base di partenza il primo anno di regno dell'imperatore Diocleziano (284-305, ultimo della stirpe dei *Severi*), vale a dire il 284 d.C. Secondo questo sistema, ad esempio, l'anno 531 d.C. corrispondeva all' *anno Diocletiani* 247. Diocleziano però era stato un persecutore dei cristiani, notava Dionigi, aggiungendo nella sua missiva a Petronio che egli preferiva "calcolare e designare gli anni in base all'incarnazione di Nostro Signore, allo scopo di rendere più noto il fondamento della nostra speranza, e più manifesta la causa della redenzione dell'uomo". Dionigi calcolò che Cristo fosse nato esattamente 531 anni prima. In realtà non è un calcolo di Dionigi, ma semplicemente nelle more del Concilio di Nicea, avvenuto nel 325, si convenne che questa data coincidesse con la nascita di Cristo. Il tempo esatto della Sua nascita ci è ignoto e costituisce tuttora materia assai controversa, in considerazione delle vaghe e contraddittorie informazioni di cui possiamo disporre riguardo ai primi anni della vita di Gesù. Secondo il Vangelo di Matteo, Cristo nacque al tempo di Erode il Grande, Re degli Ebrei dal 40 a.C., il quale morì nel 4 a.C. Ciò significa che la sua nascita deve essere in realtà avvenuta prima di quella data, viste le iniziative del medesimo (la strage degli innocenti). Altri Vangeli e fonti storiche suggeriscono date che variano dal 6 o 7 a.C. sino al 7 d.C., ma gli storici sono per la maggior parte propensi a considerare come valide le date del 4 o del 5 a.C. Ciò significa che l'*Anno Domini* andrebbe anticipato, in realtà, di 4 o 5 anni. La data che però fissò l'anno di partenza, *l'anno Domini* 1, stabilita da Dionigi (egli non calcolò un anno 0, perché il concetto di zero non era ancora stato ideato) coincise con la data della nascita di Cristo 325 anni prima del Concilio di Nicea!

Non è chiaro se il suo sistema abbia costituito un'idea originale, oppure seguisse una pratica già utilizzata in modo non ufficiale. Qualunque fosse la sua fonte, Dionigi fu il primo ad aver mai canonizzato il sistema che noi tutti oggi diamo per scontato, quando scrisse sulle sue tabelle relative alla Pasqua: *anni Domini Nostri Jesus Christi* 532-627.

Ci volle tempo perché *l'anno Domini* introdotto da Dionigi prendesse piede. Alcuni cristiani si opposero, e continuarono a preferire *l'anno Diocletiani,* detto anche "età dei martiri", periodo che era tenuto in alta considerazione nonostante fosse collegato a un imperatore anticristiano. Ancora oggi, i cristiani copti dell'Egitto utilizzano *l'anno Diocletiani;* per loro, il nostro anno 2010 corrisponde all'anno 1726 dell'età dei martiri.

Fu un amico di Dionigi, Cassiodoro (Flavio Magno Aurelio Senatore, 485-580 ca.), Prefetto del Pretorio sotto Teodorico, che si ritirò presso il monastero di *Vivarium*, da lui fondato, facendone un importante centro culturale, a utilizzare per primo il nuovo sistema di datazione in un'opera. Accadde quando, insieme ai suoi monaci, scrisse nel 562, un manuale sui modi per determinare la Pasqua e altre date: si intitolava *Computus paschalis.* Altri italiani, gradualmente, accettarono il sistema dell' *Anno Domini* nel corso dei decenni immediatamente successivi, seguiti assai lentamente da altre regioni della cristianità. I Cristiani non utilizzarono il calcolo inverso, quello cioè in base al quale si definisce un anno "avanti Cristo, a.C.", sino al 1627, ossia sino a quando l'astronomo francese Denis Petau, che insegnava al Collège di Clermont di Parigi, per primo aggiunse la descrizione "a.C." alle date.

Il problema della Pasqua si complicava sempre più in concomitanza all'evangelizzazione che coinvolgeva tutte le regioni dell'ormai ex impero romano d'occidente. La cristianizzazione operata nell'ultima fase dell'età romana (l'ultima legione imperiale aveva abbandonato l'Inghilterra nel 410) aveva regole diverse per quanto riguarda la Pasqua e altre feste liturgiche in ispecie nelle regioni del Nord. Una importante figura di questo periodo è San Colombano (Navan, Irlanda c. 540-Bobbio, Italia, 615). Il santo abate Colombano è l'irlandese più noto del primo Medioevo: con buona ragione egli può essere chiamato un santo "europeo", perché come monaco, missionario e scrittore lavorò in vari Paesi dell'Europa occidentale. Insieme agli irlandesi del suo tempo, egli era consapevole dell'unità culturale dell'Europa. In una sua lettera, scritta intorno all'anno 600 e indirizzata a Papa Gregorio I Magno, si trova per la prima volta l'espressione "totius Europae, di tutta l'Europa", con riferimento alla presenza della Chiesa nel Continente. Educato nella propria casa da ottimi maestri che lo avviarono allo studio delle arti liberali, all'età di circa cinquant'anni, seguendo l'ideale ascetico tipicamente irlandese della "peregrinatio pro Christo", del farsi cioè pellegrino per Cristo, Colombano lasciò l'Irlanda per intraprendere con dodici compagni un'opera missionaria sul continente europeo. Dobbiamo infatti tener presente che la migrazione di popoli dal nord e dall'est aveva fatto ricadere nel paganesimo intere Regioni già cristianizzate. Intorno all'anno 590 questo piccolo drappello di missionari approdò sulla costa bretone. Accolti con benevolenza dal re dei Franchi d'Austrasia (l'attuale Francia), chiesero solo un pezzo di terra incolta. Con la nuova coltivazione della terra cominciarono anche una nuova coltivazione delle anime. La fama di quei religiosi stranieri che, vivendo di preghiera e in grande austerità, costruivano case e dissodavano la terra, si diffuse celermente attraendo pellegrini e penitenti. Soprattutto molti giovani chiedevano di essere accolti nella comunità monastica per vivere, come loro, questa vita esemplare che rinnovava la coltura della terra e delle anime. Fondò più monasteri, in particolare quello di Luxeuil, che divenne poi il centro dell'irradiazione monastica e missionaria

[21] Il capo dei notai pontifici.

di tradizione irlandese sul continente europeo. A Luxeuil Colombano visse per quasi vent'anni. Qui il santo scrisse per i suoi seguaci la *Regula monachorum* per un certo tempo più diffusa in Europa di quella di san Benedetto disegnando l'immagine ideale del monaco. È l'unica antica regola monastica irlandese che oggi possediamo. Come integrazione egli elaborò la *Regula coenobialis*, una sorta di codice penale per le infrazioni dei monaci, con punizioni piuttosto sorprendenti per la sensibilità moderna, spiegabili soltanto con la mentalità del tempo e dell'ambiente. Con un'altra opera famosa intitolata *De poenitentiarum misura taxanda*, scritta pure a Luxeuil, Colombano introdusse nel continente la confessione e la penitenza private e reiterate; fu detta penitenza "tariffata" per la proporzione stabilita tra gravità del peccato e tipo di penitenza imposta dal confessore. Queste novità destarono il sospetto dei vescovi della regione, un sospetto che si tramutò in ostilità quando Colombano ebbe il coraggio di rimproverarli apertamente per i costumi di alcuni di loro. Occasione per il manifestarsi del contrasto fu la disputa circa la data della Pasqua: l'Irlanda seguiva infatti la tradizione orientale in contrasto con la tradizione romana. Il monaco irlandese fu convocato nel 603 a Châlon-sur-Saôn per rendere conto davanti a un sinodo delle sue consuetudini relative alla penitenza e alla Pasqua. Invece di presentarsi al sinodo, egli mandò una lettera in cui minimizzava la questione invitando i Padri sinodali a discutere non solo del problema della data della Pasqua, problema piccolo secondo lui, ma anche di tutte le necessarie normative canoniche da molti disattese. Scrisse a Papa Bonifacio IV (608-615) come qualche anno prima già si era rivolto a Papa Gregorio I Magno per difendere la tradizione irlandese. Entrato in collisione con la Casa reale, perché aveva rimproverato aspramente il re Teodorico per le sue relazioni adulterine, fu espulso dalla Francia, approdò in Svizzera con i suoi discepoli e quindi attraversò le Alpi con la maggior parte dei suoi discepoli. Rimase solo un monaco di nome Gallus; dal suo eremo si sarebbe poi sviluppata la famosa abbazia di Sankt Gallen, in Svizzera. Giunto in Italia, Colombano trovò un'accoglienza benevola presso la corte reale longobarda. Quando il re dei longobardi, nel 612 o 613, gli assegnò un terreno a Bobbio, nella valle del Trebbia, Colombano fondò un nuovo monastero che sarebbe poi diventato un centro di cultura paragonabile a quello famoso di Montecassino. Ivi morì il 23 novembre 615.

Con la sua energia spirituale, con la sua fede, con il suo amore per Dio e per il prossimo divenne realmente uno dei Padri dell'Europa in senso moderno.

Come già prima accennato il problema della data pasquale si presenta nelle terre del Nord Europa. Il problema della Pasqua è in questo periodo strettamente legato alle vicende politiche che si succedono, specialmente nei rapporti fra Celti[22], Sassoni[23] e Angli[24].

La Gran Bretagna, evangelizzata fin dal tempi apostolici (il primo missionario a sbarcarvi sarebbe stato, secondo la leggenda, Giuseppe di Arimatea[25]), era ricaduta nell'idolatria, in seguito all'invasione dei Sassoni nel quinto e nel sesto secolo. Quando il re del Kent, Etelberto, sposò la principessa cristiana Berta, figlia del re di Francia Cariberto, questa domandò che fosse eretta una chiesa e che alcuni sacerdoti cristiani vi celebrassero i santi riti. Appresa la notizia, il papa Gregorio I Magno giudicò maturi i tempi per l'evangelizzazione dell'isola. La missione fu affidata al priore Agostino, benedettino. Partito da Roma alla testa di quaranta monaci nel 597, verso la Britannia, seppe del temperamento bellicoso dei Sassoni il che lo spaventò al punto che se ne tornò a Roma pregando il papa di mutargli programma. Per incoraggiarlo, Gregorio lo nominò abate e a ulteriore incentivo, appena giunto in Gallia, lo fece consacrare vescovo. Giunto in primavera all'isola britannica di Thenet incontrò il re in persona, spintovi dalla consorte Berta.

Il re accompagnò i monaci fino alla residenza già fissata, a Canterbury, a mezza strada tra Londra e il mare, dove sorse poi la celebre abbazia, cuore e sacrario del cristianesimo inglese. L'opera missionaria del monaci ebbe un esito insperato, poiché lo stesso re domandò il battesimo, spingendo col suo esempio migliaia di sudditi ad abbracciare la religione cristiana. A Roma la notizia venne accolta con gioia dal papa, che espresse la sua soddisfazione nelle lettere scritte ad Agostino e alla regina. Il papa nominò Agostino arcivescovo primate d'Inghilterra, dove morì il 26 maggio del 604 e fu sepolto a Canterbury, dove la futura cattedrale porterà il suo nome.

Il primo arcivescovo di Canterbury, circa dieci anni dopo la morte di Cassiodoro in Italia, cercò di trovare una soluzione a una controversia locale sul tema della Pasqua. I Celti, che provenivano dalla parte occidentale dell'isola, avevano un loro sistema di calcolo della Pasqua. L'avevano appresa ancora durante l'occupazione romana, e in parte dall'evangelizzazione di San Colombano, ma di fatto si ritrovavano indipendenti sia dall' ex Impero, sia dalla Chiesa di Roma. Le invasioni di Sassoni e Angli li avevano spinti nel territorio che corrisponde oggi sommariamente al Galles. Ad essi si erano uniti altri Celti cristiani provenienti dall'Irlanda: era nata così un'altra Chiesa indipendente, con proprie idee riguardo alla data della risurrezione. Agostino era stato inviato in Britannia dal Papa proprio per evangelizzare i Sassoni, gli Angli e romanizzare i Celti, cercando al tempo di uniformare le usanze a quelle di Roma, Pasqua compresa.

Negli anni che seguono Dionigi il Piccolo e Cassiodoro, una figura storica di grande importanza è il monaco britannico Beda (672-735). Questi, raccontando un secolo più tardi la storia delle ragioni esposte da Agostino e dello scetticismo dei Celti verso le sue argomentazioni, dice che "Alla non convinzione dei Celti sulle proposte uniformanti di Agostino e alle difficoltà di evangelizzazione incontrate, egli abbia replicato con una minaccia, che si rivelò una profezia, dicendo ai Britanni infedeli che la loro intransigenza avrebbe portato un giorno alla loro stessa distruzione".

Infatti, scrive Beda, pochi anni dopo un brutale re sassone di nome Aethelfrith, re della Bernicia (l'odierno Northumberland, Inghilterra settentrionale), pagano convinto, morto nel 616, "raccolse un ingente esercito e compì un grande massacro dei Britanni". Tra i morti furono più di 1000 monaci inermi, brutalmente uccisi nei pressi del loro monastero di Bangor, a sud dell'attuale Liverpool. Come si può immaginare re Aethelfrith era, in realtà, intenzionato a espandere il suo piccolo regno a spese dei Celti Britanni, al quale da buon pagano nulla importava della risurrezione e conseguentemente della Pasqua. Così pure si può supporre che all'inizio poco interessasse il problema della data della Pasqua a Beda, ma anche agli altri cristiani schierati dalla parte di Roma. Per loro, quel massacro rappresentò la realizzazione della profezia di Agostino, contro i "pagani infedeli che avevano rifiutato l'offerta della salvezza eterna, e che sarebbero incorsi nel castigo della distruzione temporale".

Sulle date della Pasqua secondo le varie chiese si è già dibattuto, come pure per la Pasqua ebraica. Differenze sulla data ne esistevano parecchie, ma certamente non si può pensare che questa fosse la causa motivata della profezia di Agostino. Beda, oltretutto, uno degli uomini più brillanti che si siano occupati del calcolo del tempo nel corso del Medioevo, sapeva che la datazione ufficiale della Pasqua stabilita da Roma era errata, poiché il calendario giuliano su cui si basava contava un anno più lungo del reale, ma questo era un dato di fatto all'inizio solo scientifico, però poi via via destinato ad assumere sempre più importanza liturgica e pratica.

Beda pubblicò nel 731 la sua opera *Historia Ecclesiastica Gentis Anglorum,* quasi sessantenne. Monaco, insegnante, e maestro del coro presso i monasteri di epoca sassone di Wearmouth e di Jarrow in Northumbria, che fu uno dei sette regni anglosassoni, poi conquistati dai Normanni con l'invasione del 1066, egli visse piuttosto lontano dai centri di cultura dell'epoca. Pur tuttavia Beda fu autore di circa sessanta opere che spaziavano dai commentari alla Bibbia, a lavori sulla geografia, sulla storia, sulla matematica e, per quello che più importa l'argomento che si va

[22] Con il nome di Celti si indica un insieme di popoli indoeuropei che, nel periodo di massimo splendore (IV-III secolo a.C.), erano estesi in un'ampia area dell'Europa, dalle Isole britanniche fino al bacino del Danubio, oltre ad alcuni insediamenti isolati più a sud (le penisole iberica, italica e anatolica). Uniti dalle origini etniche e culturali, dalla condivisione di uno stesso fondo linguistico indoeuropeo e da una medesima visione religiosa, i Celti rimasero sempre politicamente frazionati prendendo i nomi dalle terre abitate (Britanni, Galli, Pannoni, ecc.). Portatori di un'originale e articolata cultura, i Celti furono soggetti a partire dal II secolo a.C. a una crescente pressione politica, militare e culturale da parte di altri due gruppi indoeuropei: i Germani, da nord, e i Romani, da sud. I Celti furono progressivamente sottomessi e assimilati, tanto che già nella tarda antichità l'uso delle loro lingue appare in netta decadenza. L'arretramento dei Celti come popolo autonomo è testimoniato proprio dalla marginalizzazione della loro lingua, presto confinata alle sole Isole britanniche. Lì infatti, dopo i grandi rimescolamenti altomedievali, emersero gli eredi storici dei Celti: le popolazioni dell'Irlanda e delle frange occidentali e settentrionali della Gran Bretagna (Britanni), parlanti lingue brittoniche o goideliche, le due varietà di lingue celtiche insulari (da Wikipedia).

[23] I sassoni erano un popolo germanico, insediato principalmente negli odierni stati tedeschi di Schleswig-Holstein, della Bassa Sassonia, della Sassonia-Anhalt della parte settentrionale della Renania-Westfalia e nella parte nord dei Paesi Bassi (Twente e Achterhoek). Il loro nome significa "gente di spada". Furono considerati da Carlo Magno e da alcuni storici molto bellicosi (da Wikipedia).

[24] Gli Angli furono una tribù della Germania non romanizzata stanziatasi presso i confini orientali dell'attuale Schleswig, territorio dei sassoni. A partire dalla metà del V secolo, assieme ai Sassoni e agli Juti, migrarono in Britannia (Inghilterra), dove, stabilitisi nelle regioni centro-occidentali, fondarono i regni di Anglia orientale, Northumbria e Mercia (da Wikipedia).

[25] Giuseppe di Arimatea è un personaggio del Nuovo Testamento e degli apocrifi del Nuovo Testamento, coinvolto in modo particolare nella crocefissione e deposizione di Gesù; durante il medioevo sorsero alcune leggende che lo collegano alla Britannia e al mito del Santo Graal. È venerato come santo dalla Chiesa cattolica, dalla Chiesa luterana, dalla Chiesa ortodossa e da alcune Chiese anglicane; in Occidente la sua ricorrenza è il l7 marzo, mentre gli ortodossi lo commemorano la domenica dei "portatori di mirra" (la seconda domenica dopo Pasqua) e il 31luglio.

trattando, il calendario. Spiegò in modo esaustivo il concetto di anno bisestile, si occupò e spiegò i suoi calcoli riguardo al supposto moto del Sole attorno alla Terra e sulla misurazione degli equinozi, chiamando *calculator* chiunque si occupasse del calcolo del tempo.

Un monaco di sangue blu di nome Benedict Biscop, che visse tra il 628 e il 690, e che fece ben cinque viaggi a Roma, riportò nei monasteri gemelli citati una grande quantità di libri, da cui originò una importante biblioteca contenente probabilmente una copia della Bibbia utilizzata e illustrata da Cassiodoro, conosciuta con il nome di *Codex Grandior,* nonché le sue enciclopedie sugli antichi, oltre che testi teologici e opere di matematica e di filosofia greca, e anche alcuni calendari romani e quasi certamente le carte e i calcoli di Dionigi il Piccolo, nonché i più recenti martirologi, cioè le liste dei giorni sacri e dedicati ai santi. In quegli anni gli abitanti della Northumbria scoprirono che la Chiesa madre di Roma, all'inizio del secolo settimo, si era staccata da quella di Costantinopoli, che non poteva più esercitare un'autorità sulle ex province imperiali dell'Occidente, dopo il fallimento del tentativo di Giustiniano (527-565) di ricostituire l'unità dell'Impero. Non dimentichiamo l'improvvisa comparsa dell'Islam verso la metà del settimo secolo, che aveva costretto i Bizantini a richiamare le loro legioni dall'Italia centrale. Gli sviluppi storici dell'epoca sono noti. L'espansione dell'Islam non solo nel medio oriente e nelle regioni dell'Africa mediterranea, ma anche in Spagna con un tentativo di penetrazione nella Francia del sud che i re merovingi respinsero definitivamente nel 732, esattamente un anno dopo la pubblicazione della *Historia* di Beda.

Pochi i colleghi monaci che si soffermavano a riflettere sulle fonti di conoscenza contenute nei libri portati da Biscop e ancor meno furono quelli che proposero una interpretazione personale riguardo ai calcoli del tempo o a qualsiasi altro argomento di interesse scientifico. Ciò fa di Beda una personalità assolutamente rara e unica in quel secolo VIII, cui si accompagna a cavallo tra la fine del VI e il VII secolo in Spagna Isidoro di Siviglia, anche lui un ecclesiastico e studioso dei problemi legati alla misura del tempo. Arcivescovo di Siviglia, Isidoro è noto perché sradicò l'Arianesimo tra i Visigoti, nonché per aver combattuto altre cosiddette eresie. Compilò una grande enciclopedia in linea con quella di Cassiodoro, una *summa* della conoscenza universale così come essa era concepita, descrivendo fra l'altro i fondamenti dell'astronomia generale e della matematica, includendo nella sua opera importanti lavori sul calcolo del tempo e sul ciclo della Pasqua che sarebbe stata poi utilizzata da Beda e da altri studiosi nei secoli successivi. In questo periodo, a parte le eccezioni di Isidoro e Beda si faceva poco ricorso all'immaginazione o alla creatività. Si perpetuava così, una predominante semplificazione dell'opinione di Agostino di Ippona: *sarebbe stato meglio lasciare a Dio ogni comprensione del tempo che andasse al di là di un semplice calendario e della datazione della Pasqua.* Durante questo periodo, nella maggior parte dell'Europa ancora si seguiva il calendario di Cesare, anche se al di là dei domini cristiani i pagani continuavano a utilizzare i propri calendari.

A nord i Sassoni e Germani utilizzavano un calendario al tempo stesso solare e lunare. Il primo giorno di questo calendario era il 25 dicembre, quindi dopo il solstizio d'inverno. Gli Slavi, che dominavano l'Europa orientale all'epoca di Beda, probabilmente utilizzavano un calendario esclusivamente lunare, mentre l'Islam lo aveva rigorosamente adottato a dispetto degli undici giorni in meno rispetto all'anno solare

In Cina, sotto la dinastia T'ang (618-907), sotto la quale la Cina godette di un periodo di grande splendore era usato un calendario simile a quello sviluppato nell'antica Babilonia e in Grecia un migliaio di anni prima, basato anch'esso sull'anno lunare. Questo calendario (analogo a quello ebraico) aggiungeva sette mesi supplementari nel corso di un ciclo di 19 anni. Assegnavano a ciascun mese un numero e utilizzavano simboli zodiacali per dare un nome di animale a ogni anno in un ciclo di dodici (topo, bue, tigre, lepre, drago, serpente, cavallo, pecora, scimmia, gallo, cane, maiale). L'anno gregoriano 2000, ad esempio, è stato l'anno del drago per i cinesi.

I cristiani all'epoca di Beda erano lontani dall'avere un pensiero uniforme. I Goti, i Burgundi, gli Alemanni, si mantennero fedeli all' Arianesimo, che era solo una delle diverse sette che, in maggiore o minor misura, si allontanavano dalla dottrina ufficiale di Roma. Gli Ariani, ad esempio, continuavano a celebrare la Pasqua in conformità alla loro formulazione delle date, come facevano i Celti superstiti al massacro di Aethelfrith un secolo prima. L'Inghilterra fa eccezione per merito di Beda. Nella sua *Historia* utilizzò il sistema di Dionigi il Piccolo, quello dell' *Anno Domini*: era la prima volta che ciò accadeva nell'ambito di un'opera importante e così ampiamente letta. Beda concordava con Dionigi anche in merito alla data della nascita di Cristo, e riaffermò dunque la designazione dell' anno 1 stabilita dal monaco sciita che ancora oggi utilizziamo.

Ma l'*Anno Domini* di Dionigi il Piccolo non era stato recepito e quindi non in uso se non sporadicamente. Si ha la riprova in una lettera scritta dal Papa Gregorio I, a monaci diretti verso la Britannia, conscio del pericolo del viaggio, con le parole "Dio vi salvi, miei figli carissimi", in cui la lettera riporta in epigrafe "*Data il ventitré di luglio, nel quattordicesimo anno del regno del pio Imperatore Maurizio Tiberio Augusto, e nel tredicesimo anno dopo il suo consolato: indizione quattordicesima*".

L'imperatore cui si fa riferimento è Maurizio di Costantinopoli ((582-602), che i Romani ancora consideravano quale sovrano nominale dell'Occidente; l'"indizione"[26] è l'anno del ciclo di quindici anni utilizzato sino all'epoca di Diocleziano per datare le questioni finanziarie e legali.

Il problema della data della Pasqua rimaneva sempre attuale. Scrive ancora Beda che la confusione era tale, dopo il matrimonio nel 642 fra il re Oswiu (612-670), di rito celtico, con la regina Eanfled del Kent, di rito cattolico, "che la Pasqua veniva talvolta celebrata due volte nello stesso anno, cosicché quando il re aveva terminato la Quaresima e festeggiava la Pasqua, la regina e il suo seguito ancora stavano digiunando e celebrando la Domenica delle Palme". La coppia regale, che per i sudditi rappresentava la legge e la verità, celebrava il più sacro giorno della vita del regno in date diverse! Nel 664, i propugnatori di entrambe le tradizioni si riunirono per risolvere la questione. Beda ci narra che fu una versione nordica del concilio di Nicea del 325: le confessioni rivali si riunirono per discutere liberamente davanti a un sovrano, e a Whitby fu Oswiu a svolgere le funzioni che erano state di Costantino, che alla fine avrebbe preso una decisione capace di influenzare il futuro delle festività sacre.

La disputa fu molto accesa, ma alla fine prevalse l'abolizione del rito temporale celtico e l'adozione di quello romano. Beda, cattolico, ci racconta cosa disse in seguito il re: "Quindi, vi dico, Pietro è il custode dei cancelli del Paradiso, e io non lo contraddirò. Obbedirò ai suoi comandi in tutto, quanto meglio potrò e saprò fare; altrimenti, quando arriverò ai cancelli del Paradiso, può essere che non vi sarà nessuno ad aprirli, perché colui che ne tiene le chiavi mi avrà rifiutato l'accesso". Alcuni Irlandesi, propugnatori di una linea dura, non aderirono all'adozione del rito cattolico.

Nella sua *Historia,* Beda parteggia evidentemente per il metodo cattolico di datazione della Pasqua, al di là di ogni dubbio. Beda confermava il sistema di Dionigi per la determinazione della Pasqua, basato sui cicli di 19 anni, oltre che l'utilizzo del suo *anno Domini.* Fu il sigillo per il passaggio di questi sistemi nella cultura dominante del Medioevo, che ampiamente lesse e apprezzò Beda, per diversi secoli. Nel 725 Beda scrisse *De temporum ratione,* presente in più di un centinaio di biblioteche e di collezioni di manoscritti medievali in tutta Europa, a testimonianza della sua grandissima popolarità. Nel mondo latino non vennero scritti testi di pari valore riguardo al tempo e al calendario sino all'epoca di Bacone, ossia fino a circa cinque secoli dopo.

Nelle sezioni del *De temporum ratione* che riguardavano la Pasqua, Beda calcolava la ricorrenza della festività sino all'anno 1063 prendendo a prestito il sistema di Dionigi il Piccolo, ma introducendovi alcune modifiche. Invece di calcolare le date in base a periodi arbitrari di 95 anni, utilizzava un ciclo di 532 anni basato sulla moltiplicazione per quattro per tenere conto dell'anno bisestile - e per sette - il periodo di una settimana, da domenica a domenica - del ciclo lunisolare di 19 anni. Altri prima di lui si erano imbattuti in questo ciclo, ma Beda fu il primo a utilizzarlo in modo sistematico.

Beda progettò una complessa meridiana che controllava ogni giorno allo scopo di tenere conto degli equinozi, come avverrà poi dopo la riforma Gregoriana per la meridiana realizzata da Francesco Bianchini (1662-1729) in Santa Maria degli Angeli in Roma. Sperava che questa osservazione gli avrebbe consentito di giungere a una stima oggettiva della vera Pasqua,

[26] È un periodo cronologico di 15 anni, originario, a quanto pare, dell'Egitto e che, dal IV sec. in poi, diventa una delle più importanti note croniche dei documenti, sia in occidente sia in oriente. Il suo punto di partenza risale ai tempi di Costantino il Grande e precisamente al 313 dell'era cristiana. Gli anni di ciascuno di questi periodi quindicennali si numerano progressivamente dall'1 al 15, poi si ricomincia da capo, senza mai indicare di quale periodo indizionale si tratta. Anche per questo sistema di datazione varia secondo i paesi e i tempi, la data del mese e del giorno da cui si fa cominciare una nuova indizione. In origine pare che il suo punto di partenza sia al I° sett., come l'anno bizantino e questa viene detta *indizione greca* o *costantinopolitana,* perché molto usata in oriente e specialmente in Grecia. In Italia la vediamo in uso sino dalla fine del IV sec. specie a Milano e nel dominio longobardo, tanto per i documenti regi che per i ducali e i privati. Anche i papi si servono di preferenza dell'indizione greca dal 584 al 1147. Viene usata anche, ma raramente, in Francia. (cfr. A. Cappelli, Cronologia, Hoepli)

legata all'equinozio di primavera. Nel 730 si impegnò a provare a un amico che l'equinozio non cadeva il giorno 25 di marzo, come alcuni insistentemente affermavano[27]. Confermò questa osservazione per mezzo della sua meridiana, e tenne il calcolo delle ombre proiettate per dimostrare che un altro equinozio cadeva il giorno 19 di settembre, ossia 182 giorni dopo. Proseguendo per altri sei mesi con le sue osservazioni, scoprì che l'equinozio di primavera nel 731 non cadeva precisamente sulla stessa linea *(horologi linea),* suggerendo così che il concetto di anno bisestile di 365 giorni e un quarto non fosse del tutto preciso. Si trattava di una scoperta di eccezionale portata per un uomo che, nell'Inghilterra dell'alto Medioevo, poteva contare solo su una meridiana. Giacché nel 731 l'errore del calendario giuliano aveva ormai causato uno spostamento pari a più di sei giorni dalla riforma di Cesare, il vero equinozio di primavera all'epoca dell'esperimento di Beda cadde probabilmente il 19 di marzo.

