

ARRELS MEDIEVALS DE LA REVOLUCIÓ CIENTÍFICA: GERBERT D'ORLHAC I LA CIÈNCIA VIGATANA DEL SEGLE X

M. PAU GINEBRA I MOLINS

L'aparició de la ciència experimental és un esdeveniment històric de primer ordre, i les conseqüències que n'han resultat encara no s'han avaluat prou a fons. Aquesta aparició va ser el resultat d'un procés que va produir un canvi profund de les perspectives i dels mètodes emprats per a estudiar la natura. Per a designar-lo s'ha encunyat una expressió que ja forma part del vocabulari filosòfic i cultural dels nostres dies: La Revolució Científica.

El mot revolució connota un cert matís de ruptura, d'innovació substancial, i això el diferencia del que s'entén per un canvi gradual i lent. Implica, emprant un llenguatge físico-matemàtic, algun tipus de singularitat a la trajectòria del seu desenvolupament. Aquesta singularitat té unes coordenades d'espai i de temps ben definides: l'època del Renaixement a l'occident europeu, marc en el qual es va configurar la ciència experimental.

Segons Agazzi, si bé és correcte parlar d'un «renaixement» en l'àmbit de la cultura o de l'art, en el de les ciències experimentals més aviat s'hauria de parlar d'un autèntic «naixement», entès com el començament d'una manera nova, no-filosòfica, d'aproximar-se a l'estudi del món físic¹.

El que volem assenyalar, ara és que tot naixement l'ha de precedir un període, més o menys llarg, de gestació. Període en què van assolint forma els diferents elements sense els quals no podria tenir lloc el «naixement». En el cas de la ciència experimental, aquests elements prefiguradors ja hi eren presents en l'etapa prèvia al Renaixement, encara que d'una manera inci-

1. Cfr. AGAZZI, E., *La revolución científica y sus consecuencias espirituales en la cultura de occidente*, ponència presentada a la xxviena Reunió filosòfica de la Universitat de Navarra. Març 1989, *pro manuscripto*.

piet i desorganitzada, i ja s'hi poden entreveure alguns trets que caracteritzaran la futura ciència experimental. Per tant, es pot afirmar que el substrat en el qual s'havia de forjar la Revolució Científica na va ser, de fet, ni podia haver estat, un substrat qualsevol; havia de reunir unes condicions adequades i de contenir uns factors específics, que no eren fruit de l'atzar ni de la improvisació, sinó el resultat d'una llarga herència cultural. El pas dels segles va contribuir, així, a enriquir l'*humus* en el si del qual es va desencadenar i implantar el nou mètode científic experimental.

L'originalitat i l'autèntica gènesi de la ciència moderna s'entén, per tant, amb més profunditat, si la projectem sobre el fons de la continuïtat essencial de la tradició científica a occident. Així ho han assenyalat, des de finals del segle XIX i en el XX, nombrosos treballs d'investigació sobre fonts i manuscrits medievals, desenvolupats per insignes historiadors de la ciència com Pierre Duhem, Anneliese Maier, Alexander Coyré i A.C. Crombie, entre d'altres².

En el si d'aquesta continuïtat sorgeixen en certs moments històrics alguns factors que, sense ser absolutament decisius, actuen com una mena de fertilitzants, potser a llarg termini, del terreny on germinarà la llavor de la ciència. En aquest estudi ens volem referir a alguns d'aquests factors, que varen arribar a l'occident cristià mitjançant els primers contactes amb la cultura àrab.

La influència àrab a la cultura medieval europea.

Les dades sobre l'estat del coneixement de la natura que es tenia en els monestirs i en les escoles catedralícies d'occident abans del contacte amb la cultura islàmica són més aviat escasses. Després d'una època de profundes perturbacions socials i de conflictes bèl·lics, que havien posat en perill la subsistència de la tradició greco-llatina, aquesta havia sobreviscut només en part en els claustres dels monestirs, on es conservaven les obres de compilació d'alguns enciclopedistes llatins, que constituïren, abans de la difusió de les traduccions àrabs, els pilars on es recolzava tot el saber d'occident; la *Història natural* de Plini (23-79 dC) era un compendi de cosmologia, geografia, antropologia, fisiologia, zoologia, botànica, agricultura, medicina, minaralogia i belles arts. La matemàtica i la lògica es podien estudiar en l'obra de Boeci, que recollia les aportacions d'Euclides, Nicòmac i Ptolemeu, i incloïa fins i tot la traducció llatina d'una part de la lògica d'Aristòtil; mal-