Egli osservò attentamente anche l'andamento delle maree ai fini della misurazione della fase e dell'orbita della Luna e giunse anche a fissare un metodo per stabilire quale fosse l'età della Luna il primo giorno di un dato mese.

Formulò pure una brillante teoria che cercava di spiegare le apparenti discrepanze tra il tempo secolare e il tempo sacro, suggerendo che esistessero tre categorie di tempo: il tempo determinato dalla natura, come l'anno solare di 365 giorni e un quarto; il tempo fissato dalle usanze, come i mesi di 30 e 31 giorni, che non appartenevano né all'anno solare né alla fase lunare; e il tempo stabilito dalle autorità o umane o divine, come l'intervallo di quattro anni per lo svolgimento delle Olimpiadi[28], e la settimana di sette giorni.

Nel secolo IX comincia l'età d'oro dell'Islam con grandi personaggi che si distinguono nelle discipline scientifiche e in particolare nella matematica, la geodesia, l'astronomia.

Fra questi ben noti sono al-Khwarizmi, al-Battani, al-Biruni, ma le loro conoscenze sono ignote nel mondo occidentale. Nell'827 avviene la conquista della Sicilia con incursioni negli anni successivi che coinvolgono Napoli e la Roma fuori delle mura (846). L'era della conquista in Spagna e Sicilia aprì la strada però anche ad assimilazioni culturali nuove e sconosciute. Biblioteche con testi dei Greci antichi, dei Romani, degli Indiani, degli Arabi furono costruite a Cordoba, Siviglia, Toledo e Palermo. Gli *Algoritmi de numero Indorum* di al- Khwarizmi era nella biblioteca di Cordoba già alla fine del secolo IX, fatta costruire dal califfo Abd ar Rahman III (891-961), che si distinse anche nel campo architettonico imponendo lo stile cosiddetto "moresco". Sotto i suoi successori sembra che la biblioteca avesse una dotazione di 400.000 fra libri, documenti, incunaboli, carte e altro. Quanto avveniva in Spagna si ripeteva in Sicilia dove però il culmine della cultura non fu raggiunto sotto il dominio arabo, ma dopo la conquista terminata nel 1072, del "barbaro cristiano" Ruggero il Guiscardo (1031-1101). Insediatosi a Palermo diede vita a una delle più singolari commistioni culturali del Medioevo, mescolando la cultura cristiana e quella musulmana con le più antiche correnti intellettuali di un'isola ricca di tradizioni greche, romane e bizantine. Dal punto di vista arabo Ruggero era un cristiano incolto; egli riuscì, nondimeno, a conquistare la lealtà e l'ammirazione dei musulmani, che accolse nei suoi territori, ammettendo anche soldati e consiglieri arabi, e una scuderia di studiosi, filosofi e astrologi orientali, così come il figlio Ruggero II (1095-1154) e il nipote e successore di Ruggero II, Federico II (1194-1250), che ereditò non solo la Sicilia e l'Italia meridionale, ma anche la Germania e il regno dei Crociati di Gerusalemme. Eletto sacro romano imperatore nel 1220, Federico mantenne un harem in stile orientale e si circondò di filosofi e saggi provenienti da Baghdad e dalla Siria, di danzatrici orientali, di studiosi ebrei. Anche la sua guardia personale era araba. Dalla Spagna fece venire un traduttore che redasse un compendio in lingua latina delle opere biologiche e zoologiche di Aristotele. Federico fondò l'Università di Napoli nel 1224, dotandola di un'ampia raccolta di manoscritti arabi su Aristotele e altri antichi. Copie di traduzioni latine vennero inviate alle università di Parigi e di Bologna. Fu inoltre alla guida di una vittoriosa crociata[29], la sesta, in Palestina, negli anni 1228-1229, e riconquistò Gerusalemme, Betlemme e Nazareth.

Tuttavia, la sapienza araba si diffuse con un processo molto lento, e solo pochi documenti partirono da Cordoba, Palermo e Damasco prima dell'anno 1200. Alcune delle prime traduzioni furono scritte nella Spagna settentrionale a partire dalla metà del secolo decimo nel monastero di Santa Maria di Ripoll, ai piedi dei Pirenei: si trattava soprattutto di testi sulla geometria e sugli strumenti astronomici.

Quindi vennero le opere di Platone, di Euclide, di Aristotele, che uscirono dalla Sicilia di Ruggero, dalla Spagna settentrionale (dopo la caduta di Toledo in mano ai cristiani nell'anno 1085) e da Bisanzio e dalla Palestina, quando i Crociati, a partire dal 1096, si riversarono in Oriente.

Tra i principali traduttori e collezionisti di manoscritti di questo primo periodo si annoverano Gerberto di Aurillac (946-1003), e, più tardi, papa Silvestro II (999-2003), che raggiunse, dopo un faticoso viaggio, la Spagna settentrionale, procurandosi traduzioni latine di trattati arabi sull'abaco e sull'astrolabio. Aurillac, chiamato anche il Papa astronomo, si era interessato della misura del tempo e di molti problemi astronomici. Un altro fu Adelardo di Bath (1075-1160) che tradusse Euclide in latino utilizzando versioni arabe dell'originale greco. Il più prolifico di tutti questi antichi traduttori, tuttavia, fu l'italiano Gherardo di Cremona (1114-1187). Parlava correntemente il greco e l'arabo, e fu una figura di spicco del nuovo collegio di traduttori fondato dall'arcivescovo spagnolo Raimondo in seguito alla conquista di Toledo; si occupò, tra l'altro, della traduzione in latino di testi di Galeno, Aristotele, Euclide, al-Khwarizmi e Tolomeo.

Tuttavia le indagini scientifiche rimasero in gran parte, nei secoli XII e XIII, deboli tentativi praticati anche da validi intellettuali, perché l'atmosfera dell'ambiente in cui si viveva non favoriva la speculazione scientifica. Il francese Pietro Abelardo (1079-1142), uno dei più importanti filosofi e pensatori del medioevo rifiutò seccamente la matematica, l'astronomia e praticamente ogni scienza, insistendo, nel 1140, sul fatto che "la filosofia può fare più della natura".

Per quanto riguarda il calcolo del tempo, poi, lo considerava elemento di infima categoria paragonandolo alla pratica dell'usura. Stesso modo di vedere la scienza la troviamo un secolo dopo in Tommaso d'Aquino (1225-1274). Egli ebbe lo stesso atteggiamento di Abelardo mirando a rinnovare l'aristotelismo e ad adeguarsi alla visione cristiana della realtà, rifiutandosi di ammettere che il *computus*, come lo aveva definito Beda, fosse credibile visto nell'ottica dei termini aristotelici. Come Abelardo, Tommaso sosteneva che la determinazione del tempo dovesse essere esclusa dall'ambito delle scienze teoretiche, e la classificava come bassa arte meccanica.

Tuttavia, uno sparuto e sparpagliato gruppo di studiosi studiava attentamente il *corpus* delle nuove conoscenze e cercava di dar loro un senso generale, tentando di applicarle a ogni campo, misurazione del tempo compreso.

Uno dei primi studiosi del tempo a muoversi in questo ambito, all'incirca alla metà del secolo XII, fu Reinher, decano della cattedrale di Paderborn, Germania, ora quasi completamente dimenticato, fu autore di un trattato del 1171, il *Computus emendatus,* che applicava i nuovi numeri arabi, introdotti dai medesimi in Europa nel medioevo, appresi dagli indiani con numerazione posizionale decimale e con la presenza dello zero (Brahmagupta, 628), già impostata dal citato Aurillac nel 1000, che poi diffuse su larga scala negli ambienti scientifici occidentali Leonardo Fibonacci col suo *Liber abbaci* (1202). Le innovazioni matematiche introdotte dal Reinher alle vecchie regole del *computus*

---

[27] A titolo di curiosità, anche se l'equinozio di primavera è dato sempre al 21 marzo, in realtà dal 2000 al 2050 si verificherà 2 volte il 19 marzo, 45 volte il 20 marzo e solo 3 volte il 21 marzo!

[28] Le Olimpiadi nascono a causa del calendario greco. Questo era lunare e si componeva di 12 mesi, distinti in mesi *cavi* (κοιλοι) di 29 giorni e mesi *pieni* (πληρεις) di 30. Si aveva così un anno lunare di 354 giorni, perciò mancavano 11 e 1/4 giorni per completare l'anno, come già si è visto. Capitava dunque che l'inizio di questo era continuamente traslato con gravi ripercussioni specie sulle feste religiose che erano legate per lo più a determinati periodi dell'anno. Per rimediare a questo inconveniente e ristabilire un accordo fra anno lunare e anno solare, si ricorse alla determinazione di uno spazio di tempo che corrispondesse a un numero di anni solari esatti divisibile a sua volta in numero esatto di anni lunari. Fu calcolato da Cleostrato di Tenedo (VI secolo a.C.) un ciclo che teneva conto che la mancanza di 11 giorni e 1/4 al completamento dell'anno, in otto anni dava luogo a un ritardo di 11,25×8=90 giorni, ovvero esattamente tre mesi pieni lunari. Questo ciclo, detto *octaeteride,* vedeva l'inserimento dei detti tre mesi intercalari il primo nel terzo, il secondo nel quinto e il terzo nell'ottavo anno dell'octaeteride.
Tuttavia l'intercalare dei 3 mesi negli 8 anni era di preferenza fatto all'inizio di ogni quadriennio in due periodi equivalenti di 45 giorni, detti *Olimpiadi*, per i giuochi che appunto in tale periodo si tenevano.
Il disaccordo sempre più accentuato tra calendario ufficiale e calendario naturale, regolato quest'ultimo dal sorgere del sole o eliaco di stelle e costellazioni, portò di fatto a calendari personali, detti *parapegmata*, in cui erano possibili regole di passaggio dall'uno all'altro.

[29] Prima crociata (1096-1099), seconda crociata (1146-1149), terza crociata (1189-1192, Federico Barbarossa, Riccardo Cuor di Leone), quarta crociata (1202-1204), quinta crociata (1217-1221), sesta crociata (1228-1229, Federico II), settima crociata (1248-1254), ottava crociata (1270)

di Beda comprendevano i calcoli relativi alla Pasqua, e Reinher provava che il ciclo lunisolare di 19 anni era in disaccordo con gli effettivi movimenti del Sole e della Luna. Valutava questo errore pari a un giorno in meno ogni 315 anni rispetto al calendario giuliano.

Pochi anni dopo lo studioso e poi vescovo inglese di Lincoln, teologo e scienziato, Roberto Grossatesta (1175-1253) ricalcolò lo slittamento lunisolare di Reinher e lo corresse; giunse a stabilirlo pari a un giorno ogni 304 anni, cifra più vicina allo spostamento effettivo nei confronti dell'anno giuliano, che è di un giorno ogni 307 anni. Propose che un giorno ogni tre secoli fosse cancellato dal calendario lunare. Grossatesta stimò anche la durata dell'anno solare, confermando una volta per tutte che i valori cui erano arrivati Ipparco, Tolomeo, al-Battani, e altri erano più corretti di quelli elaborati da Beda e da altri "computisti". Suggerì, relativamente al calcolo della data pasquale di fissare un equinozio di primavera al 14 marzo anziché al 21, per compensare l'errore sulla durata dell'anno tropico giuliano di 365,25 giorni, in eccesso rispetto alla vera durata stimata in un valore inferiore. Grossatesta è anche ricordato perché fu uno dei primi propugnatori della necessità di utilizzare la sperimentazione e l'osservazione per verificare le teorie, concezione in anticipo sui tempi, in quanto verrà ufficializzata da Galileo. Serpeggiava ormai negli ambienti scientifici del tempo la convinzione che il calendario giuliano e il calendario lunare dovessero essere riformati.

Un altro inglese, Giovanni di Sacrobosco (1195-1256), verificò con buona precisione l'effettiva durata dell'anno tropico, ma propose soltanto una "modesta" riforma del calendario solare cancellando il giorno in più dell'anno bisestile ogni 288 anni. La sua proposta non ebbe seguito, anche se sbagliata in difetto, ma nella direzione giusta di una riforma che poi arriverà. Malgrado le sue convinzioni scientifiche rigorosamente trattate, egli si attenne all'ammonizione di Beda, che invitava a seguire "l'usanza universale" di accettare gli errori, insistendo che solo la Chiesa dovesse essere considerata l'autorità ultima. In riferimento al Concilio di Nicea del 325, egli scriveva: "Poiché il Concilio Generale ha proibito di effettuare modifiche al calendario, gli studiosi moderni hanno dovuto allora tollerare gli errori".

Comunque per trecento anni i suoi testi sul computo del tempo rimasero un modello nelle università.

Nella metà del XIII secolo entra sulla scena un personaggio primario: Ruggero Bacone (1214-1294), inglese, soprannominato *Doctor mirabilis*, uno dei più illustri scienziati del medioevo, il quale attaccò con violenza i metodi filosofici del suo tempo, dicendo che gli studiosi dovevano smettere di parlare e di discutere, e incominciassero a fare. Nella sua *Opus Maius,* scritta attorno al 1260, Bacone affermava:

"I Latini hanno gettato le fondamenta della conoscenza riguardo alle lingue, alla matematica, alla prospettiva. Ora io voglio guardare alle fondamenta che ci offre la scienza sperimentale, perché senza esperienza non si può conoscere pienamente alcunché."

Il suo punto di vista è ben espresso da quest'altro passo tratto dall'*Opus Maius*:

"Se qualcuno che non ha mai visto il fuoco prova attraverso il ragionamento che il fuoco brucia, modifica le cose e le distrugge, la mente di chi lo ascolta non sarà soddisfatta delle sue argomentazioni, e non eviterà il fuoco prima di avervi posto la mano o di aver collocato qualcosa sulla fiamma, per provare per mezzo della sua esperienza quello che il ragionamento le ha insegnato. Una volta però che ha fatto l'esperienza della combustione, la mente è certa e riposa nella luce della verità." Il ragionamento non è sufficiente: c'è bisogno dell'esperienza.

Bacone argomentava che la natura era stata creata da Dio e quindi doveva essere esplorata, sperimentata, e assorbita, al fine di avvicinare la gente a Dio stesso e il disinteresse verso la scienza era un affronto a Dio e un motivo di imbarazzo per i cristiani. In quel periodo la scienza "cristiana" era deficitaria rispetto a quella araba.

Era abitudine dei matematici e degli studiosi del calcolo del tempo tollerare l'esistenza degli errori calendaristici, scegliendo l'approssimazione piuttosto che sfidare la Chiesa. E' un preciso riferimento a Beda e Sacrobosco. Bacone, riferendosi al calendario dell'anno 1267 e agli errori di cui era affetto , diceva:

"Gli errori che ho citato sono in sé terribili, eppure non sono nemmeno paragonabili a ciò che deriva dai fatti di cui ho parlato. L'intero ordine delle solennità della Chiesa infatti è gettato in una condizione di confusione da errori riguardanti l'inizio della lunazione in accordo con il Calendario, nonché nella determinazione degli equinozi. E per non riferirmi ad altri anni per dare la prova di questo errore, illustrerò il caso di questo anno corrente. La festa della Pasqua, cui si deve la salvezza del mondo, non sarà celebrata nel momento esatto, ma quest' anno si terrà il digiuno durante l'intera settimana della Pasqua. Infatti il digiuno dura otto giorni in più di quanto dovrebbe. Ne consegue un altro svantaggio,

ossia che il digiuno della Quaresima è iniziato con otto giorni di ritardo; dunque i cristiani hanno mangiato carne nel periodo della vera Quaresima per otto giorni, la qual cosa è assurda. E ancora, dunque, né le Rogazioni, né l'Ascensione, né la Pentecoste quest'anno saranno celebrate nel momento giusto.

E come tutto ciò accade quest'anno, nel 1267, così accadrà l'anno prossimo".

Bacone divideva il tempo in tre categorie, come già aveva fatto Beda con diverse significanze: "designate dalla natura, dall'autorità, e dall'usanza e dal capriccio". Egli definiva "tempo naturale" il trascorrere misurabile di anni, stagioni, mesi e giorni; "tempo dell'autorità" quello utilizzato nei calendari civili ed ecclesiastici; "tempo delle usanze" quello in base al quale la gente imponeva arbitrariamente periodi di tempo, come la divisione dell'anno naturale in 12 mesi di 28, 29, 30 o 31 giorni. Il "tempo naturale", quello vero misurabile astronomicamente era il tempo di Dio, mentre Beda aveva concluso che l'autorità del tempo della Chiesa era superiore e quindi intoccabile. Bacone invece sosteneva che il tempo interpretato da un'autorità, come la Chiesa, poteva essere sbagliato e attribuiva a Roma il diritto e la responsabilità di correggere il calendario, sia in quanto unica autorità capace di ordinare un cambiamento, sia come rappresentante di Dio sulla terra.

Bacone portò la sua causa direttamente davanti al Papa Clemente IV (1265-1268), il quale pare condividesse le sue idee, ma purtroppo la morte sopraggiunse al terzo anno di papato. E' certo che dopo la morte del pontefice, nessuno a San Pietro fece più menzione di Bacone.

All'inizio del XIV secolo anche il termine *computus* aveva modificato il proprio significato. Il termine *computare* stava divenendo più strettamente connesso alla finanza, e non più designava il calcolo delle effemeridi delle stelle o dei pianeti o delle epatte dei cicli lunari, ma del denaro.

Sotto il Papa Bonifacio VIII (1295-1303), il quale celebrò con un giubileo i tredici secoli della cristianità, sancì il sistema di Dionigi il Piccolo, che prevedeva di contare gli anni dalla presunta data di nascita di Cristo, fissata appunto 325 anni prima del Concilio di Nicea, cosa del resto ormai accettata da tutti i cristiani, salvo rare eccezioni.

Nel corso dei primi quattro decenni del 1300, tuttavia, l'interesse nei confronti del calendario fu scarso. Poi, nel 1345, nel periodo Avignonese, il nobile francese Pierre Roger, Clemente VI (1342-1352), decise improvvisamente che il calendario doveva essere riformato per risolvere l'annoso problema della Pasqua, messo ben evidenza da Bacone nel secolo precedente. Il Papa, il giorno 25 di settembre del 1344, scrisse lettere a studiosi ed esperti, chiedendo loro di raggiungere Avignone per prendere in esame la questione della correzione del calendario.

Ricevuta la lettera del Papa nell'ottobre 1344, il più importante di questi studiosi, Jean De Meurs, accettò l'invito: era autore di un trattato, *De arte misurandi*, scritto probabilmente prima della partenza nel 1344 per Avignone.

Nella risposta a Clemente, datata 1345 e intitolata *Epistola super reformatione antiqui kalendari,* De Meurs e Firminus de Bellavalle, un altro studioso del calcolo del tempo, e convinto pur esso, come Jean, di un rapporto fra la musica e l'astronomia, comunicavano al Papa la loro soluzione per riallineare il calendario di Cesare basato sull'anno tropico di 365,25 giorni con un anno tropico più corto, anche se non ancora ben definito, ma certo, viste le differenze fra le date equinoziali cesariane e quelle misurabili reali.

La soluzione suggerita consisteva nel rimuovere un congruo numero di giorni dal calendario in un anno da stabilirsi e trovare una regola perché date e equinozi e età della luna fossero congruenti. De Meurs, tuttavia, avvertiva che la rimozione di giorni dal calendario non era una operazione indolore. Togliere dei giorni dal calendario (come poi avverrà) aveva sicuramente implicazioni sulle date di nascita (nei giorni tolti non sarebbe nato nessuno!), ma anche sicuramente liti circa i pagamenti e i contratti, se i governi non avessero ben organizzata la riforma. De Meurs e Firminus sottolineavano inoltre che la mutazione del calendario cesariano da parte dei cattolici della Chiesa di Roma (di Avignone in quel periodo, sede del papato dal 1309 al 1376, definita *cattività avignonese*), avrebbero celebrato le feste sante, come quella del Natale, in giorni diversi rispetto ai cristiani d'Oriente e di altre confessioni scismatiche, fatto che sussiste tuttora dopo la riforma gregoriana. L'illusione di una Chiesa veramente universale, con una Pasqua unica, celebrava il suo trionfo.

De Meurs e Firminus furono più ottimisti sulla riforma del calendario lunare di 19 anni. Ricalcolando la stima che Grossatesta aveva proposto, ottennero una cifra pari a un giorno in più ogni 310 anni. Nel 1345, scriveva Jean, l'errore ammontava ormai a quattro giorni. Il

valore trovato è quello che più si avvicina a quello vero pari a 307,045 anni[30]. Suggerivano dunque che il Papa rimettesse in linea il calendario lunare, ordinando di rimuovere un giorno ogni 310 anni. L'anno migliore per intraprendere la riforma, secondo i due, sarebbe stato il 1349: quello successivo all'anno bisestile, e il primo del nuovo ciclo Metonico di 19 anni. De Meurs e Firmin elaborarono un calendario che conteneva le loro proposte di cambiamento.

Clemente VI non rispose ufficialmente, ma sembra probabile che egli fosse d'accordo con le riforme prospettate. Pareva che vi fossero le giuste condizioni perché la riforma potesse essere effettuata, con l'avvicinarsi dell'anno 1349, seguita anche da una riforma del calendario solare. Le cose tuttavia andarono diversamente per l'epidemia di peste nera che si abbattè sull'Europa, dando fine a quello che all'epoca di Clemente VI sembrava un rinascimento incipiente, capace di risolvere l'enigma del calendario due secoli prima di Gregorio XIII e di Clavius.

La riforma del calendario era rimandata a tempi migliori. In quegli anni infuriava la peste, una grave crisi economica conseguente, lo scisma del 1378 con due Papi, eletti l'uno ad Avignone, Clemente VII (20.09.-31.10.1378, antipapa per 11 giorni!), l'altro a Roma, Urbano VI (1378-1389) e una serie di Papi e anti Papi che si protrarrà fino all'unico Papa in Roma Niccolò V (1447-1455), la guerra dei cent'anni fra Francia e Inghilterra a cavallo del XIV e XV secolo. La Chiesa nonostante questi tempi travagliati convocò più concili, fra cui quello di Costanza dove il Cardinale Pierre d'Ailly (1350-1420) propugnò una riforma del calendario *Exortatio super correctione calendarii* in cui riprendendo quanto già detto dai personaggi citati e soprattutto da Bacone, ottenne dall'antipapa Giovanni XXIII (Baldassarre Cossa,1410-1415) un decreto che doveva rimuovere quattro giorni secondo i calcoli di Jean de Meurs. Il decreto non ebbe alcun seguito. Al concilio di Basilea, nel 1436, Niccolò Cusano (1401-1464) presentava un compendio *De concordantia Kalendarii*, proponendo che nel 1439 venissero sottratti sette giorni dal calendario giuliano. Anche questa volta non se ne fece nulla e senz'altro influivano ancora le parole del Cardinale d'Ailly che diceva "la vera lunghezza dell'anno non ci è ancora nota con totale certezza".

La questione emerse in un altro concilio ecclesiastico, che ebbe inizio in Italia al culmine del Rinascimento. Nel 1512, papa Giulio II convocò il Quinto Concilio Laterano (1512-1517) a Roma; fu presieduto da Giulio II, Giuliano della Rovere (1503-1513) e poi dal suo successore, Leone X, Giovanni de' Medici (1513-1521). La riforma del calendario non era all'ordine del giorno, ma le richieste per una riforma comunque aumentavano. Vi erano manifesti problemi, quali il calcolo della giusta data dell'equinozio in base all'anno della riforma di Cesare, della nascita di Cristo, della validità di quanto stabilito nel concilio di Nicea. Quale era la longitudine sulla quale calcolare l'equinozio di primavera per i calcoli relativi alla Pasqua: quello di Roma o di Gerusalemme?

Nel 1514 papa Leone X (1513-1521), ben noto per la sua liberalità mecenatesca (per sua commissione Raffaello affrescò le stanze vaticane ed è sua la famosa lettera a Leone X) invitò, come già fatto dall'illustre predecessore Giulio II, il maggiore esperto calendaristico dell'epoca, l'astronomo, medico e vescovo olandese Paul di Middelburg (1446-1534), a costituire una commissione che si occupasse della riforma del calendario. Alcuni anni prima, nel 1497, Paul aveva inviato al Papa Giulio II (1503-1513) un vibrante scritto per chiedere di promuovere una soluzione concreta. Nel 1513 egli scrisse un altro appassionato trattato che si apriva con lettere rivolte a Leone X, al sacro romano imperatore, arciduca d'Austria Massimiliano I d'Asburgo (1493-1519), al collegio dei cardinali, e al V Concilio Laterano (1512-1518).

Paul di Middelburg, messo a capo della nuova commissione voluta da Leone X, propose, contrariamente alle proposte avvenute in precedenza, non di cancellare dei giorni dal calendario, ma di modificare la data dell'equinozio di primavera e di fissarlo al 10 di marzo, data per altro sbagliata, ma che egli ovviamente riteneva corretta secondo i suoi calcoli. Paul suggeriva poi di spostare l'equinozio ogni 134 anni di un giorno, periodo calcolato basandosi sui dati derivati da una serie di tavole astronomiche, dette alfonsine, fatte compilare nel 1252 e completate nell'arco di vent'anni, dagli astronomi della corte castigliana di re Alfonso X (1221-1284), all'epoca considerate molto precise. In esse la durata dell'anno tropico era di $365^g\ 5^h\ 49^m\ 16^s = 365^g{,}2425463$. Paul di Middelburg propose anche una leggera modifica del calendario lunare, che prevedeva, tra l'altro, la cancellazione di un giorno ogni 304 anni, valore dell'ordine di quelli citati.

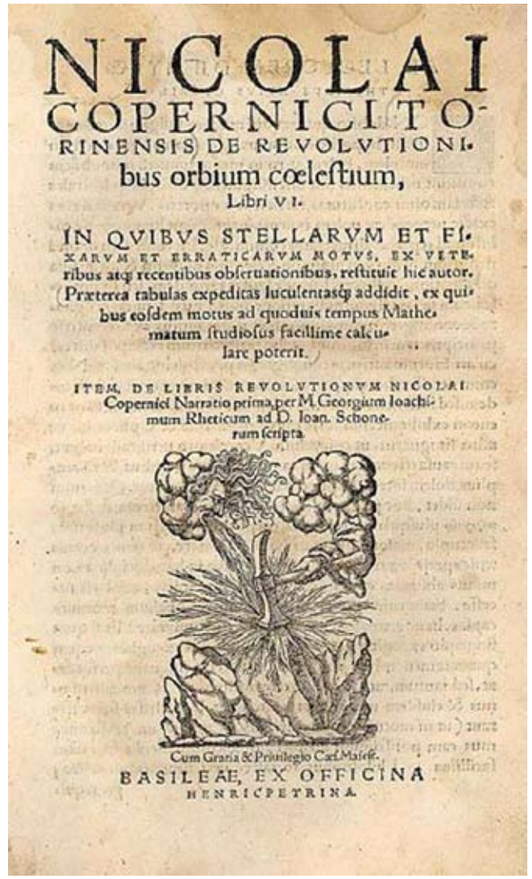
I cambiamenti proposti da Paul dovevano essere applicati retroattivamente a partire dal 1 gennaio del 1500, quando si era verificata una congiunzione di Sole e Luna lungo il meridiano di Roma, alle ore 12 del primo giorno dell'anno di inizio del giubileo.

Nel 1514 Leone X fece inviare lettere a tutti i più importanti monarchi cristiani, chiedendo l'opinione dei loro astronomi su queste proposte, ma in pochi risposero.

Negli archivi della Gran Bretagna sono custodite quattro lettere di Leone X a Enrico VIII, tutte senza risposta. Nella prima lettera, datata 21 luglio 1514, Leone X lamentava che "gli ebrei e gli eretici" ridevano degli errori del calendario cristiano. Il Papa chiedeva a Enrico VIII e agli altri monarchi di inviare a Roma i loro migliori esperti di misura del tempo in modo di arrivare ad una riforma entro dicembre. La proposta non ebbe alcun successo. Altre lettere spedite nei due anni successivi ai medesimi destinatari non ebbero miglior sorte testimoniando così la totale mancanza di interesse a una riforma calendariale, facendo così naufragare gli sforzi di Paul di Middelburg. Una sola lettera papale non venne ignorata, e venne annotata dal medesimo. Era la risposta di un giovane astronomo polacco: Nicolaus Copernicus (1473-1543).

La lettera papale lo raggiunse, appena quarantenne, a Frauenburg nel golfo di Danzica, dove era canonico della cattedrale e ivi divenne membro del Capitolo di Warmia interessandosi di riforme del sistema monetario.

Dopo gli studi a Cracovia, fu in Italia alle università di Bologna, Padova e Ferrara, seguendo corsi di astronomia, teologia, diritto canonico e medicina. Nel 1504 si trasferì definitivamente in Warmia dedicandosi all'astronomia. Confutò la teoria geocentrica di Tolomeo formulando il sistema già di Aristarco di Samo (310-230 a.C.), che per primo affermò che la Terra ruotava intorno a se stessa e al Sole in cui, attorno al Sole immobile, i pianeti si muovevano lungo orbite circolari, ruotando contemporaneamente sul proprio asse.


NICOLAI
COPERNICI TO-
RINENSIS DE REVOLVTIONI-
bus orbium cœlestium,
Libri VI.
IN QVIBVS STELLARVM ET FI-
XARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETE-
ribus atq; recentibus observationibus, restituit hic autor.
Præterea tabulas expeditas luculentasq; addidit, ex quis
bus eosdem motus ad quodvis tempus Mathe-
matum studiosus facillime calcu-
lare poterit.
ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI
Copernici Narratio prima per M. Georgium Ioachi-
mum Rheticum ad D. Ioan. Schone-
rum scripta.
Cum Gratia & Priuilegio Cæs. Maiest.
BASILEAE, EX OFFICINA
HENRICPETRINA

De Revolutionibus orbium

Nel 1500 aveva compiuto un viaggio a Roma in occasione del giubileo. Nel 1514, era giunta la lettera del Papa sulla necessità della riforma del calendario. Copernico nella sua dedica, scritta nel 1543, che precede il *De Revolutionibus,* scrive*:* Infatti, non molto tempo fa, sotto Leone X, quando si dibatteva nel concilio lateranense la questione di emendare il calendario ecclesiastico, essa rimase allora indecisa solo per la ragione che le grandezze degli anni e dei

[30] Essendo il mese lunare sinodico medio pari a $29^g\ 12^h\ 44^m\ 2^s{,}78 = 29^g{,}53058773$ si ottengono 29,53058773x235=6939,6881165565giorni giorni, che divisi per l'anno giuliano di 365,25 giorni fornisce il valore di 18,999830572 anni, ovvero 19-18,999830572=0,000169428 e quindi 235 mesi sinodici sono quasi uguali a 19 anni giuliani (19,000169428). La frazione di anno risulta quindi arrotondando 0.000169 che moltiplicata per 365, 25 ci fornisce la frazione di giorno su 19 anni, pari a 0,061883467.
Questa frazione di anno su 19 anni metoniani ci permette il calcolo di quanti anni passano perché il ciclo cambi di un giorno. Partendo dalla frazione di giorno si ha la semplice relazione 0,061883467 ·X anni=19 ovvero X anni=19/0,061883467=307,045 . Occorrono pertanto poco più di 307 anni per correggere il calendario lunare di un giorno in meno. Si vede quindi che le stime di Reinher (315 anni), Grossatesta (304 anni), Jean de Meurs e Firminus (310 anni) oscillano attorno al valore vero, dando ragione della bravura scientifica di questi personaggi visti i mezzi a loro disposizione.

mesi e i movimenti del Sole e della Luna non erano ancora considerati sufficientemente misurati: e da quel tempo attesi a osservare ciò più accuratamente spronato dal chiarissimo vescovo di Fossombrone, Paolo, che presiedeva a tali questioni.

Dopo le inconcludenti riunioni della commissione di Paul di Middelburg, che pur tuttavia fu costituita, la questione del calendario venne accantonata ancora una volta. La Chiesa aveva in quel momento altro cui pensare. Durante il V Concilio Laterano, nel 1517, Martin Lutero (1483-1546) aveva affisso un documento sulle porte della cattedrale di Wittenberg, in Germania, protestando per lo scandalo della vendita di indulgenze. Nacque il cosiddetto protestantesimo che portò Lutero attorno al 1520 a rompere con la chiesa di Roma, ponendosi a capo di un movimento che si diffuse in tutta Europa, attraendo nella sua orbita circa la metà dei cristiani d'Occidente.

Questa separazione stimolò, a sua volta, una dura reazione conservatrice della Chiesa cattolica, e una controriforma da parte del papato e dei monarchi cattolici, da cui la creazione dell'Inquisizione nel 1542, decisa da papa Paolo III (1534-1549), al secolo Alessandro Farnese, e la fondazione dell'ordine dei Gesuiti nel 1540, "combattenti" religiosi e teologici che sapessero sostenere ragioni contrarie al protestantesimo e ostacolarne la diffusione.

Nel corso di quegli anni travagliati Copernico lavorò tranquillamente a Frauenburg, scrivendo, effettuando osservazioni astronomiche, visitando qualche paziente nella sua qualità di valente medico. Non trascurava nell'elaborare la stesura del *De Revolutionibus* di cercare di pervenire con le sue osservazioni a una corretta misurazione e computo della lunghezza dell'anno. Copernico cercò di mantenere la promessa fatta a Leone X, elaborando i suoi calcoli derivati dalle sue osservazioni tenendo presente i risultati conseguiti nel corso dei secoli da Ipparco, da Tolomeo e altri astronomi greci e arabi, nonché le più recenti stime della durata dell'anno.

Riassumendo, le sue scoperte e il suo pensiero nel *De Revolutionibus,* disserta "Sulla grandezza e sulla diversità dell'anno solare" spiegando innanzitutto la differenza tra i due tipi di "anno" misurati dagli astronomi, quelli che noi definiamo "anno tropico" e "anno siderale". Il primo legato alle stagioni e al moto apparente del Sole, base del calendario, l'altro relativo alle stelle fisse. L*'anno tropico* si determina misurando la lunghezza del tempo che intercorre tra due successivi equinozi di primavera, ovvero il tempo che intercorre fra la partenza apparente del Sole dal punto γ, intersezione del piano dell'eclittica con il piano dell'equatore, detto anche *equinozio di primavera*, e il suo ritorno sul medesimo punto γ dopo un anno[31]. La durata dell'anno tropico è legata alla precessione degli equinozi. Questa fu scoperta da Ipparco (190 ca-127 ca a.C.) comparando le posizioni degli equinozi da lui misurate con quelle che risultavano dalle osservazioni di Aristilio di Alessandria e Timocari fatte circa 150 anni prima (290 ca) nell'intento di misurare la durata dell'anno per mezzo del movimento del Sole rispetto alle stelle. Egli trovò che questa durata era maggiore di 365,25 giorni, mentre la comparazione dei suoi solstizi e di quelli di Archimede coi solstizi osservati da Metone e da Eutemone dava una durata dell'anno tropico minore di 365,25, da cui era gioco forza concludere che i "cardini" dell'eclittica (i punti γ, equinozio di primavera e il suo diametrale opposto, equinozio d'autunno, punto Ω) mutassero la loro posizione rispetto alle stelle fisse. Da qui la precessione degli equinozi e una durata dell'anno tropico ancora da determinare con esattezza.

Ipparco di Alessandria fu uno dei primi astronomi a notare la differenza tra i due tipi di anno, l'astronomico e il tropico, nel momento in cui effettuò, dal 141 al 127 a.C., le misurazioni dell'anno in conformità agli equinozi. E' certamente il più grande astronomo osservativo greco e i più lo considerano il più grande astronomo dell'antichità, anche se Cicerone attribuisce questo ruolo ad Aristarco di Samo e altri a Tolomeo di Alessandria. Ipparco, probabilmente, paragonò questo anno a quello misurato dagli Egizi, detto anno sotiaco, basato sui cicli della stella Sirio, che per secoli avevano misurato l'anno siderale piuttosto che l'anno tropicale, perché utilizzavano come "guida" per il loro tempo il sorgere annuale della stella Sirio, fissandola nel momento in cui la si poteva osservare mentre incrociava la cima a punta di un obelisco. Sirio aveva però la caratteristica di essere invisibile per circa 70 giorni l'anno e quindi, di fatto, l'anno usato non era quello siderale, ma quello tropico o eliaco di 365,25 giorni, ridotti poi a 365, detti *civili*. Occorrevano quindi 1461 anni *vaghi* per ottenere 1460 anni giuliani (365,25x4=1461; 365x4=1460). In pratica il capodanno nel calendario *civile* anticipava di un giorno ogni 4 anni. Il fatto che la posizione del capodanno fosse variabile è il motivo per cui questo calendario veniva detto *vago*, dal latino *annus vagus.*

Basandosi sulle osservazioni di Ipparco, Claudio Tolomeo tre secoli dopo propose una semplice formula per la precessione, ipotizzando che lo spostamento dell'anno tropicale in confronto alle stelle fosse fisso, e ammontasse a un grado per secolo, mentre noi sappiamo essere di un grado circa ogni 72 anni.

Si dovette aspettare sino a Newton perché gli astronomi ne comprendessero le cause dovute alle forze di attrazione gravitazionale esercitate dal Sole e dalla Luna e dagli altri Pianeti nei confronti di una Terra che non è perfettamente sferica, come successivamente nel secolo XVIII si scoprirà attraverso le spedizioni in Lapponia e in Perù misurando un arco di meridiano.

Copernico non conosceva quanto scoprirà Newton con le leggi della gravitazione universale, ma comunque sapeva della precessione degli equinozi e che l'anno tropico si poteva determinare attraverso l'intervallo di tempo fra due equinozi successivi, così come lo sapevano Tolomeo nel 139 dopo Cristo, o l'astronomo arabo al-Battani nell'882, ai cui calcoli Paul di Frauenburg si affidava per verificare le proprie osservazioni riguardo all'anno tropicale. In un suo scritto infatti dice:

"Osservammo anche noi l'equinozio di autunno a Frauenburg, nell'anno 1515, il 14 settembre [...]."

C'erano dunque nell'intervallo di tempo tra questo nostro equinozio e quello di Albatenio (al-Battani), oltre a 633 anni egizi, 153 giorni, 6 ore e 3 quarti di un'ora invece di 158 giorni e 6 ore. Ma dall'osservazione fatta in Alessandria da Tolomeo al luogo e al tempo della nostra osservazione ci sono 1376 anni egizi, 332 giorni e mezz'ora. Dal tempo di Albatenio sino a noi, in 633 anni, sarebbero dunque caduti 5 giorni meno una ora e un quarto, ossia un giorno per 128 anni[32]; e nei 1376 anni da Tolomeo sarebbero invece caduti 12 giorni circa cioè un giorno in 115 anni.

Copernico riuscì a ottenere una misurazione dell'anno tropico notevolmente accurata, stabilendola in 365,2427, ossia 365 giorni, 5 ore, 49 minuti e 29 secondi; si tratta di una delle valutazioni più corrette (all'epoca) in rapporto al valore effettivo di circa 365, 2422 giorni: ossia 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi. Egli inoltre pervenne a misurazioni e date che sarebbero divenute estremamente importanti quattro decenni dopo la pubblicazione del suo volume, quando la Commissione per il Calendario voluta dal papa Gregorio XIII avrebbe riformato il calendario.

Copernico lavorò alla sua opera per più di trent'anni, ma si mostrò piuttosto riluttante riguardo alla pubblicazione, ben sapendo che la sua ipotesi eliocentrica non sarebbe stata accolta con favore dai tradizionalisti, sia ecclesiastici sia accademici. Convinto poi dal suo discepolo Joachim Rhaticus (1514-1576) a pubblicare *De Revolutionibus* egli ebbe l'amara soddisfazione di vedere la pubblicazione lo stesso giorno in cui morì dopo lunga malattia. Era il 24 maggio 1543.

Nonostante i timori di Copernico, il suo libro da principio non provocò gran clamore. Costituì un'eccezione la

---

31) Questo intervallo di tempo può misurarsi con grande esattezza perché con grande esattezza possono determinarsi le epoche degli equinozi osservando la declinazione del Sole nei giorni circostanti il 21 marzo e il 23 settembre e deducendo per interpolazione dalle declinazioni trovate l'istante in cui la declinazione del Sole è nulla, ovvero l'istante in cui il Sole taglia l'equatore terrestre. Si è così trovato che in un anno tropico sono compresi 366,242199 giorni siderali, dove il giorno siderale è l'intervallo di tempo fra due culminazioni successive di una stella fissa. In tale periodo di tempo però il Sole cosiddetto medio, ovvero che si muove di moto uniforme e parte da γ e ritorna su γ esattamente nel tempo del Sole vero, ha percorso da ovest verso est tutto l'arco di equatore compreso fra le due successive posizioni dell'equinozio di primavera, ma rispetto a questo passa una volta di meno al meridiano di ciascun luogo e quindi lo stesso anno tropico contiene un numero di giorni medi esattamente minore di 1 del numero dei giorni siderali. Questa considerazione ci consente di scrivere la relazione che intercorre fra la durata di un giorno medio (24 ore) e quella di un giorno siderale. Si ha

$$\frac{1\ giorno\ medio}{1\ giorno\ siderale} = \frac{366{,}242199}{365{,}242199} = 1 + 0{,}00273791$$

$$\frac{1\ giorno\ siderale}{1\ giorno\ medio} = \frac{365{,}242199}{366{,}242199} = 1 - 0{,}00273043$$

$1\ giorno\ medio = 1\ g.\ s. + 0{,}00273791\ g.\ s. = (24^{h} + 3^{m}56^{s},555)\ tempo\ sid.$

$1\ giorno\ sidereo = 1\ g.\ m. - 0{,}00273043\ g.\ m. = (24^{h} - 3^{m}56^{s},909)\ tempo\ med.$

Questo comporta che ogni giorno le stelle fisse sorgano, culminino, tramontino quasi 4 minuti prima ($3^{m}56^{s},909$) prima del giorno precedente , detta *accelerazione delle stelle.*

32) E' singolare questo numero di 128 anni perché noi sappiamo che la durata vera dell'anno tropico è di 365,242199 giorni, mentre l'anno egizio o giuliano è di 365,25 giorni. La differenza è dunque di 0,007801 di giorno. Si ha quindi che dopo 1/ 0,007801=128,1 anni si aggiunge un giorno in più e conseguentemente l'equinozio di primavera arretra di un giorno. Involontariamente la differenza riscontrata fra Albatenio e Paul avrebbe fornita la durata praticamente esatta dell'anno tropico!

veemente reazione di Lutero: “Quel pazzo (Copernico) vuole rovesciare tutta la scienza dell’astronomia” affermando “ma, secondo le Scritture, Giosuè ordinò al Sole, e non alla terra, di fermarsi”.
Un altro illustre personaggio, Francesco Bacone (Londra 1561-1626), si preoccupava dell’anomalia del calendario vigente affermando che il vero equinozio si era spostato sino al 14 marzo, ma la Chiesa continuava a seguire la pratica stabilita a Nicea e a determinare rigidamente la Pasqua secondo un equinozio arbitrariamente fissato all’epoca del concilio alla data del 21 marzo.
Per settanta anni la Chiesa romana rimase in silenzio. Poi Galileo Galilei (1564-1642) incominciò a scrutare con il suo nuovissimo telescopio pianeti e stelle, giungendo a sostenere pubblicamente l’ipotesi eliocentrica di Copernico nel 1613; due anni dopo quell’atto portò alla denuncia di Galileo e al processo che ne seguì, le cui vicende sono note a tutti. La sua abiura del 22 giugno 1633 della teoria eliocentrica e il comportamento della Chiesa fu uno degli ultimi grandi sforzi del basso Medioevo e ormai dell’Era Nuova di soggiogare la scienza al dogma.
Negli anni immediatamente successivi alla pubblicazione del *De Revolutionibus,* il mondo della scienza si dimostrò più interessato ai problemi della durata dell’anno e delle fasi lunari che non della teoria eliocentrica. L’ora della riforma del calendario era giunta a maturazione.

BIBLIOGRAFIA

1/ AA.VV., *Calendar*, in *Encyclopaedia of Religions and Ethics*, Edimburgh 1910

2/ Bouchet, U., *Hémérologie*, Paris 1868

3/ Brockmann. F.J., *System der Chronologie*, Stuttgart 1883

4/ Cappelli, A., *Cronologia, Cronografia e Calendario Perpetuo*, U. Hoepli Editore, Milano 1998

5/ Cattabiani,A., *Calendario*, Rusconi Libri, Milano 1991

5/ Cicconetti, G., *Trattato di geodesia e topografia*, Vallardi Editore, Milano 1938

6/ Duchesne, L., *La question de la Pasque au concile de Nicée*, in *Revue des questions historiques*, XIV, Paris 1880

7/ Duncan, D.E., *Calendario*, Piemme, Casale Monferrato 1999

8/ *Enciclopedia Italiana*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1949

9/ Fotherigham, J.K., *The calendar*, in *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris,* London 1931-1934

10/ Ginzel, F.K., *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie,* Leipzig 1906-1914

11/ Guenon, R., *Simboli della scienza sacra*, Milano 1975

12/ Gulisano, P., *Colombano, Un Santo per l’Europa,* Ancora, Milano 2007

13/ Hartmann, O.E., *Roemisches Kalendaer*, Leipzig 1906-1914

14/ Ideler, L., *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie*, Berlino 1825-1926

15/ Mommsen, T., *Roemische Chronologie bis auf Caesar,* Berlin 1858

16/ Monti, C., Ferrari da Passano C., Mussio L., *La meridiana solare del Duomo di Milano. Verifica e ripristino nell’anno 1976,* V.F.D., Milano 1977

17/ Monti, C., *Almanacco per l’anno 1984 riferito alle coordinate astronomiche della guglia maggiore del Duomo di Milano*, Bollettino SIFET, n.1, Pavia 1984

18/ Monti, C., *Teoria e costruzione dell’orologio solare a piano verticale e orizzontale,* Riv. Noi Geometri, n.6, 1986, n.1, 2, Milano 1987

19/ Monti, C., *Sul calendario astronomico,* Bollettino SIFET, n.1, Pavia 1994

20/ Monti, C., *II calendario cronologico*, Rivista del Dipartimento del Territorio, n. 1, Roma 1996

21/ Monti, C., *Cos’è il tempo? E’ l’immagine mobile dell’eternità?*, Rivista dell’Agenzia del Territorio, n. 2., Roma 2002

22/ Monti, C., *Gli orologi solari dall’antichità ad oggi: la sperimentazione empirica ed i principi scientifici*, Rivista dell’Agenzia del Territorio, n. 1/ 2008, Roma 2008

23/ Monti, C., *Gli orologi solari: alcune realizzazioni in rapporto ad azimut del Sole, piani di rappresentazione, tipo di ora*, Rivista dell’Agenzia del Territorio, n. 2/ 2008, Roma 2008

24/ Parker, R.A., *The calendars of ancient Egypt*, in *Studies in Ancient Oriental Civilization,* n.26, Univ. of Chicago Press 1950

25/ Rondorf, W., *Sabato e Domenica nella Chiesa antica*, Torino 1979

26/ Santillana, G. de., Dechend, H. von., *Il mulino di Amleto*, Adelphi, Milano 1983

27/ Scaliger, J.J., *De emendatione temporum*, Ginevra 1629

28/ Schram, R., *Kalendariographische und chronologische Tafeln*, Leipzig, 1908

29/ Sethe, K., *Die Zeitrechnung der alten Aegypter*, in Nach. der Gesellsch. der Wissensch. zu Goelligen, Phil.-Hist.Kl., 1919

30/ *The Enciclopaedia Britannica*, Fourteenth edition, The Enc. Brit. Company, LTD, London 1929

31/ *http://it.wikipedia.org/*

32/ Winckler, H., *La cultura spirituale di Babilonia*, Milano 1982

33/ Zimmer, H., *Die Keilinschriften und das Alte Test*., Berlino 1903

Titolo in francese:
Origines et événements du calendrier occidental

Titolo in inglese:
Origins and historical events of western calendar

CARLO MONTI (*)

Origini e vicende del calendario occidentale

DALLA RIFORMA GREGORIANA FINO ALL'ATTUALITA' (2A PARTE)

Gli inizi

Un matematico bavarese, un medico dell'Italia meridionale e un papa di nome Gregorio avrebbero finalmente fatta questa riforma e, cosa ancor più importante, sarebbero riusciti a promulgarla. Già Sisto IV, al secolo Francesco Della Rovere (1471-1484), aveva incaricato di ciò il bavarese Giovanni Johannes Mueller von Koenisberg (1436-1476), latinizzato in Joannes de Regio monte, pseudonimo che fu semplificato in Regiomontanus. Matematico e astronomo di fama, costruì astrolabi per il re di Ungheria Mattia Corbino e per il cardinale Bessarione a Roma, presso cui lavorò dal 1461 al 1465. Nella sua permanenza a Roma costruì una meridiana portatile per Papa Paolo II (1464-1471). In questo periodo scrisse un importante trattato di trigonometria, il *De Triangulis*, di cui scrisse:

"Coloro che intendono studiare queste magnifiche cose, e che si interrogano sul movimento delle stelle, devono leggere questi teoremi sui triangoli. La conoscenza di queste idee aprirà la porta ad alcuni problemi geometrici e a tutti quelli dell'astronomia".

Nel 1475 ritornò nuovamente a Roma, dopo un periodo trascorso alla corte del re d'Ungheria, chiamato da papa Sisto IV per lavorare alla riforma del calendario.

*)Professore Ordinario Politecnico di Milano, BEST-Building Environment Science and Technology, Dipartimento Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito SITECH (Surveying Information Technology for Environment and Cultural Heritage) Piazza Leonardo da Vinci, 32- 20133 Milano, Tel. +39.0223996514 Fax +39.0223996550, e-mail: carlo.monti@polimi.it

Il 6 luglio 1476 morì misteriosamente a Roma non si sa se per peste o per assassinio. Malgrado la giovane età lasciò una imponente produzione scientifica. Domenico Maria Novara da Ferrara, maestro di Copernico, afferma di essere stato allievo di Regiomontanus, affermazione che confermava la stima verso il medesimo. Ovviamente la sua morte bloccò l'auspicata riforma. Nessuno dei tre uomini protagonisti della sistemazione del calendario erano famosi nel senso comune. Il primo era un uomo dell'Italia meridionale, il vero genio di questa operazione. Il secondo era un astronomo gesuita noto perché molto discusso per le sue teorie. Il terzo, di professione giurista, divenuto Papa, ricordato tanto per i suoi successi quanto per i suoi fallimenti. Ognuno di loro contribuì alla riforma, esattamente 1627 anni dopo quella di Giulio Cesare, e dopo tentativi andati a vuoto nell'arco di secoli.

Il primo era Aloysius Lilius, Luigi Lilio, nato a Cirò attorno al 1510 e morto a Roma verso il 1576. Si sa che studiò medicina a Napoli, dove era a servizio del conte Carafa. Dal 1552 fu lettore di medicina all'università di Perugia. Fu il *primus auctor* della riforma gregoriana (assieme al fratello Antonio) e le sue "formule" furono inglobate nel "Compendium novae rationis restituendi kalendarium" (1577) e confluirono nella versione definitiva, preparata dalla commissione per il calendario, con alcune correzioni apportate dal gesuita, matematico e astronomo, Cristoforo Clavio (1538-1612). Lilius, vero artefice della riforma, non ebbe neppure la possibilità di assistere al coronamento dei suoi sforzi, perché morì prima che la sua soluzione potesse essere presentata nel 1576 alla commissione papale a Roma.

Dopo la sua morte, il fratello Antonio, a sua volta un medico esperto di astronomia, presentò il progetto alla commissione per il calendario; questa accolse la soluzione di Lilius come sua proposta principale, ammirandone la semplicità, l'eleganza e la mancanza di contraddizioni. Una bolla di papa Gregorio riconosceva ad Antonio il diritto esclusivo di pubblicare la riforma del calendario e le sue nuove norme per un periodo di dieci anni, vera e propria e non consueta ricompensa, perché assai promettente dal punto di vista economico. Allo scadere dei dieci anni venne revocata quando Antonio dimostrò la propria incapacità a pubblicare un numero sufficiente di copie da far fronte alla domanda, causando un ritardo che per poco non fece fallire la riforma per la sua non sufficiente diffusione.

Il secondo artefice di questa rivoluzione fu il citato gesuita Cristopher Clavius (1538-1612), uomo ombra che, dopo un iniziale scetticismo verso le idee di Lilio, ne sposò la funzionalità e la giustezza e guidò la riforma attraverso le difficoltà sempre presenti nelle controversie scientifiche ed ecclesiastiche, prima e dopo il 1582. Sino alla sua morte, avvenuta nel 1612, Clavius lavorò duramente per difendere ed illustrare il nuovo calendario, rendendo possibile la sua diffusione al di là dello stretto gruppo di paesi che lo avevano sin dall'inizio accettato.

Christopher Clavius

Per i suoi contemporanei, Clavius era uno stimato studioso di matematica e di astronomia, non solo per le sue pubblicazioni fra cui una versione degli "Elementi di Euclide" (1574), ma anche perché aveva firmato alcune traduzioni di originali greci che ebbero notevole diffusione. Fu nominato nel 1579 primo matematico della commissione pontificia per la riforma del calendario giuliano, adottato nel 1582 dai paesi cattolici per ordine di Gregorio XIII e come riconoscimento delle sue attività venne soprannominato "L'Euclide" del XVI secolo". Galileo Galilei si recò da lui nel 1611

a cercare conferma riguardo a sue osservazioni della Luna, del Sole e dei pianeti che aveva compiuto con il suo telescopio. Clavius le dichiarò certo importanti per l'astronomia, ma da sostenitore di Tolomeo, si disse, fra i molti problemi posti da Galileo, in disaccordo con l'esistenza di montagne sulla Luna e - ironia della sorte - uno dei più grandi crateri lunari fu proprio dedicato a Clavius. A lui spettò anche l'onore di avere incisa la propria effigie sulla base della grandiosa statua di Gregorio XIII in San Pietro, la quale mostra un sacerdote che porge al Papa una copia della riforma del calendario.

Il terzo protagonista è Ugo Buoncompagni (1502-1585). Figlio di nobile famiglia romana, divenne un eminente giurista ecclesiastico e anziano ufficiale papale prima di essere designato Papa il 13 maggio e consacrato il 25 maggio 1572, all'età di 70 anni, con il nome di Gregorio XIII. Fra i suoi meriti, quale la riforma del calendario, Gregorio, però, soppresse anche quelle conoscenze che non parevano compatibili con i dogmi della Chiesa, stabilendo tra l'altro un famoso indice dei libri proibiti. Fra questi sarebbe stato compreso anche il *De revolutionibus* di Copernico. Supportò pure gli sforzi militari sostenuti dai sovrani cattolici contro i protestanti, ma l'evento che lo vide connivente fu la reazione al massacro di migliaia di ugonotti perpetrato a Parigi per ordine di Carlo IX di Valois (1550-1574), figlio di Enrico II, su istigazione della madre Caterina de' Medici e dei Guisa durante la notte di san Bartolomeo, 23 agosto 1572, di cui si dice che il neo-eletto Papa, udite le notizie provenienti dalla Francia, abbia ordinato che si intonasse il *Te Deum*, un inno di rendimento di grazie a Dio, decidendo di emettere una medaglia a memoria dell'avvenimento. La conseguenza fu la ripresa delle guerre di religione.

Per contro a Roma Gregorio sostenne grandiosi progetti edilizi.