2. Vid., per exemple, DUHEM, P., *Le Système du Monde, Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Hermann, Paris 1958; MAIER, A., *Scienza e Filosofia nel Medioevo*, Jaca Book, Milano 1984; KOYRÉ, A., *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris 1966; CROMBIE, A.C., *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*, Alianza Universidad, Madrid 1987.

grat tot sembla que al segle X només es coneixien les traduccions de les *Categories* i del *De Interpretatione*, i que fins al segle XI no es va arribar a reconstruir totalment el *corpus* aristotèlic³.

També varen contribuir a mantenir viva l'herència científica dels grecs les obres del bisbe visigot Isidor de Sevilla (560-636), de Beda el Venerable (673-735), d'Alcuí de York (735-804) i de Raban Mauro (776-856).

En aquest marc cultural es varen establir en el segle IX, i més plenament en el X, els primers contactes amb la cultura àrab, que varen tenir una ressonància ambivalent; per una banda varen actuar com un vehicle de transmissió i de recuperació d'una part de les obres clàssiques, que s'havien perdut a occident i en aquest sentit varen ser un element de continuïtat. Per una altra banda, com ja hem assenyalat anteriorment, varen aportar també alguns elements innovadors que contribuïren a preparar el terreny on podria germinar ulteriorment la ciència experimental.

Cal tenir en compte que la progressiva recuperació de les obres clàssiques s'integrava en el si d'una visió de l'home i del món diferent de l'antiguitat greco-llatina. En aquesta última s'havia anat imposant, al menys a gran escala, una concepció organicista de la natura. En desacord amb l'atomisme mecanicista de Leucip i Demòcrit, Plató i Aristòtil s'havien representat la totalitat del cosmos com un gran organisme vivent, les parts del qual eren mútuament relacionades, i amb un comportament que deixava sempre un cert marge d'imprevisibilitat. L'extensió del cristianisme va contribuir a superar aquesta perspectiva, impregnada d'un panteisme més o menys explícit, i va proporcionar a l'home medieval la confiança en la racionalitat de la natura, que era l'obra d'un Déu personal infinitament savi, que l'havia fet també a ell mateix a la seva imatge i semblança i, per tant, amb capacitat de conèixer les lleis de la natura. S'havia preparat així el substrat mínim per a l'establiment de les bases racionals de la ciència experimental; substrat que, en canvi, mancava a la cultura antiga⁴.

Aquest mateix substrat va permetre també l'assimilació d'aquells altres elements innovadors que amb la cultura àrab havien arribat a l'Europa cristiana, i que es van anar incorporant de mica en mica a la ciència occidental; ens estem referint, per una banda, al perfeccionament de la tècnica matemàtica, i per una altra a un cert canvi d'actitud de l'home davant de la natura.

La matematització progressiva de les lleis de la natura és un pas decisiu per a la configuració de la ciència experimental⁵. L'aplicació del càlcul matemàtic a la física la podem trobar ja en els segles XIII i XIV, en els estudis

3. Cfr. GILSON, E., *La Philosophie au Moyen Age*, 2a ed., Payot, París 1962, pàg. 228.

4. Cfr. JAKI, S.L., *Science and Creation*, Scottish academic Press, Edimburg 1974, cap. VIII i X.

5. En aquesta línia no pot faltar una referència a l'exhaustiu treball d'investigació de l'historiador de la ciència, holandès, E. DIJKSTERHUIS, que abona amb una extensa documentació aquesta tesi. *Vid.*, per exemple, *Il meccanicismo e l'immagine del mondo. Dai presocratici a Newton*, Feltrinelli Editore, 2a ed., Milano 1980.

de Roger Bacon i Nicolau Oresme entre d'altres. Malgrat tot, si retrocedim als segles anteriors, és possible descobrir un impuls decisiu per a la formulació matemàtica de la regularitat dels fenòmens naturals en el punt de confluència de la ciència matemàtica àrab i la convicció cristiana de la racionalitat del cosmos.