Fra questi il Collegio Romano di Clavius, di cui si fece carico Gregorio XIII nel suo tentativo di migliorare le università cattoliche. Sul collegio, che precedentemente aveva dovuto lottare per affermarsi, egli profuse fondi e sostegno, anche a causa dei suoi stretti legami con il suo astronomo prediletto, che si occupò particolarmente del miglioramento dei dipartimenti di matematica e di astronomia. L'attenzione del Papa all'erudizione romana giungeva in grave ritardo anche se aveva mostrato un certo zelo per migliorare appunto l'istruzione. Negli anni del suo papato Roma era ancora priva di una significativa tradizione universitaria e culturale. Né i suoi funzionari offrivano sostegno pubblico alle ricerche tecniche o scientifiche, a differenza di città come Firenze, dove i Medici al governo avevano accolto Galileo come matematico di corte nel 1610, o della corte del Sacro Romano Impero, che aveva garantito all'astronomo Tycho Brahe (1546-1601) e poi a Giovanni Keplero (1571-1630) la nomina di consiglieri dell'imperatore Rodolfo II d'Asburgo (1552-1612, re di Boemia nel 1575 e del Sacro Romano Impero dal 1576 al 1612). Certamente la riforma del calendario avveniva in un momento importante sotto tutti i punti di vista e il merito è del "terzetto" citato.

I nomi dei membri della Commissione per la riforma del calendario compaiono nel resoconto finale presentato nel 1581 al Papa. Nove persone firmarono questo rapporto, anche se uno sembra avere avuto soltanto funzioni di testimone.

Ignazio Danti

Due erano esperti matematici e astronomi. Il primo era Clavius, il secondo era il frate domenicano Ignazio Danti (1536-1586). Matematico, astronomo, cartografo, artista, Danti fu invitato nel 1567 a Firenze da Cosimo I de' Medici per sviluppare gli studi matematici e astronomici. Ebbe da Cosimo la carica di cosmografo granducale ed elaborò le carte geografiche che ornano la Sala delle carte a Palazzo Vecchio. Insegnò nelle Università di Bologna e Perugia, dove fece le mappe della città e dintorni. Alla morte di Cosimo succedette Francesco I, col quale i rapporti non furono ottimi. Si trasferì a Roma invitato da Gregorio XIII che lo nominò membro della commissione per la riforma del calendario, ma anche a capo dei pittori per continuare l'opera di decorazioni iniziata e diretta da Raffaello sotto il papato di Leone X. In riconoscimento del suo lavoro Gregorio lo nominò vescovo di Alatri nel 1583 e, successivamente, papa Sisto V (1585-1590) lo richiamò a Roma per la sistemazione del grande obelisco nella piazza del Vaticano.

Fra le sue attività costruì uno strumento per osservare gli equinozi di primavera col quale misurò quelli del 1574 e del 1575. Ottenne una misurazione della lunghezza dell'anno pari a 365 giorni, 5 ore e 48 minuti. Nel periodo bolognese misurò i solstizi del 1576 con un orologio solare approntato nella chiesa di San Petronio. Egli fece uso di questi dati per confermare l'errore del calendario giuliano e il suo spostamento nei confronti del vero anno tropico.

Della riforma e delle spiegazioni della sua necessità ci resta un breve opuscolo pubblicato dalla commissione, intitolato *Compendium novae rationis restituendi kalendarium.* Di questo *Compendium* del piano di Lilio, inviato a vari esperti e a importanti principi, monarchi e prelati perché esprimessero una loro opinione, non si trovò traccia fino al 1981, quando lo storico Gordon Moyer ne trovò non una, ma diverse copie, tutte stampate a Roma nel 1577. L'opuscolo è un breve volume di 24 pagine, con un foglio iniziale che proibisce la vendita o la ristampa del libro "a pena di scomunica".

Le polemiche che si accompagnarono alla riforma riguardavano principalmente la stima della durata dell'anno tropico, da alcuni ritenuta ancora non sufficientemente precisa, così come il calcolo dell'età della Luna (epatta) che tanto ruolo aveva nella determinazione della Pasqua.

Ma Lilio aveva sostenuto saggiamente l'opportunità di una valutazione media della durata dell'anno sulla base delle conoscenze dell'epoca, insistendo sul fatto che la teoria astronomica, nonostante i progressi compiuti, restava ancora incerta. Egli riteneva giustamente che un calendario basato su una teoria astronomica rigorosa sarebbe stato troppo complicato da comprendere per persone che non erano dedite all'astronomia. Applicò quindi il buon senso, che prevalse in commissione, la quale si convinse, d'accordo con lui, che un calendario dovesse essere abbastanza semplice da poter essere compreso e utilizzato da tutti, anche se non regolato sul vero anno. L'importante era che questo con opportune e limitate correzioni fosse in grado di soddisfare le coincidenze fra stagioni e date, così come per gli equinozi e i solstizi.

Lilio scelse dunque un valore per l'anno che si basava su quelle che allora erano le tavole astronomiche più popolari. Si trattava delle già citate Tavole Alfonsine, originariamente scritte nel 1252 e aggiornate nel corso degli anni. Esse presentavano un anno tropicale medio di $365^g\,5^h\,49^m\,16^s = 365^g$, 242546 , mentre l'anno tropico ora conosciuto vale $365^g\,5^h\,48^m\,46^s = 365^g$, 242199. La valutazione era di circa 30 secondi più alta rispetto alla vera lunghezza dell'anno, ma comunque assai vicina.

Una volta che Lilio ebbe determinato il suo anno medio, passò a considerare l'altro problema cruciale della riforma: in quale modo si doveva colmare la differenza che esisteva tra l'anno di Cesare pari a $365^g\,6^h = 365^g$, 25 e il suo anno "vero", approvato in commissione, pari a $365^g\,5^h\,49^m\,16^s = 365^g$, 24255. Significava porre a confronto l'anno "vero" con l'anno giuliano, che risultava più breve in frazione di giorno di 0,25 - 0,24255 = 0.00745. L'anno di Lilio o alfonsino risulta perciò più breve di 10 minuti e 44 secondi. Si ha quindi che dopo $1/0{,}00745 = 134{,}2$ anni si era aggiunto un giorno in più e perciò l'equinozio arretrava di un giorno, il che equivale a un giorno perduto ogni 134 anni circa. A quanto pare, Lilio sperimentò diverse ipotesi per trasformare questo risultato in una semplice formula che consentisse di sopprimere un appropriato numero di giorni dal calendario.

Oggi ben sappiamo che il calcolo corretto è dato da 0,25 - 0,242199 = 0.007801 e quindi il giorno in più si ottiene dopo 1/0,007801 = 128, 19 anni.

Lilio rinunciò alla soluzione fatta propria da Bacone e da altri, di eliminare un giorno ogni 134 anni circa, ma ritenne di trovare un'altra soluzione che non eliminasse la regola giuliana dell'anno bisestile ogni quattro anni, facile da memorizzare, sperando di poter giungere a una soluzione simile e accettabile. Notò che la differenza ammontava a tre giorni in più rispetto al "vero anno" ogni 402 anni (134 anni x 3), arrotondando la cifra a 3 giorni ogni 400 anni, un numero più accessibile, che divenne la base per la regola dell'anno bisestile centenario, che sopprime tre giorni dal calendario ogni quattrocento anni, cancellando per tre volte l'anno bisestile, cosa che è pur valida in leggero difetto prendendo l'anno vero che dà luogo a poco più di un giorno ogni 128 anni e 3 giorni (128x3=384) in poco meno di quattro secoli.

L'anno gregoriano o liliano e quello vero differiscono

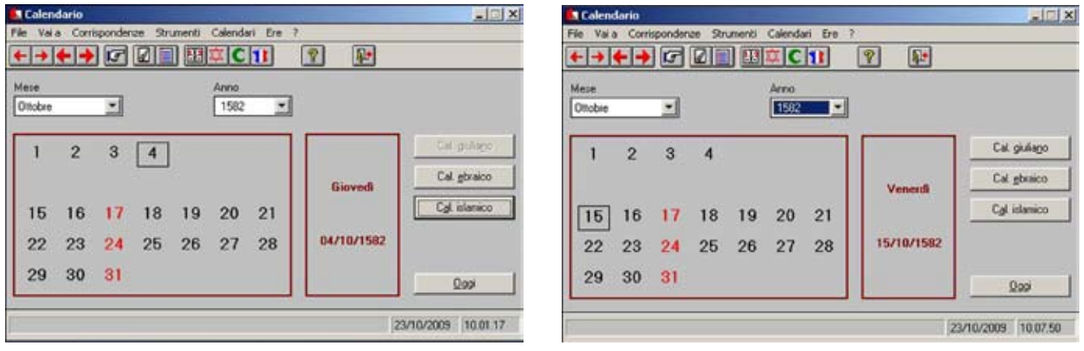
fra loro di 0,24255-0,242199 = 0,000351. Occorrono quindi $1/0{,}000351 = 2849$ anni prima che l'equinozio arretri di un giorno. Avendo a che fare con numeri in parte precisi e in parte approssimati si ha però una buon margine, circa 3000 anni perché l'equinozio calendaristico non corrisponda a quello vero o meglio a quello convenzionale stabilito al 21 marzo.
Lilio propose anche le due ben note opzioni per recuperare i giorni già perduti a causa dello spostamento del calendario giuliano: egli riteneva si dovesse effettuare un taglio di dieci giorni allo scopo di riportare l'equinozio all' epoca del concilio di Nicea. Suggerì di compensare quei giorni o eliminando 10 anni bisestili nel corso di 40 anni, o, più radicalmente, cancellando 10 giorni tutti in una volta.
Lilio, che aveva raccolto le sue proposte in un manoscritto, inizialmente accolto con qualche dubbio, qualche contrasto e qualche resistenza, ben presto divenne la proposta principale della commissione con l'imprimatur di Clavius. Finalmente compreso e apprezzato dagli altri componenti la commissione, fu inviato a vari esperti e il Papa, il 5 gennaio del 1578, pubblicò il *Compendium* del suo manoscritto e lo inviò alle università, ai capi di stato e a importanti prelati perché lo commentassero. La scelta di inviare un compendio, piuttosto che il manoscritto, assai più lungo, si proponeva di risparmiare tempo.
Consentì inoltre al comitato del calendario di aggiungere le proprie osservazioni e i propri emendamenti, che, secondo quanto Clavius affermò successivamente, furono di minima entità. Il *Compendium* di 20 pagine venne compilato da Pedro Chacon, spagnolo, che nella commissione ebbe un ruolo di consigliere sulle questioni della Pasqua e sulle discussioni su di essa nei secoli.
La riforma suscitò proposte alternative, a volte bizzarre, ma certamente colpì tutti per la sua evidente soluzione ad un annoso problema. Per citare un esempio del tipo di osservazioni al nuovo calendario è quello curioso rappresentato da una breve lettera di Filippo II di Spagna, firmata con uno sgargiante *El Rey,* in cui approvava il progetto, ma insisteva sul fatto che l'equinozio dovesse cadere il giorno 21 di marzo, sia per riguardo a quanto deciso al concilio di Nicea, sia anche per la pratica ragione che si sarebbe risparmiata un'ingente spesa se la data non fosse stata modificata nei libri delle messe e nei breviari.
Le lamentele di molti astronomi e altri scienziati proseguirono per i decenni successivi, mentre il calendario andava affermandosi. Però il conforto alla validità del calendario gregoriano venne da due dei maggiori astronomi del tempo: Tycho Brahe e Giovanni Keplero. Entrambi consideravano la riforma scientificamente corretta, e la valutavano la migliore che avessero mai visto. Brahe sin dall'inizio datò le sue lettere utilizzando il nuovo calendario e Keplero in un articolo postumo, illustrò le proprie argomentazioni in forma di dialogo tra un cancelliere protestante, un predicatore cattolico e un esperto matematico. Alla fine concludeva che la Pasqua, che tanto sconcerto stava creando tra gli oppositori e i fautori di modifiche al calendario, "è una festa e non un pianeta"!

Il varo ufficiale della riforma

Il 14 settembre del 1580 la Commissione presentò a Gregorio XIII il suo rapporto ufficiale, in cui erano ampiamente rispettate le soluzioni di Luigi Lilio. Vi aggiunsero una clausola volta a fissare il giorno di capodanno al 1° gennaio, data già utilizzata da Giulio Cesare.
Gregorio approvò il progetto, al quale si stabilì si dovesse dare esecuzione nell'ottobre del 1581, poiché ottobre era il mese con il minor numero di festività religiose.
La bolla papale fu scritta nell'autunno del 1581, per la maggior parte a opera del citato Pedro Chacon, che morì senza completarla e fu proseguita da Vincenzo di Lauri, altro membro della commissione. Il 24 febbraio del 1582, l'ottantenne papa Gregorio XIII emanò la bolla che avrebbe fatto di quell'anno l'ultimo del calendario di Cesare.
Il 10 marzo il testo venne affisso alle porte della basilica di San Pietro, alla cancelleria di Roma, e in altri luoghi della città. Copie della bolla, stampate insieme al nuovo calendario perpetuo e ai fondamenti del nuovo sistema, vennero inviate attraverso i nunzi papali a tutti i paesi cattolici: tutto era pronto per una nuova era calendaristica che sarebbe stata chiamata con il nome del Papa che aveva reso possibile questa trasformazione. Dall'anno 325, Concilio di Nicea, al 1582 erano trascorsi 1257 anni e quindi l'equinozio di primavera era arretrato, in cifra tonda, di 10 giorni secondo la determinazione dell'anno tropico adottato da Lilio rispetto a quello giuliano che, come visto, dava un anticipo di 3 giorni in circa 400 anni.
La riforma gregoriana si compose di due parti: con la prima si ristabiliva la data del 21 marzo per l'equinozio di primavera come era al tempo del Concilio di Nicea e ciò si ottenne con un decreto che fissava l'indomani del 4 ottobre come 15 ottobre; con la seconda si eliminava per l'avvenire l'inconveniente dello slittamento della data dell'equinozio di primavera. Siccome il periodo liliano prima calcolato entra quasi esattamente tre volte in 400 anni giuliani, con la regola giuliana venivano ad aggiungersi tre giorni in 4 secoli.
Si stabilì allora che a ogni periodo di 400 anni giuliani fossero tolti 3 bisesti riducendoli ad anni comuni e poichè nel calendario giuliano gli anni bisestili erano

quelli in cui il numero contato dall'Era Cristiana era divisibile per 4, anche gli anni secolari erano bisestili; pertanto con la riforma di Gregorio XIII gli anni bisestili rimasero gli stessi degli anni giuliani ad eccezione di quelli secolari, tranne quelli il cui numero di secolo fosse divisibile per 4.
Dopo la riforma del 1582 l'anno 1600 rimase bisestile, mentre il 1700, il 1800, il 1900 furono comuni nel calendario gregoriano, ma bisestili in quello giuliano. Pertanto tra il 1582 e il 1700 la differenza tra il calendario giuliano e quello gregoriano rimase di 10 giorni; tra il 1700 e il 1800 divenne di 11, quindi di 12 fra il 1800 e il 1900 per rimanere poi di 13 giorni tra il 1900 e il 2100.
Attualmente quindi il calendario gregoriano avanza su quello giuliano di 13 giorni. La soppressione del bisesto negli anni centenari non multipli di 400 fu detta ***equazione solare***. Come si vede nelle figure sottostanti[1] pur saltando i 10 giorni con la riforma fu conservata la successione dei giorni della settimana. La riforma del calendario si era proposta dunque due scopi: l'uno era quello di riportare l'equinozio di primavera al 21 marzo; l'altro di coordinare l'anno lunare all'anno solare, in modo da poter determinare con sufficiente esattezza la data della Pasqua. Ecco in breve le regole pratiche, cui conduce il meccanismo ideato dal Lilio per raggiungere, per mezzo di epatte, questo scopo. Essendo l'anno lunare di 354 giorni circa (29,53 x 12), l'anno comune solare di 365, la differenza di 11 giorni è l'età della Luna media al principio del secondo anno, se la luna nuova è caduta al principio del primo anno (0 gennaio). In questo caso 11 è l'epatta del secondo anno. L'epatta del terzo è 11+ 11, cioè 22; quella del quarto sarebbe 33, ma, siccome s'intercala un intero mese di 30 giorni, si riduce a 3. E così per gli anni seguenti si trovano le epatte: 14, 25, 6 (cioè 36), 17, 28, 9 (cioè 39), ecc. Ma la riforma gregoriana ha introdotto, a partire dall'anno 550 dell'era cristiana, una correzione (la sopra citata *equazione lunare*), la quale consiste nell'aggiunta d'un giorno alle epatte dei singoli anni d'un ciclo metoniano. Questa correzione porta di conseguenza che, per il calcolo delle epatte, non vale la semplice legge periodica dianzi accennata, bensì un procedimento che varia lievemente per periodi secolari, come viene specificato più avanti. Precisamente per trovare l'epatta d'un anno, se ne trova anzitutto il cosiddetto *numero aureo* (vale a dire quello che a codesto anno spetta nella successione del suo ciclo metonico e che si ottiene aumentando di 1 il resto della divisione dell'anno in questione per 19 e poi, indicato con *A* questo numero, si calcola il resto della divisione per 30 di 11x (A - 1). Chiamato *R* questo resto, l'epatta, che denoteremo con *E,* si calcola secondo la tabella seguente:

dal	550	al 799	→	E = R + 8
dall'	800	al 1099	→	E = R + 9
dal	1100	al 1399	→	E = R + 10
dal	1400	al 1582	→	E = R + 11
dal	1583	al 1699	→	E = R + 1
dal	1700	al 1899	→	E = R
dal	1900	al 2099	→	E = R - 1



Calendario gregoriano. Il mese della riforma. La prima figura è relativa al calendario giuliano al 4 ottobre 1582. La seconda figura è relativa al calendario gregoriano al 4 ottobre 1582, ovvero 15 ottobre, venerdì

[1] Ottenute da programma allegato al volume, A. Cappelli, Cronologia, Cronografia e Calendario perpetuo, 7° ed., Hoepli, Milano 1998

Trovata l'epatta d'un anno, ecco come si procede praticamente per trovare tutti i noviluni (e quindi anche le altre fasi lunari) di quell'anno.
Nel calendario gregoriano perpetuo, a fianco d'ogni giorno, a partire dal 1° gennaio, sono segnati i primi trenta numeri, ma in ordine decrescente (e scritti in cifre romane): cioè di fronte al 1° gennaio è posto XXX , di fianco al 2 gennaio è posto XXIX, e così, via, fino ad I, dopo di che si ricomincia col XXX . Siccome al primo gennaio sono passati dall' ultimo novilunio tanti giorni quante sono le unità dell'epatta dell'anno che si considera, così il primo novilunio si farà in quel giorno, di fronte al quale risulta segnata, in cifre romane, l'epatta di quell'anno. Ad es., per il 2006, come si può vedere più avanti, il primo novilunio si è avuto nel giorno di fronte a cui sta scritto teoricamente 0, ovvero lo 0 gennaio, che nel calendario comune corrisponde al 31 dicembre. E poiché tutto ciò si può ripetere per ciascuna lunazione successiva, anche tutti gli altri noviluni dell'anno cadranno precisamente in quei giorni accanto ai quali ricompare periodicamente l'epatta dell'anno.

Solo bisogna aggiungere che, siccome le 12 lunazioni di ciascun anno sono alternativamente di 30 giorni (piene) e di 29 (cave), è stato necessario assegnare, ogni due mesi lunari, due epatte a uno stesso giorno: queste epatte sono la XXV e la XXIV, e i giorni dell'anno con doppia epatta sono: il 5 febbraio, il 5 aprile, il 3 giugno, il 1° agosto, il 29 settembre e il 27 novembre.
Trovati i noviluni, le altre fasi lunari si otterranno aggiungendo alle date dei noviluni i numeri 7 (primo quarto), 14 (luna piena), 21 (ultimo quarto).
Importa infine avvertire che i noviluni ottenuti nel modo dianzi indicato non sono che approssimati e possono differire dai noviluni astronomici, dati dalle effemeridi, di 1 giorno o di 2 o anche di 3. Questa divergenza è dovuta al fatto che nel calcolo delle epatte si attribuisce alla Luna un moto medio, che non risponde alla realtà e anche il mese medio, pari a 29,53 giorni circa fornirebbe, diviso per 4, un valore di 7,38 giorni. Vediamo nelle due tabelle seguenti, che valgono in generale, quanto detto per il 2006, 2010,… e il 2008, 2012,… i primi anni normali, i secondi bisestili.

2006

GIORNO	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
1	XXX	XXIX	XXX	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV, XXIV	XXIII	XXII	XXI	XX
2	XXIX	XXVIII	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXII	XXI	XX	XIX
3	XXVIII	XXVII	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV	XXII	XXI	XX	XIX	XVIII
4	XXVII	XXVI	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XX	XIX	XVIII	XVII
5	XXVI	XXV, XXIV	XXVI	XXV,XXIV	XXIV	XXII	XXII	XX	XIX	XVIII	XVII	XVI
6	XXV	XXIII	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XXI	XIX	XVIII	XVII	XVI	XV
7	XXIV	XXII	XXIV	XXII	XXII	XX	XX	XVIII	XVII	XVI	XV	XIV
8	XXIII	XXI	XXIII	XXI	XXI	XIX	XIX	XVII	XVI	XV	XIV	XIII
9	XXII	XX	XXII	XX	XX	XVIII	XVIII	XVI	XV	XIV	XIII	XII
10	XXI	XIX	XXI	XIX	XIX	XVII	XVII	XV	XIV	XIII	XII	XI
11	XX	XVIII	XX	XVIII	XVIII	XVI	XVI	XIV	XIII	XII	XI	X
12	XIX	XVII	XIX	XVII	XVII	XV	XV	XIII	XII	XI	X	IX
13	XVIII	XVI	XVIII	XVI	XVI	XIV	XIV	XII	XI	X	IX	VIII
14	XVII	XV	XVII	XV	XV	XIII	XIII	XI	X	IX	VIII	VII
15	XVI	XIV	XVI	XIV	XIV	XII	XII	X	IX	VIII	VII	VI
16	XV	XIII	XV	XIII	XIII	XI	XI	IX	VIII	VII	VI	V
17	XIV	XII	XIV	XII	XII	X	X	VIII	VII	VI	V	IV
18	XIII	XI	XIII	XI	XI	IX	IX	VII	VI	V	IV	III
19	XII	X	XII	X	X	VIII	VIII	VI	V	IV	III	II
20	XI	IX	XI	IX	IX	VII	VII	V	IV	III	II	I
21	X	VIII	X	VIII	VIII	VI	VI	IV	III	II	I	XXX
22	IX	VII	IX	VII	VII	V	V	III	II	I	XXX	XXIX
23	VIII	VI	VIII	VI	VI	IV	IV	II	I	XXX	XXIX	XXVIII
24	VII	V	VII	V	V	III	III	I	XXX	XXIX	XXVIII	XXVII
25	VI	IV	VI	IV	IV	II	II	XXX	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI
26	V	III	V	III	III	I	I	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV
27	IV	II	IV	II	II	XXX	XXX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV
28	III	I	III	I	I	XXIX	XXIX	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXIII
29	II		II	XXX	XXX	XXVIII	XXVIII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV	XXII	XXII
30	I		I	XXIX	XXIX	XXVII	XXVII	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XXI
31	XXX		XXX		XXVIII		XXVI	XXIV		XXII		XX

1- Quando sarà Luna piena nell'ottobre 2006 (anno non bisestile)?
Calcolo di A:
2006:19 uguale 105 con resto 11, che va aumentato di 1 per ottenere A. Quindi A = 12.
R è dato dal resto di 11(A – 1) /30 che risulta = 1 e quindi R=1. L'epatta E = R – 1 = 0 secondo la tabella di cui sopra.
Pertanto il novilunio in ottobre cadrà quando nel conteggio suddetto del calendario perpetuo il numero romano decrescente coinciderà col numero precedente a XXX, cioè I. In questo caso I capita il 22 ottobre e quindi la Luna piena sarà 14 giorni prima e cioè il 7 ottobre (Astronomicamente, a Milano, 7.10.2006, 5^h 13^m) [2]

2- Quando sarà Luna piena nell'ottobre 2010 (anno non bisestile)?
2010:19 uguale 105 con resto 15, che va aumentato di 1 per ottenere A. Quindi A = 16.
R è dato dal resto di 11(A – 1) /30 che risulta = 15 e quindi R=15. L'epatta E = R – 1 = 14 secondo la tabella di cui sopra.
Pertanto il novilunio in ottobre cadrà quando nel conteggio suddetto del calendario perpetuo il numero romano decrescente coinciderà col numero precedente a XIV, cioè XV. In questo caso XV capita l'8 ottobre e quindi la Luna piena sarà 14 giorni dopo e cioè il 22 ottobre (Astronomicamente, a Milano, 23.10.2006, 3^h 36^m)[3]

2008

GIORNO	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
1	XXX	XXIX	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXII	XXI	XX	XIX
2	XXIX	XXVIII	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV	XXII	XXI	XX	XIX	XVIII
3	XXVIII	XXVII	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XX	XIX	XVIII	XVII
4	XXVII	XXVI	XXVI	XXV, XXIV	XXIV	XXII	XXII	XX	XIX	XVIII	XVII	XVI
5	XXVI	XXV, XXIV	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XXI	XIX	XVIII	XVII	XVI	XV
6	XXV	XXIII	XXIV	XXII	XXII	XX	XX	XVIII	XVII	XVI	XV	XIV
7	XXIV	XXII	XXIII	XXI	XXI	XIX	XIX	XVII	XVI	XV	XIV	XIII
8	XXIII	XXI	XXII	XX	XX	XVIII	XVIII	XVI	XV	XIV	XIII	XII
9	XXII	XX	XXI	XIX	XIX	XVII	XVII	XV	XIV	XIII	XII	XI
10	XXI	XIX	XX	XVIII	XVIII	XVI	XVI	XIV	XIII	XII	XI	X
11	XX	XVIII	XIX	XVII	XVII	XV	XV	XIII	XII	XI	X	IX
12	XIX	XVII	XVIII	XVI	XVI	XIV	XIV	XII	XI	X	IX	VIII
13	XVIII	XVI	XVII	XV	XV	XIII	XIII	XI	X	IX	VIII	VII
14	XVII	XV	XVI	XIV	XIV	XII	XII	X	IX	VIII	VII	VI
15	XVI	XIV	XV	XIII	XIII	XI	XI	IX	VIII	VII	VI	V
16	XV	XIII	XIV	XII	XII	X	X	VIII	VII	VI	V	IV
17	XIV	XII	XIII	XI	XI	IX	IX	VII	VI	V	IV	III
18	XIII	XI	XII	X	X	VIII	VIII	VI	V	IV	III	II
19	XII	X	XI	IX	IX	VII	VII	V	IV	III	II	I
20	XI	IX	X	VIII	VIII	VI	VI	IV	III	II	I	XXX
21	X	VIII	IX	VII	VII	V	V	III	II	I	XXX	XXIX
22	IX	VII	VIII	VI	VI	IV	IV	II	I	XXX	XXIX	XXVIII
23	VIII	VI	VII	V	V	III	III	I	XXX	XXIX	XXVIII	XXVII
24	VII	V	VI	IV	IV	II	II	XXX	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI
25	VI	IV	V	III	III	I	I	XXIX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV
26	V	III	IV	II	II	XXX	XXX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV
27	IV	II	III	I	I	XXIX	XXIX	XXVII	XXVI	XXV	XXIII	XXIII
28	III	I	II	XXX	XXX	XXVIII	XXVIII	XXVI	XXV, XXIV	XXIV	XXII	XXII
29	II	XXX	I	XXIX	XXIX	XXVII	XXVII	XXV	XXIII	XXIII	XXI	XXI
30	I		XXX	XXVIII	XXVII	XXVI	XXVI	XXIV	XXII	XXII	XX	XX
31	XXX		XXIX		XXVII		XXV, XXIV	XXIII		XXI		XIX

[2] Vedi: http://www.marcomenichelli.it/fasilunari.asp
[3] Vedi: http://www.marcomenichelli.it/fasilunari.asp

Quando sarà Luna piena nel giugno 2008 (anno bisestile)?
Calcolo di A:
1- 2008:19 uguale 105 con resto 13, che va aumentato di 1 per ottenere A. Quindi A = 14.
R è dato dal resto di 11(A – 1) /30 che risulta = 23
L'epatta E = R – 1 = 22 secondo la tabella di cui sopra.
Pertanto il novilunio in giugno cadrà quando nel conteggio suddetto del calendario perpetuo il numero romano decrescente coinciderà col numero precedente a XXII, cioè il 5 giugno. In questo caso la Luna piena sarà 14 giorni dopo e cioè il 19 (Astronomicamente, a Milano, 18.10.2006, $19^h\ 30^m$)

2- Quando sarà Luna piena nell'ottobre 2012 (anno non bisestile)?
2012:19 uguale 105 con resto 17, che va aumentato di 1 per ottenere A. Quindi A = 18.
R è dato dal resto di 11(A – 1) /30 che risulta = 7 e quindi R=7. L'epatta E = R – 1 = 6 secondo la tabella di cui sopra.
Pertanto il novilunio in giugno cadrà quando nel conteggio suddetto del calendario perpetuo il numero romano decrescente coinciderà col numero precedente a VI, cioè VII. In questo caso VII capita il 19 giugno e quindi la Luna piena sarà 14 giorni prima e cioè il 5 giugno (Astronomicamente, a Milano, 4.06.2006, $13^h\ 11^m$).
A titolo di curiosità, che fase lunare si aveva il giorno della battaglia di Lepanto, fattore che giocò un ruolo importante nella battaglia stessa, avvenuta il 7 ottobre 1571?
Seguendo la stessa prassi si ottiene: A = 14, R = 23, E = R + 11 = 34, cioè 4. Il numero romano decrescente uguale ad E corrisponde al 19 ottobre e quindi la luna piena era il 5 ottobre (Astronomicamente, ad Athene, 3.10.1571, $8^h\ 40^m$).
Per gli scopi dei calcoli fondati sull'uso delle epatte, che è quello di fornire un metodo rapido per determinare con approssimazione le fasi lunari, e soprattutto il plenilunio pasquale, le divergenze di 1 o 2 o 3 giorni, per i motivi che abbiamo detto più sopra, non hanno grande importanza, anche se, oggigiorno, è possibile calcolare con precisione le fasi lunari astronomiche per una data e un luogo.
Abbiamo prima visto come si calcola l'epatta, come la Pasqua sia legata al ciclo lunare e questo al ciclo metoniano. Ai tempi di Gregorio XIII, per quanto riguarda la Luna, si vede che il termine pasquale anticipava di un giorno ogni 312 anni e mezzo sulla data calcolata in base al numero d'oro e in tale periodo l'anticipazione era già di 3 giorni. Il termine pasquale, considerata esatta per l'anno 550 la sua determinazione per mezzo del numero d'oro già visto, doveva dapprima essere corretto dal calendario giuliano con la diminuzione di un giorno ogni 312 anni e mezzo, che fu detta ***equazione lunare.***

In realtà il periodo esatto di 235 lunazioni è 235×29.530588=6939 giorni, 16 ore, 31 minuti. La differenza rispetto al ciclo mitoneo dell'anno giuliano (365.25×19=6939.75=6939 giorni, 18 ore) comporta una differenza di un'ora e 29 minuti che somma a un giorno ogni 308 anni.
Il termine pasquale fu quindi diminuito di 3 giorni nel 1582 e poi ancora nel 1800 di un giorno e così via ogni 300 anni (trascurando 12.5 anni), cosicchè l'arretramento avverrà nel 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600 e 3900. Il successivo arretramento avverrà dopo 400 anni, ovvero nel 4300, per recuperare in 8 cicli i 12.5 anni trascurati. In seguito tutto riprenderà in modo uguale. L'arretramento è perciò di 8 giorni in 2500 anni (in realtà, per quanto visto sopra, il periodo giusto sarebbe di 8×308=2464 anni).
Anche per il calendario gregoriano, come per quello giuliano, come abbiamo già visto, uno degli usi principali è la determinazione della data di Pasqua, in accordo con quanto stabilito al Concilio di Nicea[4], sotto queste precise condizioni, che val la pena di riprendere:

1- la Pasqua deve essere celebrata di domenica;
2- questa domenica deve *essere successiva* alla quattordicesima lunazione e se questa avviene di domenica la Pasqua deve essere celebrata la domenica successiva perché non avvenga nello stesso giorno della Pasqua ebraica;
3- il termine pasquale, ovvero la quattordicesima luna del primo mese (Nisān) del calendario lunare ebraico, può al minimo capitare all'equinozio di primavera;
4- questo è invariabile e fissato il 21 marzo.

4) Per l'esattezza, le regole che vengono attribuite al Concilio di Nicea, non risalgono ad esso, se non in parte

Queste regole tengono conto delle tavole della Luna piena determinate dalla epatta, come visto sopra.
Le fasi lunari regolate dall'epatta si dicono pertanto *lunazioni ecclesiastiche* per distinguerle da quelle vere astronomiche; inoltre l'epatta non si riferisce al momento preciso in cui si ha la *luna nuova* ovvero la *congiunzione* del Sole con la Luna, ma al momento in cui si comincia a vedere la falce lunare, il che avviene circa 40 ore dopo il momento della loro congiunzione. Questo momento é il *primo* della lunazione ecclesiastica.
Ecco quindi che per ottenere il giorno del plenilunio si aggiungono 13 giorni a quello del novilunio perché esso cada nel 14° giorno.
Le tavole dell'epatta, combinate con quella della *Lettera Dominicale* (lettera alfabetica che serve a trovare in quali giorni dell'anno cadono le domeniche, dato un Calendario perpetuo) consentono di calcolare la Pasqua in modo immediato. Si rimanda a un qualsiasi testo di Calendario Perpetuo o di astronomia applicata la consultazione di queste Tavole.
Per determinare invece il termine pasquale massimo occorre fare alcune considerazioni alla luce di quanto ora visto e detto per l'epatta.
Se la quattordicesima lunazione cade il 21 di marzo la nuova Luna cade l'8 in quanto 21-13 = 8 e dunque la Luna pasquale non può essere prima dell'8. Se supponiamo che la nuova Luna sia invece il 7 allora la Luna piena arriverà il 20 ovvero il giorno prima dell'equinozio. La Luna seguente sarà quella pasquale.
Ma la quattordicesima lunazione di questa Luna cadrà al più tardi il 18 di aprile, ovvero 29 giorni dopo il 20 di marzo. Questo a causa del fatto che c'é la doppia epatta che cade il 5 aprile e che quindi questo mese lunare é cavo e perciò di 29 giorni, in accordo con quanto sopra detto.
Riassumendo quindi con queste condizioni *il termine pasquale non può accadere prima del 21 marzo* e di conseguenza il primo giorno possibile di Pasqua è il ***22 marzo***, così come non può avvenire più tardi del 18 aprile e quindi *l'ultima data possibile della Pasqua è il* ***25 aprile***, come del resto già detto per il calendario giuliano.

Il calendario gregoriano e la data della Pasqua.
Con la riforma gregoriana per l'effetto combinato dell'equazione solare (soppressione dei bisesti secolari) e di quella lunare, il termine pasquale a partire dal 15 ottobre 1582 subì un effettivo aumento di 7 giorni, si mantenne invariato nel passare per il 1600 per l'assenza di entrambe le equazioni, divenne di 8 giorni nel passare per il 1700 per l'equazione solare, si mantenne ancora inalterato nel 1800 per l'intervento di entrambe le equazioni, divenne di 9 giorni per il 1900 e pure lo è per il 2000 per l'assenza di entrambe e nel 2100 per la presenza di entrambe, per passare poi a 10 giorni dal 2200 e così via.
Il termine pasquale poi deve sempre essere ricondotto tra i termini del 21 marzo e del 18 aprile con l'aggiunta o la soppressione di 30 giorni. Ad esempio, per il periodo 1900-2199, si ha:

NUMERI D'ORO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
TERMINI PASQUALI
45 34 23 42 31 49* 39 28 47 36 25 44 33 22 41 30 48* 38 27

dove con l'asterisco si sono indicate due date che in realtà corrisponderebbero rispettivamente al 50 marzo e al 49 marzo; la prima risulterebbe fuori termine (50 marzo=19 aprile, diminuita di 30 giorni=20 marzo); la seconda a una data già impiegata, impossibile nel ciclo mitoneo.

Come già fatto per il calendario giuliano, vediamo come si calcola il giorno della settimana nel calendario gregoriano per una data qualsiasi.
n=numero che denota l'anno
(*n*-1):4=a (quoziente intero per difetto)
(*n*-1):100=b (quoziente intero per difetto)
(*n*-1):400=c (quoziente intero per difetto)
d=n° dei giorni dall'inizio dell'anno alla data cercata
resto di (*n*+*a*-*b*+*c*+*d*):7=giorno della settimana (1=domenica, 0=sabato).

Ad esempio, il 7 marzo 2007 gregoriano era:
2006:4=a=501
2006:100=b=20
2006:400=c=5
d=31+28+7=66
resto di (2007+501-20+5+66=2559):7=365,5714, ovvero, moltiplicando la parte intera 365x7=2555, si vede che il resto è 4, cioè mercoledì.
Il termine pasquale, per il 2007, vale:
resto di (n+1):19 da per resto 13, cui corrisponde il termine pasquale 33.
Perciò la Pasqua cadrà nella domenica successiva al 33 marzo, ovvero al 2 aprile che è un lunedì. La successiva domenica è Pasqua, cioè l'8 aprile 2007.

Ricordando la tabella di corrispondenza tra i numeri d'oro dall'1 al 19 e i termini pasquali espressi in date di marzo prima della riforma gregoriana, vista in precedenza e qui riportata nuovamente, si ha:

NUMERI D'ORO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1
TERMINI PASQUALI
36 25 44 33 22 41 30 49 38 27 46 35 24 43 32 21 40 29 48 36

Come si vede il termine pasquale nel calendario giuliano è anticipato di 9 giorni essendo il 2007 compreso fra il 1900 e il 2199.
Prendendo la data del 7 marzo per entrambi i calendari (giuliano e gregoriano) vediamo qualche esempio di calcolo della Pasqua a partire dalla riforma gregoriana fra Pasqua cattolica e Pasqua ortodossa, che segue ancora il calendario giuliano[5]. Per inciso il 7 marzo 2007 gregoriano corrisponde al 22 febbraio 2007 giuliano.

Esempio 1
Nel calendario giuliano, come visto, il 7 marzo 2007 è di martedì e perciò le domeniche cadono il 12, 19, 26, 33, 40, 47 marzo.
Il termine pasquale giuliano per il 2007 è dunque:
2008:19 resto 13, numero d'oro. Il termine pasquale è 24 corrispondente al 24 marzo. La Pasqua è perciò il 26 marzo nel calendario giuliano, che corrisponde all'8 aprile 2007 nel calendario gregoriano.
Nel 2007 le Pasque coincidono.

Esempio 2
Nel calendario giuliano, il 7 marzo 2010 è di sabato e perciò le domeniche successive cadono il 8, 15, 22, 29, 36 marzo.
Il termine pasquale giuliano per il 2010 è dunque:
2011:19 resto 16, numero d'oro. Il termine pasquale è 21 corrispondente al 21 marzo, che è sabato. La Pasqua è perciò il 22 marzo nel calendario giuliano, che corrisponde al 4 aprile 2010 nel calendario gregoriano.
Il 7 marzo 2010 gregoriano è, con la regola vista sopra, domenica.
Le domeniche successive saranno: 14, 21, 28, 35, 42 marzo.
Il termine pasquale, per il 2010, vale:
2011:19, resto 16, numero d'oro. Il termine pasquale è 30 e perciò la Pasqua cade il 35 marzo, cioè il 4 aprile.
Nel 2010 le Pasque coincidono.

Esempio 3
Nel calendario giuliano, il 7 marzo 2012 è di martedì e perciò le domeniche successive cadono il 12, 19, 26, 33 marzo.
Il termine pasquale giuliano per il 2012 è:
2013:19 resto 18, numero d'oro. Il termine pasquale è 29 corrispondente al 29 marzo, che è mercoledì. La Pasqua è perciò il 2 aprile nel calendario giuliano, che corrisponde al 15 aprile 2012 nel calendario gregoriano.
Il 7 marzo 2012 gregoriano è mercoledì.
Le domeniche successive saranno: 11, 18, 25, 32, 39 marzo.
Il termine pasquale, per il 2012, vale:
resto di 2013:19 resto 18, numero d'oro. Il termine pasquale è 38 e perciò la Pasqua cade il 39 marzo, cioè Domenica 8 aprile.
Nel 2012 la Pasqua cattolica è Domenica 8 aprile quella ortodossa Domenica 15 aprile.

Esempio 4
Nel calendario giuliano, il 7 marzo 2013 è di mercoledì e perciò le domeniche successive cadono l'11, 18, 25, 32, 39, 46, 53 marzo.
Il termine pasquale giuliano per il 2013 è:
2014:19 resto 0. In questo caso, quando il ciclo di Metone entra esattamente nell'anno più uno, il numero d'oro vale 19, cioè coincide col ciclo.
Il termine pasquale è 48 corrispondente al 17 aprile, che è martedì. La Pasqua è perciò il 22 aprile (53 marzo) nel calendario giuliano, che corrisponde al 5 maggio 2013 nel calendario gregoriano.
Il 7 marzo 2013 gregoriano è giovedì.
Le domeniche successive saranno: 10, 17, 24, 31, 38 marzo.
Il termine pasquale, per il 2013, vale:
2014:19 resto 0, numero d'oro 19.
Il termine pasquale è 27 e perciò la Pasqua cade domenica 31 marzo.

[5] Su Google, alla voce, *calcolo pasqua ortodossa*, si possono trovare programmi che risolvono il problema

Nel 2013 la Pasqua cattolica è Domenica 31 marzo e quella ortodossa Domenica 5 maggio.

Si ricorda ancora che l'Era Cristiana inizia con l'anno 1 d.C. (o A.D., Annus Domini); l'anno immediatamente precedente è l'1 a.C.. Per gli scopi astronomici l'anno che precede l'1 d.C. è designato come anno 0; gli anni a.C. sono negativi. L'anno -1 astronomico equivale al 2 a.C. In astronomia l'epoca fondamentale1900 AD (*Anno Domini*), gennaio 0, 12^h ET (*Ephemeris Time*), è il JED (*Julian Ephemeris Day*) pari a 2415020,0 giorni con inizio convenzionle al 1° gennaio 4713 BC (Before Christ), 12^h Greenwich.

La soppressione dei dieci giorni e l'adozione del nuovo calendario
La soppressione dei dieci giorni non fu indolore. Tutti coloro che dopo il 4 ottobre, giovedì, sapevano sarebbe succeduto il 5 ottobre, venerdì, si trovarono sì il venerdì, ma del 15 ottobre, che sarebbe dovuto essere un lunedì! A Francoforte una folla si rivoltò contro il Papa e quei matematici, che - urlavano i rivoltosi - avevano cospirato per mettere in atto questo "furto" che vanificava il giorno di devozione ai propri santi e quindi il valore stesso delle preghiere.
Il fatto del buco di 10 giorni non poteva non avere conseguenze. Basti pensare ai banchieri che avrebbero dovuto (voluto?) calcolare interessi su un mese di 21 giorni, ai salari mensili ridotti di un terzo, la mancata esazione delle tasse per quel periodo, alle scadenze dei debiti che erano anticipate, ai sacerdoti che si vedevano santi e festività soppresse, nati non nati, sposati non sposati e via per molti altri casi.
La situazione, nell'ottobre 1582, era in realtà ancora più confusa, giacché soltanto alcuni paesi emanarono la riforma, molti altri continuarono come nulla fosse accaduto.
Se la riforma fosse avvenuta cent'anni prima probabilmente avrebbe avuto un impatto diverso, vista l'unità della chiesa cattolica, ma la situazione politica e religiosa era radicalmente cambiata. L'eresia protestante, l'inquisizione per combatterla, la vicenda emblematica di Galileo e altri che non si inchinavano alle politiche di Roma riguardo alla natura dell'universo, il massacro della notte di san Bartolomeo a Parigi, l'attacco, sostenuto dalla gerarchia cattolica, guidata da Filippo II (1527-1598), strenuo difensore del cattolicesimo, re di Spagna dal 1556, che si impegnò a farlo trionfare con le armi[6]. Egli introdusse l'inquisizione nelle Fiandre, che fondamentalmente calviniste, si ribellarono proclamando l'indipendenza nel 1581, da cui una guerra lacerante. Nel 1580 unificata la penisola iberica con l'incorporazione del Portogallo si lanciò nell'avventura della guerra all'Inghilterra protestante. L'impresa si risolse con una sconfitta e con la distruzione della flotta l'*Invencible Armada* (1588). La campagna di terrore messa in atto dalle truppe spagnole contro i protestanti olandesi e il terrorismo dell'Inghilterra contro i cattolici d'Irlanda, oltre alle dichiarazioni di indipendenza da parte di città e di stati protestanti in Germania e nell'Europa centrale non favorirono certo l'introduzione di un nuovo calendario promulgato dal papa della chiesa di Roma. In questo clima, la bolla di Gregorio si proponeva come documento spiacevolmente politico, che assumeva connotati impropri, visto il valore della riforma, perché documento uscito dalla penna del pontefice e quindi contestato quanto tutti quelli usciti nel corso dei tumultuosi giorni della controriforma. Clavius e altri ribadirono con tenacia che la bolla papale non aveva alcun intento provocatorio nei confronti delle chiese "rivali", soprattutto protestanti, ma anche ortodosse orientali. L'opposizione di queste ultime era motivata non da ragioni obiettive, ma dalla reazione al sostegno dichiarato da Gregorio XIII alle conclusioni maturate nel concilio di Trento, aperto da Paolo III (1534-1549), Alessandro Farnese, nel 1545

[6] Filippo II scrisse questa lettera al suo ambasciatore presso il pontefice: *Io non intendo né desidero governare su degli eretici. E se non si può rimediare alla cosa, come mi piacerebbe, senza venire alle armi, sono determinato a impugnarle senza che il mio rischio personale né la rovina di quei paesi o di quelli che ancora mi restano possano impedirmi di compiere il dovere di un principe cristiano e timoroso di Dio.*
La drammaticità della guerra delle Fiandre è ben espressa dalla canzone del gentil fanciullo del Don Chisciotte che chiarisce lo spirito di uomini spinti alla guerra ora dalla miseria e dalla fame, ora dalla brama di ricchezza, fortuna e gloria:
Alla guerra oggi si mena
la crudel necessità;
se la borsa avessi piena
non v'andrei per verità.

e chiuso, dopo numerose interruzioni nel 1563 da Pio IV (1560 - 1565), Giovan Angelo de' Medici, nel quale venne definita la riforma della chiesa cattolica come riflessione su di sé attuata dalla chiesa in ordine all'ideale di vita cattolica raggiungibile mediante un rinnovamento interno; la Controriforma era quindi l'autoaffermazione della chiesa nella lotta alle dottrine calviniste e luterane ovvero alla Riforma protestante. Naturalmente, gli stati fedelmente cattolici si attennero immediatamente alla bolla, anche se molti lamentarono il fatto che l'editto fosse stato pubblicato solo otto mesi prima della data di attuazione fissata. Italia, Spagna e Portogallo riuscirono a rispettare la scadenza.
Il nunzio di Savoia, ad esempio, ricevette il nuovo calendario da Roma il giorno 28 di maggio. Il 12 giugno ne aveva già consegnato copie al duca di Savoia e all'arcivescovo di Torino, il quale concordò con il cambiamento e ordinò che copie del calendario venissero affisse sulle porte delle chiese in tutto il ducato, a cavallo dei confini tra le attuali Italia e Francia. Una di queste copie arrivò sino all'ambasciatore britannico a Parigi, Sir Henry Cobham. Egli la fece pervenire al segretario di Stato inglese, Sir Francis Walsingham, il 17 ottobre del 1582.
Nazioni, pur cattoliche, non si adeguarono con altrettanta immediatezza. La Francia attese sino a dicembre, quando il re Enrico III di Valois (1551-1589) ordinò che si effettuasse il cambiamento. In pari data anche parte del Belgio e gli stati cattolici dell'Olanda. Le Fiandre lo adottarono il 21 di dicembre, data che fu seguita dal 1 gennaio. Questo comportò la soppressione del Natale.
Il 7 novembre 1582 il Papa pubblicò una nota di richiamo rivolta ai paesi in ritardo nell'applicazione della riforma, ordinando loro di omettere i 10 giorni che andavano dal 10 al 21 febbraio del 1583. Nel 1584 il resto del Belgio aveva ormai effettuato il cambiamento. L'Ungheria si uniformò nel 1587.
Aveva dunque aderito la maggior parte dell'Europa cattolica occidentale, a eccezione del Sacro Romano Impero, che a sua volta era il microcosmo di una più grande Europa: un insieme di regni, ducati, feudi e città-stato rivali, alcuni cattolici, altri protestanti, su cui nominalmente governava il Sacro Romano Imperatore. All'epoca era Rudolf II (1552-1612), re di Ungheria e di Boemia. Di fatto, egli lasciò autonomia di decisione. Nell'ottobre del 1583 aderirono Baviera e Austria, nel novembre Wurzburg, Münster e Mainz. Naturalmente i 10 giorni vennero soppressi in periodi diversi. I cantoni cattolici della Svizzera cambiarono nei giorni 12-22 di gennaio del 1584. La maggior parte degli altri stati cattolici germanici, insieme alla Boemia e alla Moldavia, divennero gregoriani prima della fine del 1584.
I protestanti, spacialmente in Germania e anche altrove, rifiutarono la riforma. James Heerbrand, un invasato professore di teologia di Tubingen, accusò Gregorio, che egli chiamava *Gregorius calendarifex,* di essere "1'Anticristo Romano" e il suo calendario un cavallo di Troia progettato per ingannare i veri cristiani e indurli alla venerazione in festività religiose celebrate in giorni errati.
Nei suoi sproloqui arrivò a dire:

"Non riconosciamo questo Licurgo (o piuttosto questo Dracone[7], le leggi del quale, si dice, furono scritte col sangue), questo artigiano di calendari, perché non sentiamo il pastore del gregge del Signore, ma un lupo ululante... Tutti i suoi disgustosi e abominevoli errori, le sue pratiche sacrileghe e idolatre, i suoi dogmi viziosi, perversi ed empi, condannati dalla parola di Dio... Tutto questo, a poco a poco, egli vuole ancora una volta insinuare nelle nostre chiese".

Heerbrand disprezzava il nuovo calendario come estensione del concilio di Trento e accusava il Papa di promuovere un cambiamento religioso piuttosto che uno civile. Consigliava i suoi fedeli di agire contro "il lupo bavoso che spaventa il vostro gregge" e "rimanete saldi nella vostra libertà e lottate per essa come si addice ai forti atleti e soldati di Cristo".
Altri "intellettuali" protestanti, ma anche cattolici, sparavano corbellerie del tipo che i contadini non sapevano più quando arare i loro campi, gli uccelli erano confusi riguardo al momento di cantare e quello di migrare, a Gorizia un nocciolo aveva risposto alla riforma papale germogliando con 10 giorni d'anticipo! Lutero argomentava che il compito di stabilire i modi in cui la società misurava il tempo dovesse spettare alle autorità civili, e non ai papi. Altri ancora proclamavano che il calendario giuliano non doveva essere modificato per intervento di papi o re, che in fondo era la medesima

[7] Dracone, severissimo legislatore ateniese del VII sec. a.C.

posizione che la stessa chiesa cattolica aveva fatto sua per secoli, bloccando ogni tentativo di riforma del calendario.

Si ebbero per molto tempo a seconda dell'adozione o no della riforma due calendari: quello giuliano nei paesi protestanti e quello gregoriano nelle terre cattoliche, noti come "stile vecchio" e "stile nuovo", con la semplice diversità di dieci giorni di differenza e del giorno della settimana. A cavallo del cambio d'anno si avevano stati in cui l'anno differiva di una unità. Accadeva quello che Beda lamentava nel 732 e cioè che la Pasqua talora era celebrata due volte nello stesso anno.
Finalmente nel 1755 Federico il Grande soppresse il calendario pasquale protestante, che aveva ormai dal '700 accettata la tempistica gregoriana, ma non la data pasquale, imponendo quello gregoriano, data della Pasqua compresa.
Il paese che fece più confusione in campo calendaristico fu la Svezia, ma finalmente nel 1753 adottò anch'essa la riforma gregoriana.

La Chiesa ortodossa orientale rigettò la riforma. Da sempre vi era stata ostilità nei confronti della chiesa di Roma, acuita ulteriormente dopo la caduta di Bisanzio nelle mani dei Turchi. La presenza di una nuova religione, quella islamica, rendeva più difficile la cogestione interna fra le due religioni e soprattutto i rapporti esterni. Molti cristiani erano convinti che la presa di Costantinopoli, capitale dell'Impero Romano d'Oriente da più di XI secoli, conquistata il 29 maggio 1453 ad opera dei Turchi Ottomani guidati da Mehmet (Maometto) II, avrebbe potuto salvarsi se l'Occidente non fosse rimasto solo a guardare senza muovere un dito. E' chiaro che dopo la caduta di Costantinopoli, le chiese orientali erano state costrette ad assumere una posizione minoritaria all'interno del potente Impero musulmano, ma continuavano tuttavia a operare non più con l'autorità centrale legata all'antico Impero bizantino, ma singolarmente. Le chiese di Costantinopoli, Alessandria e Antiochia dovevano ora cavarsela da sole nell'ambiente talvolta ostile della sovranità ottomana.
Anche il fatto di inviare una delegazione ufficiale da Roma ai maggiori esponenti ortodossi comportava dei rischi negli anni '70 e '80 del sedicesimo secolo, data la suscettibilità dei Turchi rispetto a tutto quanto potesse incoraggiare un'alleanza tra i cristiani d'Oriente e d'Occidente. Erano divenuti particolarmente rigidi dopo la resistenza di Vienna del 1529 (mentre Buda, Belgrado, Pècs ,..erano in mano loro), ma specialmente dopo la battaglia di Lepanto del 7 ottobre 1571, che vide la disfatta della flotta di Selim II, potente reazione dell'Occidente cristiano al loro dominio del mediterraneo, soprattutto dopo la presa della veneziana Cipro nel 1570.
Un contatto diretto e ufficiale avvenne tra papa Gregorio XIII e il patriarca di Costantinopoli Geremia II Tranòs. Un vescovo cattolico di Nona in Dalmazia, Pietro Cedolini, fu nominato visitatore apostolico per le comunità cattoliche dell'impero ottomano e soggiornò in stretto e rischioso incognito a Costantinopoli dall'ottobre 1580 all'aprile 1581. Ricevuto più volte dal patriarca greco, egli sondò la sua disponibilità ad accettare e ordinare alla sua Chiesa l'imminente riforma del calendario e della data pasquale. Lo stesso discorso venne ripreso attraverso inviati, assai prudenti visto l'ambiente ostile dell'impero ottomano, tra il 1581 e il 1583. Sono Livio Cellini, Iacopo Soranzo e, più volte, i due greci Michele Eparco e Giovanni Buonafé, che andarono a trattare l'argomento del calendario (e probabilmente altre intese segrete) con il patriarca greco, muniti di messaggi personali di Gregorio XIII indirizzati nominativamente al patriarca con doni religiosi e reliquie. Geremia II, tra i crescenti sospetti dei Turchi e l'ostilità di molti del suo sinodo, epistolarmente rispose, e finì per impegnarsi a introdurre il nuovo calendario, per una prima parte delle Chiese da lui dipendenti, per la Pasqua del 1584. Ma il disegno fu troncato in marzo dal suo arresto, dalla sua deposizione e dalla deportazione a Rodi. Il papa e il segretario di Stato, cardinale T. Galli, come il padre gesuita A. Possevino, implicato fin dall'inizio nella complicata e segreta trattativa, si rivelarono convinti della sua determinazione e buona fede cristiana, al punto da prendere in considerazione una sua liberazione *manu militari* e il trasferimento a Roma come cardinale. Le cose andarono diversamente e della comune riforma liturgica della data di Pasqua non si parlò più tra le Chiese fino alle iniziative ecumeniche promosse dal 1966 in poi dal Segretariato per l'unità dei cristiani sulle indicazioni del concilio Vaticano II e per l'espresso incoraggiamento di Paolo VI. Anche gli Armeni di Polonia e i Ruteni della chiesa orientale di Polonia furono costretti a respingere la riforma. Lo zar Ivan il Terribile (1530-1584), che per primo si fregiò del titolo Zar di Russia, titolo che nel 1561 fu approvato dal Patriarca di Costantinopoli e fece di Mosca "la terza Roma", reagì in modo negativo alla

riforma pontificia imminente annunciatagli alla fine del 1581 dal plenipotenziario papale, il già citato Antonio Possevino, con la consegna del *Compendium novae rationis restituendi kalendarium* del 1577: il medesimo opuscolo che Livio Cellini aveva consegnato, nel maggio 1582, al patriarca Geremia e ai suoi immediati collaboratori ed esperti Giovanni Zygomalas e Andrea Murmur.

Le Chiese d'Oriente mantennero un atteggiamento di totale opposizione al calendario gregoriano fino a dopo la fine della Prima Guerra Mondiale, e precisamente sino a quando un congresso di Chiese ortodosse si riunì nel 1923 a Costantinopoli. Uno dei punti all'ordine del giorno era proprio quello del "nuovo" calendario, che tuttavia non venne ufficialmente adottato dal congresso. A partire dal 1923, alcune singole chiese in Oriente avrebbero adottato alcune parti del calendario riformato, in particolare il passaggio all'anno solare gregoriano. Esse però hanno mantenuto l'antico sistema per il calcolo della Pasqua, e ancora oggi celebrano la festa della risurrezione di Cristo in una data diversa rispetto a quella osservata dai cristiani d'Occidente.