Pel que fa a l'actitud de l'home davant del món físic, cal assenyalar que, en els primers segles de l'edat mitjana, l'estudi de la natura tenia una importància bastant secundària. Els fenòmens naturals interessaven en la mesura que oferien il·lustracions de les veritats religioses o morals, i no tant quant als possibles resultats o aplicacions pràctiques. L'arribada de la ciència àrab va produir un gradual i progressiu viratge en la intencionalitat de l'estudi de la natura. No només per als nous continguts que aportava, sinó, sobretot, pel canvi en la concepció de la finalitat de la ciència, que era concebuda pels àrabs com un mitjà de domini de la natura. Aquesta concepció implicava una disposició més activa i una projecció tècnica que va actuar com un pol d'atracció potent pels savis d'occident, i que va contribuir a fer créixer llur interès per l'aspecte aplicable de la ciència⁶.

Fins aquí hem assenyalat alguns trets generals del que podríem anomenar els antecedents medievals de la Revolució científica. Ens sembla important, però, evitar el perill de reduir l'estudi de la formació d'aquesta «racionalitat científica» a la reconstrucció d'una sèrie de processos lògics abstractes. Això ens portaria a una visió simplista de la història de la ciència. Convé no oblidar que la ciència és una realitat humana i que, per tant, considerar-la asèpticament com una recerca desapassionada de coneixements seria reduir la seva riquesa a un únic aspecte parcial⁷.

Gerbert d'Orlhac i la seva estada a Vic: el contacte amb dues cultures.

Un cop fetes aquestes reflexions, resulta molt il·lustratiu considerar com es va dur a terme aquesta integració d'elements culturals àrabs en la civilització cristiana, no en un àmbit general i abstracte, sinó «in concreto», mitjançant un dels seus protagonistes. La interacció entre aquestes dues cultures tan diferents va tenir lloc en un marc geogràfic bastant ben definit, principalment la Península Ibèrica i Sicília. Un dels primeríssims factors, i al mateix temps una de les figures més sobresortints del segle x fou Gerbert d'Orlhac (930-1003).

Malauradament, aquí no ens podem entretenir fent una exposició exhaustiva de la vida i de les obres d'aquest savi de l'alta edat mitjana, que

6. Cfr. MACAGNI, C., *L'eredità classica e la scienza islamica*, a *Storia delle Scienze*, dirigida per Evandro Agazzi, Città Nuova Editrice, vol. 1, Roma 1984, pàg. 117-139.

7. Cfr. AGAZZI, E., *Storia della Scienze*, op. cit., pàg. 11.

va promoure una vasta labor cultural a l'escola de Reims⁸, i va arribar a ser Papa, amb el nom de Silvestre II⁹. Se sap que la seva erudició era extraordinàriament extensa. Coneixia amb profunditat els clàssics¹⁰, la lògica aristotèlica és el tema central d'un opuscle de Gerbert, *De rationale et ratione uti*, sobre la validesa lògica de la proposició.

Malgrat tot, com ja hem dit anteriorment, la principal aportació de Gerbert la trobem en el seu paper de primer transmissor de la ciència àrab, en els seus dos vessants, matemàtic i tècnic, als cercles culturals d'occident, mitjançant les seves obres, entre les quals destaquen un tractat sobre l'astro-labi i un de geometria.

Concixem el contacte de Gerbert amb la cultura àrab gràcies al relat que ens en fa el cronista Richer. Devia ser entorn dels anys 967-970, a Catalunya. Encara que no tenim indicis del pas de Gerbert per la nostra terra en cap arxiu català, per Richer sabem que, essent Gerbert al monestir de Sant Giralt d'Orlhac, va acudir allà un duc de la *Hispania Citerior*, Borrell. L'abat li va demanar llavors que s'emportés un dels seus monjos, per tal que aprengué ciències. Ens sembla interessant recollir aquí una part del text, perquè hi trobem alguns punts ben significatius:

«Gerbert, aquità de naixement, fou educat des de la infància en el convent de Sant Giralt (d'Orlach), on aprengué la gramàtica. Mentre que, un cop ja adolescent, hi prosseguia els estudis, volgué la casualitat que Borrell, duc de la *Hispania Citerior*, anés al convent per pregar. Hi fou rebut amb molta cordialitat per l'abat del lloc, que li demanà, en el curs de la conversa, si a Hispania hi havia homes molt instruïts en les arts. Davant la resposta ràpida i afirmativa del duc, l'abat el convencé de pren-

8. Cfr. RICHÉ, P., *L'enseignement de Gerbert a Reims dans le contexte européen, a Gerberto, Scienza, storia e mito. Atti del Girberti Symposium*, Archivium Bibbiense, Studia 2, Bobbio 1985, pàg. 51-69.