Tra queste Chiese parzialmente riformate sono da ricordare quelle di Costantinopoli, di Alessandria, di Antiochia, di Grecia, di Cipro, di Romania, di Polonia e, in tempi più recenti, di Bulgaria, la cui adesione è dell'anno 1968.

Le Chiese di Gerusalemme, di Russia e di Serbia e il monastero del Monte Athos in Grecia continuano ad aderire completamente al calendario di Cesare, che attualmente conta 13 giorni di ritardo rispetto al calendario gregoriano. Piccoli gruppi di "antichi calendaristi", detti Palaiomerologitai, ancora resistono in Grecia, e seguono il calendario giuliano. Solo la Chiesa ortodossa di Finlandia, con i suoi circa 60.000 membri, in una terra a schiacciante maggioranza luterana, ha accettato completamente il calendario gregoriano, inclusa la Pasqua.

L'Inghilterra ebbe un comportamento assai diverso dagli altri paesi relativamente al nuovo calendario. All'epoca della bolla di Gregorio XIII era una terra che contava circa quattro milioni di abitanti, divisi nei due regni di Scozia e d'Inghilterra e Irlanda. Ben noto l'Atto di supremazia col quale Enrico VIII (Greenwich, 1491-1547), staccò dalla Chiesa romana quella inglese, della quale si proclamò il capo (1534); causa occasionale della rottura fu il rifiuto oppostogli dal papa Clemente VII, al secolo Giulio de' Medici (1523-1534) di annullare il suo matrimonio con Caterina d'Aragona. Ebbe cinque altre mogli (Anna Bolena, decapitata per infedeltà, Giovanna Seymour, Anna di Cleve, ripudiata, Caterina Howard, decapitata, Caterina Parr. Ebbe tre figli che uno dopo l'altro gli succedettero, Maria, Edoardo ed Elisabetta.

Enrico VIII, Re d'Inghilterra e Irlanda, ritratto di Hans Holbei il Giovane

Maria I Stuarda (1542-1587), moglie di Francesco II di Francia, sposato nel 58 e morto nel 60, ritornò in Scozia come Regina (1560-67); profondamente cattolica, manifestò aperta intolleranza verso i protestanti e il matrimonio con Bothwell, assassino del suo secondo marito, il conte di Darnley, provocarono una insurrezione popolare che la costrinse ad abdicare in favore del figlio (1567) e a rifugiarsi in Inghilterra, dove fu tenuta in stato di semi prigionia dalla cugina Regina Elisabetta.

Quest'ultima, Elisabetta I La Grande, Regina d'Inghilterra e d'Irlanda (1558-1603), figlia di Enrico VIII e Anna Bolena, era succeduta alla sorella Maria I Tudor, detta la Cattolica o la Sanguinaria, figlia di Enrico VIII e Caterina d'Aragona, moglie di Filippo II, che salì al trono alla morte del fratello Edoardo VI (figlio di Enrico VIII e Giovanna Seymour) nel 1553. Perseguitò spietatamente i protestanti nel tentativo di restaurare il cattolicesimo in Inghilterra. La sua politica in campo religioso fu abbandonata da Elisabetta. Autoritaria ed energica sostenne con ardore la causa dei protestanti (specie contro Filippo II di Spagna di cui sconfisse l' "Invencible Armada" nel '58), mandò al patibolo la cugina Maria I Stuarda e il conte d'Essex, sostenne la rivolta delle Provincie Unite contro la Spagna, strinse alleanza con Enrico IV di Francia, il Borbone (1553-1610). Non ebbe figli e con lei cessò la dinastia dei Tudor. Sorprende il fatto che, quando seppe della bolla papale, non la rifiutò integralmente. Invece, chiese al suo amico e consigliere John Dee (1527-1608) di analizzare e commentare la riforma. Questi, scienziato, astrologo, e da lungo tempo confidente di Elisabetta, Dee era un personaggio affascinante, un uomo che riassumeva in sé l'era elisabettiana di Francesco Bacone, William Shakespeare, Sir William Drake e dei suoi "pirati", nonché di Sir Walter Raleigh, anche lui corsaro, navigatore, scrittore.

Elisabetta I, ritratto di Marcus Gheeraerts il giovane

Dee, in particolare, laureato a Cambridge, aveva redatto le opere di Euclide, era esperto degli strumenti di navigazione, astrologo e mago; si occupò di tutto, dalla natura degli angeli sino alla teoria copernicana.

In gioventù aveva anche compiuto numerosi viaggi, approfondendo i propri studi su astronomia e cosmologia in Belgio e tenendo numerose conferenze nell'università di Reims. In Olanda conobbe e frequentò il grande cartografo Mercatore. Gli vennero offerti ruoli di prestigio alla corte del re di Francia e di Ivan il Terribile in Russia.

Nel 1551 tornò in Inghilterra. Dee si dedicò con serietà al suo lavoro sul calendario. Nel 1582 vergò un lungo e appassionato trattato a sostegno della riforma, tra cui anche una lettera e una quartina: La lettera.

"Un discorso piano e un umile consiglio per Vostra Grazia la Regina Elisabetta, che la Vostra eccellente Maestà possa leggere attentamente e considerare, riguardo alla necessaria riforma del calendario corrente dei giorni e degli anni civili, in accordo con il tempo che effettivamente trascorre.

La quartina

Come Cesare e Sosigene
Che fecer calendari,
Con Dee la nostra Imperatrice
Compì l'opera, lor pari."

Il trattato a commento alla riforma del calendario iniziava con una semplice introduzione al problema, partendo dalla storia del calendario a partire dai grandi nomi: Ipparco, Cesare, Tolomeo, Bacone e altri ancora. Poi approvava senza riserve le riforme di Luigi Lilio, particolarmente in merito alla lunghezza dell'anno. Consultando il De revolutionibus di Copernico, l'Almagesto di Tolomeo e le Tabulae Prutenicae (effemeridi astronomiche) pubblicate nel 1551 da Erasmus Reinhold, note anche come Tavole prussiane in onore di Alberto I, Duca di Prussia, che gli fu mentore. Dee si dichiarò convinto che il lavoro compiuto da Lilio e dalla commissione del calendario a Roma era corretto, e che le riforme costituivano un'importante soluzione.

Redasse anche una proposta di calendario per il 1583, patrocinando un progetto meno drammatico rispetto all'eliminazione di 10 giorni tutti in una volta voluta dal Papa. Secondo questo calendario si sarebbero dovuti cancellare tre giorni a maggio, uno a giugno, e tre in luglio e tre in agosto, in periodi in cui non si celebravano importanti date e festività.

Una volta terminati i suoi studi, Dee inviò il trattato e il suo modello di calendario (Discourse) a chi, a quanto pare, era a capo della commissione ufficiale della regina che si occupava dell'argomento, Lord William

Cecil, I barone Burghley, tesoriere d'Inghilterra. Dee, che probabilmente si riteneva anche poeta, iniziò il suo rapporto con un altro poemetto, enfatizzando in versi che la sostanza di questa riforma era vera da un punto di vista scientifico:

Amplio, o medio, o breve,
umilmente do un parere
sul tempo e se vago sarò
nuovamente Vostro Onor può
darmi comando e sì vedrà
che mi governa Amor di Verità.

Burgh1ey lesse il *Discourse,* e poi si consultò con altri intellettuali consiglieri della regina, in particolare con il matematico e astronomo Thomas Digges, divulgatore in Inghilterra della teoria eliocentrica, che morì nel 1595. Gli esperti diedero la loro approvazione e, a loro volta, riportarono la questione ai consiglieri principali della regina. Anch'essi approvarono il progetto, come la regina, che fissò come data di esecuzione il maggio 1583. Era necessaria o quanto meno opportuna e quasi vincolante, stante la situazione politico- religiosa, l'approvazione dell'arcivescovo di Canterbury, Edmund Grindal (ca. 1519-1583), e, in generale dei vescovi della Chiesa di Inghilterra. Per assicurarsi quel consenso, Walsingham, il segretario di stato, inviò una lettera il 18 marzo 1582, chiedendo all' arcivescovo di conferire con i suoi vescovi e di fare pervenire la propria risposta "con tutta la necessaria rapidità, perché è intenzione di pubblicare il detto calendario per proclamazione prima del prossimo primo maggio". Soltanto il giorno dopo, il 29 marzo, Walsingham fece seguire a questa lettera un'altra nota, sollecitando Grindal a rispondere velocemente. Egli sosteneva che la regina stessa era ansiosa di ricevere il suo cenno ufficiale, il che era vero. L'arcivescovo Grindal rispose negativamente. Questa risposta fu motivo di un aspro conflitto con la regina, che di certo lo avrebbe spinto a dimettersi forzatamente se non fosse morto quello stesso anno. Chiesa anglicana e società inglese negli anni tra il 1580 e il 1590 erano all'apice di un astio difficile da gestire nei confronti di Roma. La corrente che rappresentavano era tanto fiera della propria nuova religione, orgogliosa dell'odio che avvertiva per la Spagna e per i cattolici, così come dell'amore nutrito per la regina. Elisabetta lo sapeva, ma al tempo capiva la validità della riforma. Ma Elisabetta era anche una donna pragmatica, una consumata acrobata della politica. La regina concordava con Dee sul fatto che la riforma fosse buona cosa dal punto di vista scientifico e che in essa vi fossero i presupposti di una matrice britannica, da ricercare in Ruggero Bacone. Indubbiamente, in primo luogo, ella fu mossa da motivazioni politiche, anche se non è facile dire quali siano state. In ogni caso, Grindal il 4 di aprile inviò la sua risposta, che includeva i commenti di vescovi di primaria importanza e "devotamente eruditi nel campo della matematica". La sostanza della lettera a Walsingham era magistralmente strategica, ed evitava di proferire schiettamente un no. Piuttosto, Grindal chiedeva un rinvio insistendo sul fatto che si sarebbe dovuto discutere un cambiamento di questo tenore in un concilio generale di tutti i cristiani, simile a quello convocato a Nicea da Costantino.

"Dopo i nostri cordiali encomi in vostro onore, vi sia gradito comprendere che in occasione del ricevimento delle vostre lettere nel nome di Sua Maestà, e presa visione delle risoluzioni di Mr. Dee... abbiamo tenuto una conferenza e deliberato... che non vogliamo trattare o in qualsiasi modo ammettere, prima di avere indetto una consultazione matura e deliberata non solo con la nostra principale assemblea del clero e con il sinodo di questo regno, ma anche con altre chiese riformate che professano la nostra stessa religione, se dovessimo procedere senza il consenso delle quali offriremmo una giusta occasione di scisma, e quindi favoriremmo, anche se non apertamente ma indirettamente, il progetto del Papa e del concilio di Trento di allontanare alcuni da tutte le altre Chiese della nostra professione".

Grindal risolveva il problema con una proposta che sapeva benissimo impraticabile. In realtà la Chiesa d'Inghilterra non poteva firmare un editto emesso da un papato che "tutte le chiese riformate d'Europa per la maggior parte in effetti ritengono e affermano... essere l'Anticristo". Nella lunga lista di ragioni per cui il calendario non doveva essere riformato, Grindal e i suoi vescovi inoltre ricordavano a Walsingham che sarebbe stato particolarmente disgustoso accettare un editto pubblicato in forma di bolla, poiché si trattava dello stesso strumento dell'autorità papale con cui era stata scomunicata Elisabetta nel 1570. Infatti in quell'anno il papa Pio V, al secolo Antonio Michele Ghislieri (1566-1572), grande propugnatore della lotta ai Turchi con la Lega Santa, con esito la vittoriosa battaglia di Lepanto del 1571, scomunicava Elisabetta I con la bolla *Regnans in excelsis* del 25 febbraio come eretica e di conseguenza deposta dal suo trono. Tale scomunica non conseguì effetti pratici, ma per quanto interessa il calendario gli effetti ci furono.

Dee controbatté affermando che il nuovo calendario non aveva nulla a che spartire con il Papa, ma che era invece l'astronomia e il moto del Sole a dettare il cambiamento. Egli sottolineava la necessità, per una potenza marittima in crescita vertiginosa, di conformarsi ai partner commerciali del continente, per la più parte aderenti alla riforma calendaristica, in qualcosa di così fondamentale come le date. Dopo un tentativo, fallito, di far passare il progetto in Parlamento nel 1584 come disegno di legge, definito "Atto di attribuzione a Sua Maestà dell'autorità di modificare e di fare un nuovo calendario conforme al calendario utilizzato in altri paesi", la questione venne cancellata. Il progetto venne presentato il 16 di marzo, e forse riletto il 18 di marzo. Poi non se ne ha più traccia: scompare insieme con tutti gli sforzi di cambiamento del calendario. Forse la regina e i suoi consiglieri semplicemente lo accantonarono, per non esacerbare la contrapposizione tra Stato e Chiesa in un momento in cui le probabilità di guerra con la Spagna aumentavano.

Poco dopo la fine del dibattito sul calendario, Dee abbandonò la corte inglese alla volta dell'Europa orientale, viaggiando insieme alla sua famiglia e a un medium di nome Edward Kelley. Continuò i suoi studi in Boemia, e alla corte di Praga rimase coinvolto, insieme a Kelley, in alcune dubbie vicende che interessavano l'astrologia e le teorie sugli angeli. Per il resto della sua vita, Dee sostenne l'insopprimibile necessità che il nuovo calendario venisse adottato in Inghilterra. Dopo la tentata invasione da parte della Spagna nel 1588, intrapresa con il sostegno del Papa, la repulsione per tutte le cose romane aveva reso ormai impossibile l'introduzione di qualsiasi tipo di riforma.

Dovevano passare altri 170 anni dalla bolla di Gregorio perché l'Inghilterra si adeguasse alla riforma. Vi furono dei tentativi di riforma nel 1645 e nel 1699, entrambi bloccati dalla Chiesa d'Inghilterra.

Mentre costruiva un impero che non aveva eguali, l'inconveniente creato dalla sua convivenza con il vecchio "stile calendaristico" si manifestava nei rapporti con gli stati riformisti e diveniva sempre più fastidioso e complicato per i commerci e gli affari, tanto da suscitare l'ironia di Voltaire che andava dicendo "Gli Inglesi in gran parte preferiscono che il loro calendario sia in disaccordo con il Sole piuttosto che in accordo con il Papa" e, in occasione della proposta riforma del 1656 girava una canzonetta in latino:

"Curn Anni errorem non corrigit Anglia noturn, Curn faciant alii, cernere nemo potest".

Ma, si sa, a tutto ci si abitua e gli inglesi continuarono nella loro diversità.

Nel 1750, il conte George Parker (1697-1764), astronomo dilettante ben legato ai circoli newtoniani di Greenwich e di Londra, consegnò alla Royal Society un discorso che riprendeva i soliti argomenti che erano stati alla base della riforma gregoriana.

Aveva dalla sua la misurazione più accurata dell' anno che fosse mai stata compiuta: 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 55 secondi, di soli 9 secondi più lungo di quello conosciuto oggigiorno, calcolata dal grande astronomo reale Edmund Halley (1656-1742), ben noto per la cometa scoperta da lui e che porta il suo nome.

Il discorso del conte non turbò minimamente gli illustri membri della Royal Society, se non l'ex segretario di stato Philip Dormer Stanhope (1694-1773), quarto conte di Chesterfield, famoso per la sua vivacità e cultura letteraria, ma soprattutto per le "Lettere a suo figlio", una ricompilazione della corrispondenza tenuta col suo figlio naturale. Per qualche ragione il discorso lo entusiasmò, e si fece promotore di uno sforzo per giungere finalmente alla adozione della riforma in inghilterra. Nel 1751, appoggiato da Lord Macclesfield, presidente della Royal Society e con l'appoggio fattivo del famoso matematico e astronomo James Bradley (1693-1762), scopritore dell'aberrazione della luce, Astronomo Reale dal 1742, riuscì a far approvare dal parlamento la riforma gregoriana, con una legge che fu chiamata "Legge Chesterfield", in onore del suo promotore.

Philip Dormer Stanhope, conte di Chesterfield

Per comprendere la personalità e la vivacità del personaggio basta citare una lettera al figlio in cui scrive "Avevo proposto un piano nella Camera dei Lord per la correzione e la riforma dell'attuale calendario... Era noto che il calendario giuliano era erroneo, e aveva sovraccaricato l'anno solare di undici giorni". Descriveva quindi i preparativi per il progetto e la sua esposizione derivata dal "discorso" di Parker, in una sorta di lezione al figlio sul modo in cui comportarsi nel presentare in pubblico (al parlamento in questo caso) una questione non complicata, vista la funzionalità del calendario di Gregorio rispetto a quello di Cesare vigente in Inghilterra, osteggiata per i motivi su esposti.

Singolare e spiritoso, ma convincente evidentemente, come si può vedere da questa sua "confessione" che certamente non rende un gran merito all'intelligenza dei membri della Camera dei Lord.

"Mi decisi, quindi, a tentare la riforma: consultai i migliori avvocati e i più abili astronomi, e improvvisammo un progetto per quello scopo. Qui però ebbero inizio le difficoltà: spettava a me di annunciare quel progetto, che necessariamente si contraddistingueva per gergo giuridico e calcoli astronomici, materie che mi sono del tutto sconosciute. Tuttavia, era assolutamente necessario che la Camera dei Lord pensasse che io fossi edotto in certa misura sull'argomento; era anche necessario che i Lord stessi pensassero di avere qualche conoscenza a riguardo, il che non era vero. Da parte mia, avrei potuto parlare loro in lingua celtica o slava piuttosto che di astronomia, ed essi avrebbero potuto comprendermi esattamente allo stesso modo: così decisi... di soddisfarli invece che di informarli. Quindi presentai loro solo un resoconto storico del calendario, da quello degli Egizi sino a quello gregoriano, divertendoli ogni tanto con qualche piccolo episodio... Poiché li avevo soddisfatti, essi pensarono che io fossi ben informato; molti tra loro dissero che avevo ben chiarito la questione; quando, Dio mi è testimone, io non avevo neppure cercato di farlo".

La riforma passò il 17 di maggio con voto unanime, e venne approvata da re Giorgio II il 22 dello stesso mese; in seguito il quarto conte di Chesterfield affermò, lanciando una divertita frecciata, che era stato solamente il suo "stile ad avere fatto sì che il Parlamento superasse la difficile questione", e non il contenuto delle parole che aveva pronunciato riguardo alla matematica e alla scienza, che "egli stesso non era in grado di comprendere".

Furono quindi cancellati 11 giorni dal calendario in uso in Gran Bretagna e nelle sue colonie. La soppressione degli 11 giorni fu fatta in modo che a mercoledì 2 settembre del 1752 seguisse giovedì 14 settembre, conservando in analogia alla riforma gregoriana la successione del giorno settimanale (il 14 settembre sarebbe stato di lunedì). L'undicesimo giorno venne aggiunto perché il 1700 fu un anno comune nel calendario gregoriano, come lo sono quelli secolari non divisibili per quattro, mentre nel calendario giuliano sono bisestili. Ciò spiega la soppressione di 11 giorni anziché 10.

L'atto dava anche mandato affinché in futuro l'anno calendaristico e la Pasqua fossero osservati in conformità con il sistema gregoriano, e l'anno avesse inizio in Inghilterra il primo di gennaio, anzichè il 25 marzo.

La Chiesa d'Inghilterra, si era infine schierata in favore della riforma e il motto dei predicatori in tutta la nazione britannica era "il nuovo stile nello stile della verità", cui aggiunsero l'assunto di John Dee che ricordava che proprio un inglese, Ruggero Bacone, era stato il primo a richiedere una riforma, circa cinquecento anni prima.

Oltre l'Atlantico, nelle colonie Britanniche, il "Poor Richard's Almanac" di Benjamin Franklin (1706-1790), pubblicato nella Philadelphia quacchera, si adeguava in toto alla nuova normativa.

Nello stesso almanacco, lo stesso Franklin, allora quarantaseienne, allegramente diceva ai suoi lettori: "Non stupitevi, né considerate con scorno, cari lettori, questa sottrazione di giorni, e non rammaricatevi per la perdita di così tanto tempo, ma consolatevi pensando che le vostre spese sembreranno più leggere e la vostra mente sarà più riposata. E quale soddisfazione poi, per quelli che amano il loro cuscino, mettersi a letto in pace il secondo giorno di questo mese e non svegliarsi sino al mattino del quattordici".

Ma il Regno Unito non fu l'ultimo paese d'Europa a cambiare. La Svezia lo fece l'anno dopo, nel 1753. Ci fu poi una lunga interruzione, e i paesi greci ortodossi nei Balcani attesero sino all'inizio del ventesimo secolo. La Bulgaria compì il passaggio nel 1912, nel 1915 o nel marzo del 1916, a seconda delle fonti cui si vuole credere. La Lettonia, la Lituania e l'Estonia passarono al "nuovo stile" attorno al 1915, durante l'occupazione germanica; la Romania e la Jugoslavia nel 1919. La Russia attese sino al 1918, dopo la Rivoluzione Bolscevica, ma dovette eliminare 13 giorni, dall'1 al 13 di febbraio, per sistemare l'accumulo che si era prodotto in 336 anni di calendario giuliano dopo la riforma gregoriana. La Grecia non riformò il suo calendario civile sino al 1924. Ancor oggi però i Cristiani d'Oriente adottano per alcune feste, in particolare la Pasqua, il calendario giuliano. Successivamente altri Stati adottarono la riforma: il Giappone nel 1873, l'Egitto nel 1875, la Cina nel 1912, ma fino al 1928 valsero ufficialmente sia il calendario cinese sia quello gregoriano, la Turchia nel 1927.

Il calendario perpetuo. Il numero dei giorni che costituiscono l'anno sia comune sia bisesto, non è esattamente divisibile per 7: non vi è quindi concordanza fra il giorno della settimana e il suo posto all'interno del mese. La concordanza vi sarebbe, se non vi fossero gli anni bisestili, ogni 7 anni; con i bisesti giuliani, come abbiamo visto, ogni 28 anni. La riforma gregoriana, con la soppressione dei 3 bisesti secolari, ha complicato vieppiù le cose. Si è visto come calcolare il giorno della settimana a una data qualsiasi del calendario giuliano o in quello gregoriano, ma esistono metodi (vedi Google, Calendario perpetuo) per trovare rapidamente la corrispondenza tra la data del mese e il giorno della settimana, che prendono il nome appunto di *Calendario perpetuo.*

Di calendari perpetui ne esistono parecchie decine che indicano non solo i giorni della settimana, ma anche la domenica di Pasqua e delle varie feste mobili e delle altre ricorrenze ecclesiastiche.

Le più importanti, nel calendario ecclesiastico cristiano, sono fisse rispetto al giorno di Pasqua, mentre il Natale e l'Epifania sono fisse in assoluto.

Il già citato Clavius ha calcolato le principali date ecclesiastiche nel calendario gregoriano valide dal 1600 d.C. al 5000 d.C.

Fra le curiosità che offrono i calendari e in più in generale le questioni che riguardano feste, sistemi orari e tante altre cose vi sono la festa di Capodanno, i giorni e le settimane, le ore, l'eptagramma, il sabato ebraico, la domenica.

Le vicissitudini del Capodanno (cfr. Cattabiani, Monti)

Il Capodanno risale alla festa del Dio romano Giano, dio degli inizi, materiali e immateriali.

La data del Capodanno, detto anche "stile" ha subito nel corso del medioevo e fino alle soglie del secolo XIX molte variazioni rispetto a quella dell'ultimo calendario romano, adottata oggi da tutti i paesi di tradizione cristiana o cristianizzati. In Inghilterra e Irlanda, per esempio, dal secolo XII fino al 1752 lo si celebrava il 25 marzo (giorno dell'incarnazione e dell'Annunciazione di Maria Vergine usato a lungo anche a Pisa e a Firenze); in Spagna era fissato al 25 dicembre, giorno della Natività, fino al principio del 1600. Talvolta la data del Capodanno variava da città a città. Il Capodanno adottato fino al 1564 in Francia, lo datava alla domenica di Resurrezione o di Pasqua; Venezia fino alla caduta della Repubblica nel 1797, lo prescriveva al 1° marzo; quello bizantino, adottato nelle Puglie e nelle Calabrie durante il medioevo, lo indicava al 1° settembre; e infine quello in vigore attualmente nei nostri paesi, al 1° gennaio. Occorre dire che anche la riforma gregoriana, pur stabilendo il Capodanno al 1° gennaio non trovò rispetto per questa data fino al 1691, quando papa Innocenzo XII (1691-1700), al secolo Antonio Pignatelli, impose il Capodanno rigorosamente al 1° gennaio o *stile moderno* o della *Circoncisione*, e quasi tutti gli stati che avevano aderito alla riforma lo rispettarono. Quest'ultimo "stile" non era capito nel medioevo e anche successivamente perché non era collegato né a un evento astronomico né a una festa religiosa. Invece, ad esempio, il 25 dicembre, che si riallacciava alla festa solstiziale e alla nascita del Cristo, o il 1° marzo, lo *stile veneto* che si ricollegava all'antico Capodanno primaverile, come d'altronde il 25 marzo, *stile dell'Incarnazione o fiorentino*, o *stile della Pasqua*. Per questo motivo oggi ancora il periodo compreso fra il Solstizio invernale e la Pasqua è costellato di feste, cerimonie e usanze che direttamente o indirettamente celebrano o si ispirano alla nascita del nuovo anno.

Giano bifronte, Musei Vaticani

I giorni e le settimane (cfr. Cattabiani, Monti)
Oggi noi suddividiamo il tempo convenzionalmente in 24 ore, facendolo cominciare alla mezzanotte. Ma non sempre è stato così: dal medioevo fino al Settecento il giorno cominciava all'Avemaria, ovvero mezz'ora dopo il tramonto. Oggi ancora, d'altronde, gli Ebrei ne fissano l'inizio al tramonto, come gli Ateniesi antichi. Nell'antichità vi erano anche altri sistemi: il giorno dei Babilonesi andava da un'alba all'altra, quello degli Umbri da un mezzogiorno all'altro.
I Romani invece lo facevano cominciare legalmente a mezzanotte: inizio artificiale perché non è concreto come quelli che si basano sulla nascita o sul tramonto del Sole, o sul mezzogiorno; eventi che sono facilmente determinabili con l'osservazione approssimata, anche a occhio nudo, della massima altezza del Sole oppure con le meridiane o gli orologi solari. Quella scelta, dovuta a questioni pratiche e sociali, principalmente il lavoro nei campi, attività prevalente nei tempi andati, contrastava con la loro suddivisione del giorno in 12 ore diurne e in 12 notturne: le prime cominciavano al levar del Sole e terminavano al tramonto; le notturne duravano per tutto l'arco della notte.
La mezzanotte cadeva quindi tra la fine dell'ora sesta e l'inizio della settima notturna, come esemplificato nella tabella per le ore romane. La divisione del giorno in ore a Roma (ma non solo) era variabile durante l'anno ed era regolato da orologi solari cosiddetti a ora italica, funzionanti col muoversi del sole e quindi misurando il tempo relativo al sole vero. Si veda nelle tabelle (riferite a Roma Monte Mario) quale era la durata delle ore italiche al solstizio d'estate (giorno più lungo) e al solstizio d'inverno (giorno più corto). I valori si possono ricavare con esattezza. Ad esempio, per **Roma Monte Mario** (longitudine = 12°,45233 Est Gr., latitudine = 41°,92375) si hanno nel **2010** questi valori ai solstizi:
Solstizio d'inverno, 21 dicembre (in ordine: giorno, ora del sorgere, mezzogiorno vero, tramonto)

*** Mar * 21 * $7^h\ 35^m$ * $12^h\ 8^m\ 14^s$ * $16^h\ 42^m$ ***
Solstizio d'estate, 21 giugno

*** Lun * 21 * $4^h\ 35^m$ * $12^h\ 11^m\ 58^s$ * $19^h\ 49^m$ ***

Quanto alle ore notturne esse riproducevano inversamente il dispositivo delle ore diurne, con la loro durata massima estiva spostata al solstizio d'inverno e la durata minima invernale al solstizio d'estate.

Al solstizio d'inverno le ore diurne si succedevano nell'ordine seguente, espresse in ore e minuti e in tempo medio

I	Hora prima	7,35	8,20	
II	Hora secunda	8,20	9,06	
III	Hora tertia	9,06	9,52	
IV	Hora quarta	9,52	10,37	
V	Hora quinta	10,37	11,22	
VI	Hora sexta	11,22	12,08	
VII	Hora septima	12,08	12,53	
VIII	Hora octava	12,53	1,39	13,39
IX	Hora nona	1,39	2,24	14,24
X	Hora decima	2,24	3,10	15,10
XI	Hora undecima	3,10	3,56	15,56
XII	Hora duodecima	3,56	4,42	16,42

Al solstizio d'estate le ore diurne si succedevano nell'ordine seguente, espresse in ore e minuti e in tempo medio

I	Hora prima	4,35	5,51	
II	Hora secunda	5,51	7,07	
III	Hora tertia	7,07	8,23	
IV	Hora quarta	8,23	9,39	
V	Hora quinta	9,39	10,55	
VI	Hora sexta	10,55	12,12	
VII	Hora septima	12,12	1,28	13,28
VIII	Hora octava	1,28	2,44	14,44
IX	Hora nona	2,44	4,00	16,00
X	Hora decima	4,00	5,16	17,16
XI	Hora undecima	5,16	6,32	18,32
XII	Hora duodecima	6,32	7,49	19,49

Nelle due tabelle si possono vedere la durata delle ore romane rapportate alle ore espresse ai nostri giorni, dove la durata del giorno estivo e quindi le ore erano assai più lunghe che non nel periodo invernale.
C'era dunque una differenza tra il giorno legale, le cui 24 ore scorrevano da mezzanotte a mezzanotte, e il giorno naturale che si divideva in due gruppi di 12 ore, scandite dal corso del Sole. Inoltre le ore romane, come si vede, non erano uniformi come le nostre attuali, si allungavano o accorciavano secondo i mesi, con situazioni estreme ai solstizi. Le 12

ore diurne venivano ripartite dallo gnomone tra il levarsi e il tramonto del Sole: al solstizio d'estate, quando il giorno durava più a lungo ($15^h\ 14^m$), si dilatavano a $1^h\ 16^m$, mentre le 12 ore notturne (complessivamente $9^h\ 07^m$) si restringevano ciascuna a circa 45^m. Soltanto agli equinozi ogni ora era uguale alle altre, come oggi. Naturalmente, quanto detto, vale per Roma città, e varia a seconda dei valori di latitudine e longitudine.
Seguendo poi un uso introdotto dai Babilonesi, diffuso dai Fenici e adottato dai Greci, i Romani dividevano il giorno in quattro parti, ciascuna delle quali suddivisa in tre *horae*. Le quattro parti del corso diurno del Sole erano concluse dalle ore *tertia*, *sexta*, *nona*, *duodecima* (il tramonto, il *Solis occasus*), corrispondenti, agli equinozi, alle nostre 9, 12, 15, 18; anche le ore notturne erano divise in quattro parti dette *vigiliae*. Davano anche nomi particolari a certi periodi della notte e del giorno; per esempio, chiamavano *mane* la prima parte del giorno, *meridìes* il mezzogiorno, *suprema* l'ultima parte verso il tramonto, e *conticinium* lo spirare della prima vigilia.
Dopo la caduta dell'Impero romano venne introdotta una novità portata dagli Ebrei che avevano costituito la prima comunità cristiana: il computo del giorno da un tramonto del Sole al successivo, secondo l'uso dei popoli del Vicino Oriente. Lo scorrere del tempo era scandito a sua volta da riti e preghiere che avevano la funzione di cristianizzare le *horae* romane: venivano raggruppati in "ufficio notturno" con *vespro*, *compieta* (l'ultimo momento di preghiera della giornata, viene dopo i Vespri e si recita prima del riposo notturno), notturno, mattutino, lodi; e "ufficio diurno" con ora prima, terza, sesta e nona. Immutato era invece il calcolo delle ore secondo il metodo romano che le dilatava o restringeva secondo le stagioni: sicché per capire in una cronaca del primo medioevo la collocazione temporale di un avvenimento in un giorno, non basta conoscere l'ora, è indispensabile sapere il mese e il giorno. Questa cronometria mutò tra il secolo XIII e il XIV con il diffondersi degli orologi civici solari che, montati sui campanili e sulle torri comunali, segnavano ore uniformi o meglio non proprio uniformi causa il moto ellittico di rivoluzione della Terra, ma comunque abbastanza uniformi[8]. Spesso erano collegati alle campane sicché gli stessi riti persero il loro originario significato cronometrico e assunsero il carattere odierno di una serie di preghiere regolari in certe ore fisse, indipendentemente dal corso del Sole nelle varie stagioni.
Nasceva il computo del giorno in 24 ore dalla *durata uniforme* (quasi uniformi essendo legate al moto del Sole vero), dette in Europa "ore all'italiana" o "ore italiane" perché la loro introduzione risale al periodo comunale nel nostro paese. Ma nell'uso popolare si continuavano a contare a partire dal tramonto del Sole e poi dall'Avemaria della sera, cioè si seguivano le ore "italiche" prima dette o "romane" indicate dalle campane alla fine del crepuscolo serale, cioè mezz'ora dopo il tramonto. Perciò leggendo una cronaca dell'epoca occorre sempre determinare il giorno e il mese per conoscere l'ora prima, ovvero quella che s'inizia mezz'ora dopo il tramonto, e conseguentemente le altre ore. Ecco un esempio: "alle ore ventitré del 20 maggio 2010 a Roma MM". Siccome a questa data il Sole tramonta alle $19^h\ 28^m$, la ventiquattresima ora si conclude alle $20^h\ 28^m$ circa, dunque la ventitreesima comincia alle $19^h\ 28^m$ e termina alle $19^h\ 28^m$, ora di inizio della ventiquattresima ora. Per questo motivo la locuzione usata e praticata dall'indimenticabile Humphrey Bogart con "il cappello sulle ventitré" indica il cappello con la tesa abbassata per ripararsi dai raggi del Sole in procinto di tramontare in quel periodo.
Questo computo con le "ore italiane" continuò nel nostro paese sino all'inizio dell'Ottocento quando le invasioni napoleoniche e l'inserzione delle varie regioni nel sistema amministrativo francese introdussero l'uso delle ore alla francese. In Francia infatti l'uso di contare le ore all'italiana si era alternato con l'antica *hora gallicana* che seguiva il metodo romano di far iniziare il giorno legale alla mezzanotte; la quale *hora gallicana* aveva prevalso dopo il Rinascimento in Francia e in tutti i paesi che ne subivano l'influenza.

[8] L'uso del tempo solare vero era la prassi; con l'avvento delle comunicazioni, telegrafo e ferrovie, venne in uso il tempo medio in cui le ore avevano la stessa durata e quindi la creazione dei "fusi orari". Di fatto si considerava il Sole vero e il Sole fittizio (Sole medio) partenti e arrivanti nello stesso istante all'equinozio di primavera. Il Sole vero seguiva la seconda legge di Keplero vista la sua orbita apparente ellittica, muovendosi sull'eclittica di moto non uniforme, mentre il Sole medio si muoveva fittiziamente sull'equatore in moto uniforme. Ciò diede origine negli orologi solari alla curva analemmatica e dall'inizio dell'800, grazie all'invenzione della molla a spirale inventata da Robert Hooke nel 1660, agli orologi portatili a tempo uniforme, anche se invero i primi orologi di questo tipo hanno avuto origine in Italia attorno al 1450 e quelli propriamente "da tasca" fin dall'inizio del 1500, anche se molto imprecisi. Enrico VIII era solito portarne uno al collo. Gli orologi a pendolo segnavano già il tempo uniforme, ma non erano trasportabili, ad esempio, sulle navi.

L*'ora alla francese* che si impose anche in Italia con l'avvento di Napoleone aveva il grande vantaggio di avere l'ora costante durante tutto l'anno. Invece non si è mai imposto interamente in Italia l'uso dei paesi germanici o anglosassoni di dividere il giorno in 12 ore antimeridiane (da mezzanotte a mezzogiorno) e in 12 pomeridiane (da mezzogiorno a mezzanotte). Non va dimenticato, fra l'altro, che il giorno degli Astronomi inizia a mezzogiorno e finisce al mezzogiorno successivo: questo per il fatto che le effemeridi delle stelle, osservabili solo di notte, hanno il vantaggio di appartenere al medesimo giorno!

Anche la suddivisione del mese romano era diversa dalla nostra, ed è opportuno spiegarla perché molte nostre feste cadono non casualmente nelle date di quelle antiche. Vi era una scansione dei giorni non compresa all'interno di ogni mese: si misuravano i giorni di nove in nove con le prime lettere dell'alfabeto, dalla A alla H, la cui successione scavalcava mesi e anni, come le nostre settimane. Il giorno contrassegnato con la A si chiamava *novendinae* o *nundinae*, ovvero mercato, come già visto. "Rutilio scrive" riferisce Macrobio "che i Romani istituirono il mercato al nono giorno perché i contadini lavorassero 8 giorni nei campi e nel nono, interrotti i lavori agricoli, venissero a Roma per commerciare e prendere conoscenza delle leggi, e le deliberazioni della plebe e del Senato fossero rese note a una maggiore massa di popolo". All'interno di ogni mese vi era poi una tripartizione, eco degli antichi mesi Lunari. "Romolo" narra ancora Macrobio "ordinando con ingegno acuto ma con mentalità agreste lo Stato a lui sottoposto, fissò l'inizio di ogni mese nel giorno in cui appariva la Luna nuova. Poiché essa non appare sempre nello stesso giorno, ma per determinate ragioni a volte più tardi a volte più presto, ne conseguì che, quando appariva più tardi, si attribuivano più giorni al mese precedente; quando appariva più presto, meno; quindi da principio fu il caso a fissare la successiva durata dei singoli mesi..... Nei tempi antichi, prima che i fasti fossero resi pubblici, contro il parere dei senatori, dallo scriba Gneo Flavio (giurista romano, IV sec. a.C.), un pontefice minore aveva l'incarico di osservare il primo apparire della Luna nuova e di annunziarlo al re dei sacrifici. Il re e il pontefice minore compivano un sacrificio; poi il pontefice, *calata*, cioè *chiamata*, la plebe in Campidoglio presso la Curia Calabra, vicino alla capanna di Romolo, proclamava il numero dei giorni che restavano per giungere dalle Calende alle None: se diceva cinque volte la parola *calo*, voleva significare che le None cadevano il 5; o se la ripeteva sette volte, voleva significare che le None cadevano il 7. Quanto a *calo* è un verbo greco (*kalô*) che significa "chiamo", e dunque sembrò bene chiamare Calende questo giorno in quanto era il primo dei giorni *calati*, ovvero *chiamati*". L'interpretazione di Macrobio tuttavia contrasta con un'altra sua affermazione, che i mesi "romulei" fossero alternativamente di 30 e 31 giorni, non adattabili dunque alla Lunazione che è di $29^{d},5$. Per risolvere il problema si potrebbe ipotizzare l'esistenza di un calendario Lunare che sarebbe succeduto a quello indo-europeo arcaico e poi corretto da quello lunisolare di Numa.

In ogni modo le Calende erano consacrate a Giunone perché la Luna era il simbolo della Grande Madre; ma anche a Giano, il dio di ogni inizio, come già visto, che in quella data assumeva il nome *Ianus Iunonius*, Giano Giunonio. Da *Kalendae* derivò il *Kalendarium*, che originariamente era il libro dei crediti dei banchieri e di coloro che prestavano denaro: il primo del mese infatti si dovevano pagare gli interessi, sicché i debitori lo chiamavano *tristes Kalendae*, tristi Calende. Poi calendario venne a significare il sistema convenzionale di suddivisione dell'anno. Il pontefice proclamava alle Calende il numero dei giorni fino alle None perché in epoca arcaica, dopo la Luna nuova, che in realtà era la sua prima falce osservabile a occhio nudo, gli abitanti dovevano confluire in città a quella data, che cadeva, secondo i mesi, il 5 o il 7, per apprendere dal "re dei sacrifici" quali sarebbero stati i giorni festivi e gli obblighi religiosi e civili del mese.

Secondo alcuni studiosi le None significano "inizio di nuova osservanza" in senso civile e religioso; secondo altri furono chiamate così perché dalle Idi si contavano all'indietro nove giorni. Nel calendario romano infatti i giorni che precedevano le tre date capitali del mese (Calende, None e Idi) erano contati all'indietro: per esempio, il giorno successivo alle none si diceva *VIII Idus*, e l'ultimo del mese, che precedeva le calende, *pridie Kalendas*. Le Idi cadevano invece anticamente nel giorno del plenilunio: per questo motivo, secondo Varrone (letterato romano, 116-27 a.C.), furono chiamate *Idus*, dall'etrusco *itis* che significava "fiducia in Giove" poiché si credeva quel dio autore della luce e padre del giorno (*Diespiter*). Alle Idi infatti la luce non finiva con il tramonto del Sole, ma si prolungava durante la notte con la luce della Luna: sicché in quel giorno, che cadeva, secondo i mesi, il 13 o il 15, si sacrificava a Giove una pecora detta *ovis idulis*, cioè delle Idi. Le tabelle con i mesi romulei, di Numa Pompilio e di Cesare, viste all'inizio, riportano quanto qui detto. Ma altri autori romani spiegavano che il loro nome originario fosse *vidus*, dal verbo *videre*, vedere, perché in quel giorno si vedeva la Luna piena; poi la lettera *v* sarebbe caduta. Festo (grammatico, II sec.) a sua volta, riferisce Macrobio, sosteneva che derivasse dal greco *eidos* (aspetto) perché in tale giorno la Luna si mostrava nel suo pieno aspetto. "Noi tuttavia" scriveva l'autore dei *Saturnalia* "riteniamo più probabile la spiegazione secondo cui chiamiamo *Idi* il giorno che divide il mese. In lingua etrusca infatti *iduare* significa *dividere*". Intorno al I sec. cominciò a diffondersi nell'Impero romano, che comprendeva anche province d'Oriente, una suddivisione del mese di origine caldea, legata alle fasi Lunari. I Babilonesi dividevano il mese Lunare in 4 periodi di 7 giorni ciascuno, lasciando alla sua fine uno o due giorni di resto per ricominciare il computo allo stesso modo con la Lunazione successiva. Il 7°, 14°, 21° e 28° giorno erano considerati nefasti, sicché la popolazione doveva evitare taluni lavori, astenersi da certi cibi e infine pregare nel tempio. I sette giorni della settimana portavano il nome dei cinque pianeti allora conosciuti, del Sole e della Luna.

Macrobio in una miniatura medioevale

Considerati "interpreti" e banditori della volontà divina annunciavano con il loro movimento e la loro posizione quel che avveniva in cielo e doveva compiersi in conformità sulla Terra poiché essa era l'immagine speculare del cielo. I pianeti erano facili da osservare come lo sono ancor oggi perché si può verificare il loro movimento attraverso la posizione giornaliera che muta rispetto alle stelle fisse, quelle comprese nella parte del cielo dove si trovano sempre i pianeti nella fascia che taglia l'equatore celeste con un angolo di 23 gradi e 27 primi, e sta per metà a nord e per metà a sud della linea equatoriale: il cosiddetto zodiaco, dal greco *zodiakòs* perché contiene, come spiega l'etimo, le dieci figure di animali e due di oggetti (acquario e bilancia) in cui è diviso e in ognuna delle quali il Sole rimane, convenzionalmente, per circa un mese[9].

Questa visione astrologica, che ha ispirato una suddivisione dell'anno diversa dalla civile, ha originato anche i nomi della settimana. Infatti, secondo i babilonesi, ogni ora del giorno apparteneva a uno dei sette pianeti, detto "il reggente". Si attribuiva la prima ora, quella del mattino, al pianeta più lontano, Saturno, e le altre gradatamente ai pianeti meno lontani, Giove, Marte, Sole (sic!), Venere, Mercurio, per terminare con la Luna, il più vicino. Giunti all'ottava ora, si ricominciava daccapo, e così fino alla ventiquattresima, appartenente a Marte. Ogni giorno prendeva il nome del pianeta al quale apparteneva la sua prima ora. Il primo giorno era dunque di Saturno; si continuava con quello del Sole perché il giorno di Saturno terminava con l'ora di Marte cui seguiva quella del Sole; poi veniva il giorno della Luna, alla quale apparteneva la prima ora del terzo giorno, e così via. "Questo procedimento" spiega Ugo Winckler "può essere riportato su una circonferenza suddivisa in sette parti, collocando un pianeta a ogni punto di intersezione secondo la progressione del periodo siderale. Se si uniscono poi i punti corrispondenti, seguendo la successione dei giorni della settimana, ne risulterà una stella a sette punte le cui linee di unione saltano ciascuna due dei punti di intersezione del cerchio. E' l'*Eptagramma*, simbolo

[9] Il Sole sta al minimo 6 gg nello Scorpione ed al massimo 45 gg nella Vergine e le date reali d'ingresso e permanenza del Sole nei segni zodiacali sono: Capricorno 19/1÷16.02; Acquario 16/02÷12/03; Pesci 12/03÷18/04; Ariete 18/04÷14/05; Toro 14/05÷1/06; Gemelli 21/06÷20/07; Cancro 20/07÷10/08; Leone 10/08÷16/09; Vergine 16/09÷30/10; Bilancia 30/10÷24/11; Scorpione 24/11÷29/11; Serpentario (Ophiucus) 29/11÷17/12; Sagittario 17/12÷19/1. Fra i segni convenzionali manca il Serpentario, proprio per far coincidere il numero delle costellazioni e il numero dei mesi.

del Tutto (cerchio e stella!)". La settimana di origine babilonese fu adottata nell'impero romano sostituendo i nomi caldei dei mesi con quelli degli dei latini: dapprima si affiancò alla suddivisione tradizionale in Calende, None e Idi, poi la sostituì definitivamente tanto che Dione Cassio, vissuto tra il secolo II e il III, la considerava tipicamente romana. Ma siccome nel calendario romano i mesi non corrispondevano più alle Lunazioni, le settimane si susseguivano scavalcando non soltanto i mesi ma anche l'anno, come succede oggi. Nelle province dell'impero ai nomi divini romani si sostituirono quelli equivalenti nella religione del luogo, che sopravvivono in parte ancor oggi nelle lingue germaniche: per esempio, l'inglese *Wednesday* è il giorno di Wodan, equivalente a Mercurio, e il tedesco *Freitag* è il giorno di Freya, analoga a Venere.

Eptagramma. Si vede come percorrendo i bracci della stella si susseguano i sette giorni della settimana

Anche gli Ebrei avevano adottato la settimana babilonese, ma non senza modificarla. Mosè, in opposizione con la divinizzazione degli astri e da rigido monoteista, distaccò definitivamente la settimana dal mese lunare babilonese con un calendario di settimane che scavalcavano i mesi e non erano più collegate, quanto al loro inizio, con le Neomenie o feste dei noviluni, la cui osservanza non era presentata come strettamente obbligatoria. Infine numerò semplicemente i primi sei giorni mentre il settimo lo chiamò *Shabbāt* (Sabato), ovvero Quiete perché, come narra la Genesi, il Signore "nel settimo giorno portò a termine il lavoro che aveva fatto e cessò nel settimo giorno da ogni lavoro. Dio benedisse il settimo giorno e lo consacrò perché in esso aveva cessato da ogni lavoro che Egli creando aveva fatto". Di sabato era obbligatoria, come lo è ancor oggi, la sospensione di qualsiasi attività lavorativa, come già descritto ampiamente in precedenza. I cristiani, sui modello degli Ebrei, stentarono ad accettare i nomi "pagani" della settimana. Poi a poco a poco si adeguarono al calendario civile con due cambiamenti: battezzarono il giorno del Sole *Dominicus* o *Dominica dies*, giorno del Signore, dedicandolo al riposo e alla celebrazione eucaristica comunitaria, e quello di Saturno *Sabbatum* o *Sabbata*, traduzione dello *Sbabbāt* ebraico. Tuttavia nella liturgia cristiana i giorni sono ancora semplicemente numerati secondo la loro progressione, tranne il primo, la domenica. Nei calendari di lingua germanica il sabato e la domenica hanno conservato gli antichi nomi latini: in inglese per esempio il sabato è il giorno di Saturno, Saturday, e la domenica il giorno del Sole, Sunday. Ma *Shabbāt* e *Dominica* meritano un approfondimento perché sono il cuore della liturgia ebraica e della cristiana.

Il sabato

Sabato o Sabbato. È il nome del settimo giorno della settimana ebraica, dal quale prendevano nome in serie aritmetica anche i vari giorni della settimana. Il "primo dal sabato" corrisponde alla domenica; il secondo dal sabato al lunedì, e così via; il "sesto giorno", venerdì, era anche chiamato "preparazione del sabato", in quanto i cibi e le altre cose necessarie al sabato erano preparate nel pomeriggio del venerdì, da cui il termine appunto "preparazione". Talvolta si chiamava "sabato" anche l'intera settimana[10].

Nome. In ebraico il sostantivo *šabbāt(t)* si presenta come una derivazione dalla radice *š b t* che ha l'ordinario significato di "cessare, riposare" (cfr. l'arabo *sabata* "riposare, cessare dal lavoro", e forse l'assiro *šabātu* "compiere appagare"?); perciò, secondo questa etimologia, *sabato o sabato* significherebbe "cessazione (dal lavoro), riposo", conforme all'uso costante del rispettivo verbo, mentre più tardi sarebbe passato a designare il giorno settimanale in cui si osservava questo riposo.

Il sabato nella Bibbia. - Nelle istituzioni civili-

[10] (cfr. *Levitico*, XXIII, 15, 3° libro del Pentateuco, prima parte dell'Antico Testamento ordinata nei cinque libri della Genesi, Esodo, Levitico, Numeri, Deuteronomio)

religiose dell'ebraismo quella del sabato è una delle più importanti e più sacre. Il sabato, come tutti gli altri giorni della settimana, cominciava al tramonto del giorno precedente e terminava al tramonto del giorno solare del sabato stesso. In tutto questo tempo era di stretto obbligo l'assoluto riposo, cioè la cessazione da qualsiasi lavoro materiale, anche se urgente: sotto questa prescrizione cadevano, ad es., il cuocere i cibi *(Esodo,* XVI, 23), il raccogliere la manna *(ibid.,* 26 segg.), l'arare o il mietere *(Es.,* XXXIV, 21), l'accendere il fuoco nelle case *(Es.,* XXXV, 3), il raccogliere legna nel campo *(Numeri,* XV, 32 segg.), il comprare o il vendere e simili. In tempi tardivi, sotto l'influenza delle idee farisaiche, si delimitò anche il cammino che era lecito fare nel sabato senza violare il precetto del riposo, e fu chiamato *tehūm ha-šabbat* "limite del sabato", o anche "cammino del sabato" e fu calcolato a un raggio di distanza di 2000 cubiti[11] (meno di 1500 passi). Al riposo erano obbligati anche gli schiavi e i forestieri dimoranti nel territorio israelitico, nonché gli animali domestici: la violazione era punita con la morte *(Esodo,* XX, 10; XXXV, 2, ecc.).

Al precetto del. "riposo" era unito quello di una liturgia speciale nel tempio di Gerusalemme, dove si offriva, oltre alle vittime quotidiane, un particolare sacrificio di due agnelli *(Num.,* XXVIII, 9 segg.); inoltre *in* questo giorno si mutavano "i pani della proposizione", ch'erano stati esposti durante la settimana nell'interno del santuario del "santo dei santi". *(Levit.,* XXIV, 8). Più tardi, nelle sinagoghe s'introdusse la lettura della Legge e dei Profeti, accompagnata da particolari preci. In genere, poi, il sabato era un giorno consacrato a Dio e un giorno di gioia. L'osservanza del sabato fu presto notata dai vari popoli pagani con cui i Giudei vennero in relazione. Già nel sec. II a.C. la sua abolizione fu uno dei punti che si propose Antioco Epifane nel suo programma di ellenizzazione della Palestina. Durante la persecuzione di Antioco alcuni fedeli israeliti preferirono lasciarsi uccidere piuttosto che difendersi con le armi, per impugnare le quali avrebbero dovuto violare il "riposo" sabbatico; tuttavia, poco dopo, fu stabilito di non considerare legittimo attaccare gli avversari il sabato, ma legittimo difendersi se attaccati. Questa norma fu osservata ancora un secolo dopo durante l'assedio di Gerusalemme da parte di Pompeo nel 63 a.C. Successivamente Cesare, migliorando le relazioni fra Romani e Giudei sollevò questi dall'obbligo del servizio militare proprio per questa tradizione da lui rispettata del riposo sabbatico, come ci narra Giuseppe, Flavio[12], protagonista dei difficili

[11] Il *cubito regale* o *divino* corrisponde a 0,525 metri, diviso in 7 palmi (0,075m). L'esame statistico delle dimensioni dei monumenti egizi mostra come questi siano multipli interi del cubito regale. Esisteva, ma poco usato, un *cubito piccolo* (0,450m), diviso a sua volta in 6 palmi, equivalente al palmo già citato (75mm). Il cubito regale di 525mm resta comunque l'unità di lunghezza più diffusa nell'antichità anche perchè supporta le frazioni 1/3, 1/4, 1/7 (il palmo), 2/3, 3/4.

[12] Giuseppe, Flavio o meno corretto Giuseppe Flavio. Storico giudeo, figlio di Mattia, appartenente a famiglia sacerdotale, nato nel 37-38 d.C., educato nello studio delle leggi religiose, lo portò giovanissimo a simpatizzare ora con il sadduceismo (partito politico giudaico, che a differenza dei farisei riconosceva il valore della Legge religiosa scritta e respingeva la tradizione orale con le credenze ad essa connesse, quali resurrezione dei corpi, sopravvivenza dell'anima) ora con l' essenismo (gruppo ebraico organizzato in comunità isolate di tipo monastico e cenobitico), che lo portò a darsi alle pratiche ascetiche e rimanere tre anni nel deserto. Poi aderì al fariseismo. Entrato nel servizio del Tempio di Gerusalemme nel 64 fu incaricato di recarsi a Roma per ottenere la liberazione di alcuni sacerdoti arrestati dal procuratore Felice. A Roma conobbe Poppea, che, se non era giudaizzante, aveva certo simpatie per i culti orientali, e con il suo interessamento riuscì nel suo scopo. Tornato in Palestina alla vigilia della grande ribellione, nel 66, fu incaricato dal Sinedrio di una missione in Galilea, per apprestare, come egli stesso dice nella *Guerra giudaica* (II, 562 segg.), la difesa contro i Romani; secondo l'*Autobiografia*, Giuseppe sarebbe stato invece incaricato di sorvegliare gli estremisti, che volevano la guerra a ogni costo. Tra le due contraddittorie versioni va preferita quella dell'*Autobiografia,* sia perché Giuseppe doveva essere noto come filo-romano, sia perché le alte autorità religiose di Gerusalemme furono inizialmente ostili alla ribellione. È quindi da ritenere che egli, invitato a tenere il comando militare della regione col compito d'impedire ogni atto violento contro Roma, solo dal precipitare degli eventi fosse poi stato costretto a prender parte alla guerra. Ciò spiega come il capo degli estremisti della regione (zeloti, sostenitori fanatici della Legge e dell'indipendenza ebraica), Giovanni di Gischala, per quanto accusasse di tradimento Giovanni, non riuscisse mai a ottenerne il richiamo. La difesa della Galilea volse presto a male e Giuseppe si dovette ritirare nella piccola fortezza di Iotapata, dove sostenne un assedio di 47 giorni ad opera di Vespasiano, generale agli ordini di Nerone. Secondo il racconto di Giuseppe stesso, quando la fortezza fu presa d'assalto, egli si rifugiò in una cisterna con 40 compagni, i quali decisero, seguendo la sua proposta, di uccidersi mutualmente nell 'ordine stabilito dalla sorte: egli rimase ultimo con un compagno e lo persuase ad arrendersi con lui ai Romani. È facile indovinare da questa storia un qualche sotterfugio di Giuseppe per sopravvivere ai compagni (67 d.C.). Condotto davanti a Vespasiano, egli si atteggiò a profeta e gli predisse l'impero. Avveratasi due anni dopo la predizione, Vespasiano si ricordò di lui e lo liberò: in conseguenza Giuseppe assunse il gentilizio del suo patrono, Flavio. Dopo aver accompagnato Vespasiano ad Alessandria, tornò in Palestina al seguito di Tito e assistette all'assedio di Gerusalemme, riusciti vani i suoi tentativi di persuadere i connazionali alla resa. Dopo la guerra, venne con Tito a Roma e visse alla corte dei Flavi, attendendo ai suoi lavori storici, e fu insignito della cittadinanza romana. È evidente che i Flavi, soprattutto per la prima sua opera, la *Guerra giudaica,* lo consideravano un prezioso strumento di propaganda pacificatrice fra gli Ebrei della diaspora. Morì intorno al 100 d.C.
Come storico Giuseppe ebbe due mire: difendere l'opera svolta da lui stesso e dal suo partito filo-romano durante la ribellione; illustrare ed esaltare il giudaismo davanti ai pagani. La sua costante fedeltà a Roma è sincerissima, non esistendo per lui la minima contraddizione fra il dominio romano e le norme rituali e culturali della Legge avita. Ma la mancanza di ogni profonda interiorità provoca in lui quell'assenza di nobiltà che gli è caratteristica.
Le opere di Giuseppe sono quattro: La *Guerra giudaica*, le *Antichità Giudaiche*, il *Contro Apione,* e più esattamente *Sull'antichità del popolo ebraico*, l' *Autobiografia* in un libro pubblicato per la prima volta negli anni 93-94 come appendice alle *Antichità*, che ha dato a Giuseppe immensa fortuna soprattutto in ambiente cristiano, per merito del famoso accenno a Gesù appunto in *Antichità*, poi ampliato da interpolazioni cristiane con traduzioni e rielaborazioni in molte lingue.

rapporti fra Roma e Gerusalemme nel primo secolo d.C.
Anche scrittori romani alludono all'usanza del sabato, per lo più sarcasticamente e senza comprenderne il significato (Tacito, *Historiae,* V; Giovenale, *Satire* , XIV, 105-6); lo stesso Augusto, amico dei Giudei, fraintende l'usanza del sabato ebraico e crede che sia giorno di digiuno per essi (Svetonio, *Divus Augustus*).