9. Les dades més valuoses sobre la vida i el tarannà de Gerbert d'Orlhac les coneixem a través de l'obra del cronista francès Richer, deixeble del mateix Gerbert, que, per encàrrec seu, va escriure entre el 991 i el 998 una història de França que abasta des de l'any 888 al 995 i dedica el llibre III a glossar la figura del seu mestre. Les obres de Gerbert foren recopilades i reeditades per N. BUBNOV a l'any 1899. *Id.* BUBNOV, N., (ed.), *Gerberti postea silvestri II Papae. Opera mathematica (972-1003)*, Berlin 1899. Pel que fa a les seves abundants cartes, foren ordenades i datades per J. Havet, i les citarem seguint la numeració que apareix en el seu compendi: HAVET, J., *Lettres de Gerbert (983-997), publiées avec une introduction et notes*, Alphonse Ricard (éditeur), Paris 1889. Es pot trobar una bibliografia extensa i actualitzada a RICHÉ, P., *Gerbert d'Orlhac. Le pape de l'an mil*, Fayard, Paris 1987.

10. Richer evidencia el coneixement que Gerbert tenia de les fonts greco-llatines quan descriu el procés que seguia per les seves classes de lògica a l'escola de Reims: «Gerbert explicava en primer lloc la *Isagoge* de Porfiri, és a dir, la seva *Introducció*, seguint la traducció del retòric Victori, i després el mateix text, segons la de Boeci. Explicava les *Categories* o *Predicaments*, que són un llibre d'Aristòtil; però pel que fa al *Perihermeneies* o *De la Interpretació*, posava molt bé de manifest tota la seva dificultat. Tot seguit passava als *Tòpics*, és a dir, als Llocs dels arguments, llibre traduït del grec al llatí per Ciceró i explicat pel cònsol Boeci en sis llibres de comentaris, comunicant-lo a continuació als seus oients». Cfr. RICHÉ, *Histoire de France* (888-995), Paris 1964-1967, llibre III.

dre amb ell un dels religiosos del monestir i emportar-se'l per fer-l'hi aprendre les ciències. Lluny de refusar, el duc acceptà generosament la petició. S'endugué Gerbert, amb el consentiment dels monjos, i encarregà al bisbe Ató (de Vic) d'instruir-lo. Sota la direcció d'aquest, Gerbert estudià d'una manera profunda i amb èxit les matemàtiques»¹¹.

Es dedueix clarament del text que Gerbert fou alumne d'Ató, bisbe de Vic¹².

El que Gerbert, o més ben dit, l'abat d'Orlhac cercava en aquest viatge a l'altre cantó del Pirineu no podia pas ser un perfeccionament dels coneixements d'origen clàssic, car aquests els tenien amb més profunditat als monestirs de la Gàl·lia, sinó més aviat les noves ciències que havien arribat a *Hispania* amb la invasió de l'Islam.

La penetració de la cultura àrab a la Marca Hispànica.

A les escoles catedralícies medievals, l'ensenyament es dividia, com és sabut, en el *trivium* –gramàtica, lògica i retòrica– i el *quadrivium* –aritmètica, música, geometria i astronomia–, estudis previs a la filosofia i la teologia. Aquest esquema general, però, podia experimentar variacions bastant notables. Concretament, en els comtats de la Marca Hispànica, degut a la influència de la cultura àrab mitjançant les relacions amb el Califat de Còrdova, es va potenciar l'estudi de les disciplines de matemàtiques, música i astronomia, en les quals van assolir un predomini notable¹³. Les biblioteques de les catedrals es van anar enriquint amb obres traduïdes de l'àrab i de l'hebreu, especialment de les ciències que constituïen el *quadrivium*. Així, els centres culturals de Catalunya, que en altres aspectes es trobaven