Origine. Il significato del sabato per gli Ebrei è spiegato in *Esodo,* XXXI, 13-17 (cfr. XX, II, ecc.): esso consiste nel fatto che, come Dio Jahvè ha fatto il cielo e la terra in sei giorni e al settimo "cessò e si riposò", cosìchè i membri di quella nazione che è la prediletta del Dio Jahvè lo devono imitare nell'osservanza del "riposo" al settimo giorno.
Le origini etnologiche dell'istituzione oltrepassano l'odierna documentazione storica. Precisi paralleli al sabato ebraico non si sono ritrovati in altri popoli, ma solo vaghe analogie: ad es., fra i Romani le *feriae,* in cui gli affari erano sospesi, o i *dies nefasti* in cui non si tenevano tribunali o comizi. Può darsi che la remota origine del sabato ebraico si rifaccia a qualche istituzione babilonese, il ša-bat-tum. Tuttavia esso si presenta storicamente con caratteristiche ben differenti e senza alcun indizio di giorno nefasto, mentre poi il "riposo" investe l'intera nazione e non soltanto il re, il sacerdote, il medico, o altra casta particolare; è anche indispensabile aver presente che il sabato ebraico non imponeva il "riposo" come mezzo apotropaico, cioè di annullare un influsso magico maligno, ma piuttosto come invito a un bene quale era un avvicinamento dell'uomo alla Divinità con l'imitazione del riposo di essa. L'intransigenza infatti, riguardo al "riposo" è portata alle ultime conseguenze specialmente in tempi tardivi, tanto da ricordare un tabu superstizioso, mentre in epoche anteriori l'istituzione era considerata piuttosto come un sollievo giocondo.

Anno sabbatico. Come il settimo giorno importava il "riposo", così ogni settimo anno era prescritto un particolare "riposo" sociale (vedi, ancor oggi, la possibilità di usufruire di un anno sabbatico ogni sette anni per ragioni di studio o ricerca, senza impegni didattici e istituzionali, per i docenti universitari). Questo consisteva nel lasciare il suolo senza lavori agricoli, cosicché il terreno si rinforzava, mentre poi i frutti venuti spontaneamente erano accessibili a tutti (poveri, pellegrini, ecc.); inoltre in detto anno era anche sospesa la riscossione dei crediti, appunto perché mancavano i proventi agricoli (cfr. *Esodo,* XXIII; cfr. *Levit.,* XXV, 1-7; *Deut.,* XV). Ogni 7 anni sabbatici, cioè dopo ogni (7 X 7), cadeva un cinquantenario, ovvero l'anno del giubileo.
L'osservanza del sabato presso il giudaismo dell'era cristiana è confermata e precisata nella legislazione talmudica, che nei trattati *Shabbāth* (espressamente sul sabato), *'Erubin* (sul cammino permesso di sabato), *Yom tob* (sulle opere e i cibi permessi) scende a minutissime prescrizioni e adduce larga casuistica riguardo al sabato. Le prescrizioni per l'anno sabbatico sono contenute nel trattato *Shebi'īth.*

Ulteriori considerazioni sul sabato ebraico. "L'arte di osservare il settimo giorno" scrive Abraham Joshua Heschel[11] "è l'arte di dipingere sulla tela del tempo la misteriosa grandiosità del culmine della creazione: come Egli ha santificato il settimo giorno, così faremo noi. Amare il sabato è amare quello che abbiamo in comune con Dio. La nostra osservanza del sabato è una parafrasi della Sua santificazione del settimo giorno". Osservare il settimo giorno non significa dunque obbedire soltanto a un comando divino: significa creare ogni volta il settimo giorno come "signore e re di tutti i giorni", signore e re del tempo. Emile Zola ha osservato come il 7 è tradizionalmente il ritorno all'uno poiché è indivisibile se non per se stesso o appunto per uno, essendo numero primo, è immobile e verginale perché, non genera nulla all'interno della decade e in questa non è il doppio di nessun numero, in ciò simile allo zero, l'ingenerato e il non generante; simbolo dell'unione dei contrari, dunque di unità e perfezione. E' il numero della costruzione del mondo e della pienezza dei tempi. Nella *Genesi* si dice tuttavia: "Il settimo giorno Dio terminò la sua opera": il che sembrerebbe in contraddizione con un altro passo della Bibbia dove è scritto: "In sei giorni il Signore creò il cielo e la Terra". Che cosa mai creò nel settimo giorno "terminando la sua opera?". Abraham Heschel sostiene, sulla scia di altri teologi ebrei, che Dio creò la *menuché*,

[11] Heschel (Varsavia, 11.01.1907-New York, 23.12.1972) fu studioso del pensiero ebraico e autore di numerosi testi filosofici riguardanti il pensiero ebraico sull'uomo. *The Sabbath* (1951) è un suo libro suggestivo sul significato ebraico del Sabato.

ovvero la felicità, il silenzio, la pace e l'armonia, che alcuni rabbini interpretarono anche come sinonimo di vita eterna, della vita nel mondo futuro.
Il sabato è dunque la presenza dell'Eternità nel tempo. Una leggenda narra che quando Dio stava per consegnare a Israele la Torah, ovvero la Legge, disse: "Figli miei! Se voi accetterete la *Torah* e osserverete le mie *mizvoth*[12], vi darò per tutta l'eternità una cosa molto preziosa che io possiedo". "Che cosa è mai" domandò Israele[13] "questa cosa preziosa che ci darai se obbediremo alla Tua Torah?" "Vi darò il mondo futuro". "Mostraci in questo mondo un esempio del mondo futuro". "Il sabato" rispose "è un esempio del mondo futuro". Commenta Heschel: "Il mondo futuro è perciò non soltanto una condizione postuma, che albeggia nell'anima all'indomani del suo distacco dal corpo: l'essenza del mondo futuro è nel Sabato eterno, e il settimo giorno fornisce nel tempo un assaggio di eternità". D'altronde, nella preghiera del Sabato si dice al termine del ringraziamento: "Colui che è misericordioso verso tutti ci conceda in eredità il giorno che sarà tutto un Sabato e un riposo nella vita eterna". "Che cos'è il sabato?" soggiunge Heschel: "E' lo spirito sotto forma di tempo. Con il nostro corpo noi apparteniamo allo spazio, ma il nostro spirito, la nostra anima si leva verso l'eternità e aspira al sacro. Il sabato è ascesa a un vertice; esso ci offre la possibilità di santificare il tempio, di innalzare il bene al livello del sacro, di scorgere il sacro nell'astensione dal profano... Di solito crediamo che la Terra sia nostra madre, che il tempo sia danaro e il profitto nostro compagno. Il settimo giorno ci fa ricordare che Dio è nostro padre, che il tempo è la vita e che lo spirito è il nostro compagno. Vi è un mondo delle cose e un mondo dello spirito. Il sabato è un microcosmo dello spirito, come se riunisse in sé tutti gli elementi del macrocosmo dello spirito". Per l'ebraismo la vita stessa non è altro che un pellegrinaggio verso il settimo giorno; e la settimana che si conclude con il sabato esprime l'aspirazione al Sabato eterno durante tutti i giorni della vita. Esso cerca di tramutare il desiderio per le cose dello spazio in desiderio per le cose del tempo insegnando all'uomo a desiderare il settimo giorno durante la settimana. Dio stesso desiderava quel giorno chiamandolo *Chemdath Jamim*, un "giorno desiderabile" commenta Heschel. E' come se al comando "non desiderare le cose dello spazio" corrispondesse "Tu desidererai le cose del tempo".

La domenica
In Europa e in America latina è considerato l'ultimo giorno della settimana, mentre dalla chiesa cattolica, negli Stati Uniti e in Brasile è considerato il primo[14].
Il 7 marzo 321 l'imperatore Costantino, seguace del *Deus Sol Invictus*, stabilì che il primo giorno della settimana (il giorno del Sole, *dies Solis*) doveva essere dedicato al riposo perché la chiesa sin dal tempo degli apostoli osservava la domenica.
La religione del *Sol Invictus* restò in auge fino al celebre editto di Tessalonica di Teodosio I del 27 febbraio 380, in cui l'imperatore stabilì che l'unica religione di stato era il Cristianesimo e per tale ragione, il 3 novembre 383 il *dies Solis* venne rinominato *dies dominicus* e in tale forma è giunto fino a noi.
I cristiani hanno basato l'osservanza della domenica sulla resurrezione di Cristo dopo che i rituali della legge di Mosè vennero aboliti e con essi il riposo sabbatico.
La domenica cristiana nasce come memoriale della Resurrezione: il suo nome deriva infatti dal greco *Kyriaché eméra* o semplicemente *Kyriaché,* "giorno del *Kyrios*", del Signore vittorioso ovvero Risorto, tradotto poi in latino con *Dominicus o Dominica dies* o ancora *dies dominicus*. Si cominciò a celebrarla il primo giorno dopo il Sabato ebraico perché in esso, secondo Giovanni, il Risorto apparve ai discepoli per la prima volta. Sicché la riunione domenicale con la celebrazione eucaristica rievoca l'incontro dei primi credenti con il Cristo risorto nel quale si realizza in pienezza la parola di Gesù: "Dove sono due o tre riuniti nel mio nome, io sono in mezzo a loro". Gli Atti

[12] La Mizvà, o meglio le Mizvoth, costituiscono in ogni tempo ed in ogni luogo il modello culturale migliore, e forse l'unico, che possa affermare l'identità ebraica.

[13] Il nome Israele viene citato nella genesi dove viene raccontato l'episodio in cui Dio cambia il nome a Giacobbe, chiamandolo, per l'appunto, Israele (Israele, in una interpretazione diffusa, sta ad indicare "Terra di Giacobbe"). Giacobbe è uno dei Padri dell'Ebraismo nonché eroe *eponimo* del popolo di Israele: infatti venne soprannominato appunto da JHWH stesso "Israele" in quanto "lottò col Signore e vinse", dalla radice *shr*, lottare, ed *El*, Signore. Le sue vicende sono narrate nel libro della *Genesi* (25, 24 - 49, 33).

[14] Nei calendari da scrivania della fine del '700, per intenderci quelli a nastro che srotolando o arrotolando il medesimo attraverso la rotazione di pomelli, indicano il mese, il giorno del mese e il giorno della settimana, quest'ultima parte dalla domenica, inizio del relativo nastro. Anche nel calcolo del giorno della settimana di qualsiasi mese e anno la domenica è indicata dal numero 1 e il sabato dal numero 0.

degli Apostoli testimoniano che la domenica era già istituita al tempo dei viaggi di San Paolo, prima ancora della redazione dei Vangeli: "Il primo giorno della settimana" scrive Luca "ci eravamo riuniti a spezzare il pane e Paolo.., conversava con loro... ". La stretta unione fra la domenica e la resurrezione del Cristo è testimoniata dalla tradizione dei primi secoli. "Giorno della resurrezione del Signore" la definisce Tertulliano; Eusebio di Cesarea: "giorno della resurrezione salvifica del Cristo", e perciò, soggiunge, "ogni settimana, nella domenica del Salvatore, noi celebriamo la festa della nostra Pasqua"; e San Girolamo: "La Domenica è il giorno della Resurrezione, è il giorno dei cristiani, è il nostro giorno".

I primi cristiani, sin dalle origini, subito dopo la resurrezione di Cristo, hanno celebrato il giorno di domenica abbandonando il sabato ebraico, giorno dedicato al riposo. Il sabato infatti divenne per i cristiani un rituale abolito e la domenica una iniziativa cristiana creata nella libertà del vangelo il cui culto è indipendente dalla legge di Mosè. La domenica non è quindi una continuazione o la sostituzione del sabato, ma una iniziativa cristiana che parte da zero, dalla risurrezione di Cristo, indipendente e svincolata appunto dalla legge di Mosè. Il Sabato è inserito nel *Decalogo* (Esodo 20), legge che non rispecchia esclusivamente il carattere eterno del suo autore, cioè Dio, ma è solo un simbolo della legge che Dio diede a Mosè. La legge eterna di Dio è sparsa per tutta la scrittura e i comandamenti morali più importanti non sono compresi nel decalogo e non erano dentro l'arca dell'alleanza.

Dentro l'arca non c'erano solo ed esclusivamente i comandamenti morali eterni, ma leggi che simboleggiavano l'alleanza tra Dio e gli ebrei. Quando Gesù indica i comandamenti morali più importanti ne cita due che non sono nel decalogo e non erano nell'arca dell'alleanza.

Gesù insegna il rispetto dell'uomo, in quanto la vita viene prima di ogni cosa, ma allo stesso tempo fa capire che il sabato è solo un cerimoniale della legge mosaica di secondaria importanza. Il giorno di riposo giudaico, il Sabato, è stato fatto per dedicarsi a Dio e agli altri solo all'interno della legge che Dio diede agli ebrei. Il riposo del sabato è stato dato ai giudei solamente nella legge di Mosè come conseguenza del peccato e della maledizione di Dio sul lavoro che richiedeva riposo dopo l'angoscia di lavorare duramente data come maledizione all'uomo dopo il peccato di Adamo. Nel paradiso dell'Eden non esisteva il riposo sabbatico prima del peccato di Adamo perché la creatura entrava in comunione con Dio quotidianamente, in un sabato quotidiano a partire dal primo sabato alla creazione senza bisogno del rituale giudaico di riposare ciclicamente ogni sette giorni.

In tutto il Nuovo Testamento si capisce che il rituale del riposo del sabato è abolito, il Concilio di Gerusalemme (circa 50 d.C., Atti 15), il primo grande concilio cristiano, rende inutili le prescrizioni rituali e cerimoniali della legge mosaica per i cristiani, abolendo la circoncisione la quale legava all'osservanza di tutti i rituali dati da Dio agli ebrei.

Bisogna inoltre fare una netta distinzione tra legge scritta da Mosè e Legge morale divina: l'una mutevole, l'altra eterna. Le grandi leggi morali non sono comprese esclusivamente nei dieci comandamenti che non rappresentano esclusivamente la legge morale di Dio che è invece sparsa per tutta la sacra scrittura. Il Sabato è un rituale che rientra nel decalogo e verrà abolito insieme agli altri rituali della legge che Dio diede agli ebrei. L'insieme dei dieci comandamenti, come gruppo di leggi, è abolito nel nuovo testamento (solo i comandamenti erano incisi sulla pietra e sono ormai un insieme superato secondo l'apostolo Paolo in lettere ai Corinzi) e le singole leggi del decalogo adesso devono essere prese in considerazione una ad una indipendentemente per verificare se sono valide nella nuova alleanza nel sangue di Cristo. Il sabato, che si basa sul non lavorare ogni settima rotazione della circonferenza terrestre attorno al sole, è un comando fisico e rituale che non ha nulla di etico o morale; la sua prescrizione è ritualistica come il comandamento di circoncidersi.

Il sabato non è un comando universale. Il sabato non esiste oggettivamente, ma è un periodo di tempo deciso arbitrariamente dagli uomini. Ogni giorno è uguale all'altro dal punto di vista di Dio.

Il passaggio dal Sabato alla Domenica è avvenuto in quanto il rituale sabbatico è stato abolito e la domenica non è la continuazione o la sostituzione del riposo del sabato, ma una nuova iniziativa cristiana nella libertà di culto, un culto che parte da zero e non è più legato alla legge di Mosè.

Originariamente la domenica coesisteva con il sabato in alcune comunità che osservavano entrambi i giorni, l'una come memoria della Resurrezione, l'altro della Creazione. Ma con la polemica antisabbatica di san Paolo "Nessuno dunque vi condanni più in fatto di cibo o di bevande, o riguardo a feste, a noviluni e a sabati; tutte queste cose sono ombre delle future, ma la realtà è invece Cristo" le comunità di provenienza ellenistica non si sentirono più obbligate al riposo sabbatico, né lo trasferirono alla domenica. Per giustificare questa trasgressione formale del Decalogo si rievocava l'esempio di Gesù che era entrato talvolta in conflitto con l'osservanza materiale del giorno di riposo, e si elaborò una teologia che lo intendeva in chiave escatologica. Sant'Agostino avrebbe poi sintetizzato il pensiero dei Padri della Chiesa che lo avevano preceduto affermando alla fine delle Confessioni: "O Dio Signore, poiché tutto ci hai largito, dà a noi la pace, la pace e il riposo del Sabato, di quel Sabato che non ha sera". La pratica della domenica consisteva inizialmente nell'obbligo di pregare insieme con entusiasmo, e nella celebrazione dell'eucaristia. "Questo pasto" scriveva san Giovanni Crisostomo "è un pasto di unione fraterna perché tutti vi prendono parte come al Signore stesso. Astenersi da questo pasto significa separarsi dal Signore: il pasto domenicale è quello che noi prendiamo in comune con il Signore e i fratelli". La si festeggiava in due distinte riunioni, l'una all'alba, durante la quale si cantava un inno al Cristo e ci si impegnava con un giuramento alla pratica delle virtù morali; l'altra la sera, quando si consumava un pasto celebrandovi l'eucaristia. Queste notizie le abbiamo ricevute da una lettera di Plinio il Giovane, procuratore di Bitinia nell'Asia Minore, indirizzata nel 112 all'imperatore Traiano. Plinio aggiunge che fece applicare l'ordine imperiale che proibiva i pasti collettivi. Sopprimendoli, si spinsero i cristiani a separare il sacramento eucaristico dall'*agape* (banchetto), così che non si celebrò più l'eucaristia durante il pasto collettivo a imitazione dell'Ultima Cena.

Da quel momento, probabilmente, l'eucaristia fu celebrata al mattino dopo le preghiere cantate, le istruzioni e la confessione. L'interdizione di Traiano avrebbe così contribuito alla costituzione essenziale della messa nelle sue due parti, la prima con la riunione aliturgica, di genere sinagogale, la seconda con il sacramento del pane e del vino. Tuttavia, a partire dal secolo IV, per motivi non chiari, cominciò un ritorno graduale alle usanze sabbatiche. In alcune comunità, a imitazione degli Ebioniti[15] ebraico-cristiani, rimasti per tradizione rigidi osservanti della Legge mosaica, si celebrava il sabato con la domenica perché venivano considerati "due giorni fratelli", secondo la definizione di Gregorio di Nissa (Cesarea 335-Nissa 395 circa): il primo della creazione, il secondo della Resurrezione, ovvero della "seconda creazione".

Ma l'evento determinante fu la legge del 7 marzo 321 che imponeva l'obbligo civile del riposo nel "venerabile giorno del Sole", così lo chiamava ancora Costantino, che fino ad allora era lavorativo per tutti. A partire da quella data e attraverso un processo che si sviluppò fino al medioevo la domenica ha assunto le caratteristiche attuali, con il duplice precetto di riposo festivo obbligatorio per i lavori detti un tempo "servili" e di partecipazione alla celebrazione eucaristica: questo in teoria, perché con le esigenze della società contemporanea, molte sono le deroghe al riposo domenicale.

D'altronde, anche la messa domenicale può essere anticipata al sabato sera. Ma questa in realtà non è una vera deroga perché per la liturgia vige ancora la divisione antica del giorno, dall'Avemaria a un'altra. La deroga riguarda invece la messa che si celebra la sera della domenica, quando cade dopo l'Avemaria. L'assunzione del riposo sabbatico nella domenica comportava logicamente anche l'assunzione del memoriale della creazione. D'altronde già Eusebio di Vercelli (283-371), uno dei principali esponenti della lotta contro l'eresia ariana, che partecipò al concilio di Alessandria del 362 in cui si decise perdonare i vescovi ariani purchè ritornassero allo stato laicale, aveva scritto: "E' in questo giorno che Dio ha cominciato le primizie della creazione del mondo e, nel medesimo giorno, Egli ha dato al mondo le primizie della resurrezione, principio della settimana". Sicché oggi ancora un filone della tradizione cristiana considera giustamente la domenica come il giorno memoriale sia della prima che della seconda creazione. In essa infine è

15) Gli ***Ebioniti*** è il nome con cui alcuni scrittori cristiani indicano un gruppo di fedeli di orientamento giudaizzante, dapprima considerati scismatici da Giustino di Nablus, e quindi eretici da diversi padri della Chiesa, per rifiutare la predicazione e l'ispirazione divina dell'apostolato di Paolo di Tarso. La parola Ebioniti (in greco *Ebionaioi*), è una traslitterazione del termine ebraico *Evionim*, che significa "poveri". Questo termine si incontra, per la prima volta, in Ireneo, senza però che questi ne dia un significato preciso. Origene ed Eusebio sostenevano che il nome di questa setta derivava dalla limitatezza della loro intelligenza, o dalla povertà della Legge a cui si riferivano, o dalla povertà della loro comprensione di Cristo. Naturalmente, queste definizioni non rispecchiano l'origine storica del nome.

assunto e illuminato anche il pagano "giorno del Sole" perché il Sole è un simbolo del Cristo, Luce che ha creato la luce all'inizio del mondo, che continuamente la ricrea, ed è con la Resurrezione Sole di giustizia, *Lumen gentium* (Cattabiani).

La domenica è dunque, analogamente allo *Shabbāt*, memoria del passato, attuazione del presente e profezia del futuro. "Questo settimo giorno" scriveva sant'Agostino "sarà il nostro sabato la cui fine non sarà più una sera, ma una domenica come ottavo giorno che è consacrato alla resurrezione del Cristo; che prefigura il riposo non soltanto dello spirito ma anche del corpo. Là noi saremo liberi e vedremo; vedremo e ameremo; ameremo e loderemo. Ecco che cosa ci sarà alla fine senza fine". Per questo motivo il concilio del Laterano del 1215 impose lo stretto obbligo della messa domenicale; e la costituzione liturgica del Vaticano II afferma che "la domenica è la festa primordiale che deve essere proposta e inculcata alla pietà dei fedeli", e dunque considerata come fondamento e nucleo di tutto l'anno liturgico. D'altronde, la celebrazione della Pasqua nella domenica della Resurrezione è venuta dopo quella di ogni Domenica. Intorno a questi due nuclei si è formato gradualmente l'anno liturgico con il quale la Chiesa celebra con sacra memoria, in giorni determinati, l'opera di salvezza compiuta da Cristo.

Le corrispondenze fra altri calendari e il gregoriano al 2010

Calendario egizio 6246, ebraico 5770, antico calendario romano 2763, calendario buddista 2554, calendario copto 1726, calendario islamico 1430, calendario persiano 1388. Esistono ovviamente altri calendari, il cinese, quello Maya e altri, ma è certamente il gregoriano che costituisce il riferimento internazionale pur nell'autonomia delle tradizioni.

BIBLIOGRAFIA

1/ AA.VV., *Calendar*, in *Encyclopaedia of Religions and Ethics*, Edimburgh 1910

2/ Bouchet, U., *Hémérologie*, Paris 1868

3/ Brockmann. F.J., *System der Chronologie*, Stuttgart 1883

4/ Cappelli, A., *Cronologia, Cronografia e Calendario Perpetuo*, U. Hoepli Editore, Milano 1998

5/ Cattabiani,A., *Calendario*, Rusconi Libri, Milano 1991

5/ Cicconetti, G., *Trattato di geodesia e topografia*, Vallardi Editore, Milano 1938

6/ Duchesne, L., *La question de la Pasque au concile de Nicée*, in *Revue des questions historiques*, XIV, Paris 1880

7/ Duncan, D.E., *Calendario*, Piemme, Casale Monferrato 1999

8/ *Enciclopedia Italiana*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1949

9/ Fotherigham, J.K., *The calendar*, in *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris,* London 1931-1934

10/ Ginzel, F.K., *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie,* Leipzig 1906-1914

11/ Guenon, R., *Simboli della scienza sacra*, Milano 1975

12/ Gulisano, P., *Colombano, Un Santo per l'Europa,* Ancora, Milano 2007

13/ Hartmann, O.E., *Roemisches Kalendaer*, Leipzig 1906-1914

14/ Ideler, L., *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie*, Berlino 1825-1926

15/ Mommsen, T., *Roemische Chronologie bis auf Caesar,* Berlin 1858

16/ Monti, C., Ferrari da Passano C., Mussio L., *La meridiana solare del Duomo di Milano. Verifica e ripristino nell'anno 1976,* V.F.D., Milano 1977

17/ Monti, C., *Almanacco per l'anno 1984 riferito alle coordinate astronomiche della guglia maggiore del Duomo di Milano*, Bollettino SIFET, n.1, Pavia 1984

18/ Monti, C., *Teoria e costruzione dell'orologio solare a piano verticale e orizzontale,* Riv. Noi Geometri, n.6, 1986, n.1, 2, Milano 1987

19/ Monti, C., *Sul calendario astronomico,* Bollettino SIFET, n.1, Pavia 1994

20/ Monti, C., *II calendario cronologico*, Rivista del Dipartimento del Territorio, n. 1, Roma 1996

21/ Monti, C., *Cos'è il tempo? E' l'immagine mobile dell'eternità?*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 2., Roma 2002

22/ Monti, C., *Gli orologi solari dall'antichità ad oggi: la sperimentazione empirica ed i principi scientifici*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 1/ 2008, Roma 2008

23/ Monti, C., *Gli orologi solari: alcune realizzazioni in rapporto ad azimut del Sole, piani di rappresentazione, tipo di ora*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 2/ 2008, Roma 2008

24/ Parker, R.A., *The calendars of ancient Egypt*, in *Studies in Ancient Oriental Civilization,* n.26, Univ. of Chicago Press 1950

25/ Rondorf, W., *Sabato e Domenica nella Chiesa antica*, Torino 1979

26/ Santillana, G. de., Dechend, H. von., *Il mulino di Amleto*, Adelphi, Milano 1983

27/ Scaliger, J.J., *De emendatione temporum*, Ginevra 1629

28/ Schram, R., *Kalendariographische und chronologische Tafeln*, Leipzig, 1908

29/ Sethe, K., *Die Zeitrechnung der alten Aegypter*, in Nach. der Gesellsch. der Wissensch. zu Goelligen, Phil.-Hist.Kl., 1919

30/ *The Enciclopaedia Britannica*, Fourteenth edition, The Enc. Brit. Company, LTD, London 1929

31/ *http://it.wikipedia.org/*

32/ Winckler, H., *La cultura spirituale di Babilonia*, Milano 1982

33/ Zimmer, H., *Die Keilinschriften und das Alte Test*., Berlino 1903

ESTIMO

L'estimo ed i suoi modelli
di L. Caraglio 3

RILEVAMENTO

Applicazioni di rilievo multi-sensore per il restauro della guglia maggiore del Duomo di Milano
F. Gaudio, C. Monti 34

TOPOGRAFIA

L'equivoco del calcolo topografico negli istituti tecnici per geometri
A. Selvini 48

VARIE

La nascita della scienza nel mondo antico occidentale
T. Bellone, L. Mussio 53

VARIE

Origini e vicende del calendario occidentale parte 1
C. Monti 80

Origini e vicende del calendario occidentale parte 2
C. Monti.....116

LUIGI CARAGLIO

L'estimo ed i suoi modelli 3

FIORELLA GAUDIO, CHIARA MONTI

Applicazioni di rilievo multi-sensore per il restauro della guglia maggiore del Duomo di Milano 34

ATTILIO SELVINI

L'equivoco del calcolo topografico negli istituti tecnici per geometri 48

TAMARA BELLONE, LUIGI MUSSIO

La nascita della scienza nel mondo antico occidentale 53

CARLO MONTI

Origini e vicende del calendario occidentale parte 1.....80
Origini e vicende del calendario occidentale parte 2.....116