11. Hem seguit aquí la traducció que en féu Ramon d'Abadal a *Els primers comtes catalans*, Barcelona 1965. El fragment és el següent: «Qui Aquitanus genere, in coenobio sancti confessoris Geroldi a puero altus et gramatica edoctus est. In quo utpote adolescens cum adhuc intentus moraretur, Borrellum, citerioris Hispaniae ducem, orandi gratia ad idem coenobium contingit devenisse. Qui a loce abbate humanissime exceptus, post sermones quotlibet, an in artibus perfecti in Hispaniis habeantur scisciat. Quod cum promptissime assereret, ei mox ab abbate persuasum est ut suorum aliquem susciperet, secumque in artibus docendum duceret. Dux itaque non abnuens petenti liberaliter favit ac fratrum consensu Gerbertum assumptum duxit, atque Hattoni episcopo instruendum comisit. Apud quem etiam in mathesi plurimum et efficaciter studuit» (RICHER, *Histoire...*, tom II, núm. 43, pàg. 50).

12. Sobre la figura del bisbe Ató, cfr. el recent i complet estudi d'ORDEIG I MATA, R., *Ató, bisbe i arquebisbe de Vic (957-971), antic arxiprest-ardiaca de Girona*, a «*Studia Vicensis*» I (1989), pàg. 61-97.

13. Bibliografia bàsica sobre la cultura científica de l'Espanya musulmana del s. X i de la seva influència en els comtats catalans continua essent l'obra de MILLAS VALLICROSA, *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, en «*Estudis Universitaris catalans*», sèrie monogràfica, Barcelona 1931. *Vid.* també, del mateix autor, *Estudios sobre la Historia de la ciencia española*, Barcelona 1949 i *Nuevos estudios de la historia de la ciencia española*, Barcelona 1960.

per sota del nivell dels grans focus culturals europeus, disposaven de la clau per algunes branques del saber pràcticament desconegudes en els cercles més erudits del món occidental¹⁴.

No es conserva cap inventari dels llibres dels que disposava l'escola catedralícia de Vic, i desconeixem per tant el nombre de volums d'origen àrab¹⁵. No obstant això, hom pot suposar que no devien pas faltar-hi tractats de matemàtiques ja que es dedueix del text citat que el bisbe Ató era un estudiós d'aquesta ciència, poc desenvolupada aleshores en els regnes cristians. Sí que se sap, per altra banda, que la biblioteca del monestir de Ripoll comptava amb més d'un centenar de manuscrits, alguns dels quals eren traduccions al llatí d'algunes obres àrabs sobre astronomia, geometria i aritmètica¹⁶. Aquesta obertura de la Marca Hispànica als intercanvis culturals amb la *Hispania* musulmana va oferir a Gerbert la possibilitat d'establir contacte, durant la seva estada a Catalunya, amb la ciència puixant dels cordovesos¹⁷.

L'estada de Gerbert a Vic es va interrompre l'any 970. Richer ens ho descriu així:

«Però com que la Providència volia que la Gàl·lia, encara en les tenebres, fos il·luminada per una gran llum, suggerí al duc i al bisbe d'anar a Roma en pelegrinatge. Enllestits els preparatius, es posen en camí i s'emporten el jove que els havia estat confiat. Arribats a la ciutat, i després d'haver pregat damunt la tomba dels sants apòstols, van a trobar al Papa (Joan XIII), de santa memòria, s'hi presenten i li ofereixen graciosament llurs béns que l'hi agradin. La intel·ligència del jove i la seva voluntat d'aprendre no passaren desapercibuts al Papa i, com que la música i l'astronomia eren, aleshores, completament ignorades a Itàlia, féu saber de seguida a Otó, rei de Germània i d'Itàlia, per un legat (aleshores, Nadal del 970, Otó era a Roma), l'arribada d'aquest jove tan admirablement entès en les

14. Cfr. RICHER, P., *Le scuole e l'insegnamento nell'occidente cristiano (dalla fine del v secolo alla metà del xi secolo)*, Jouvence, Roma 1984, pàg. 137 i ss.; i cfr., també, ORDEIG I MATA, R., *Els orígens històrics de Vic (segles VIII-X)*, 2a ed., Publicacions del Patronat d'estudis ausonencs, Vic 1983, pàg. 119.

15. Cfr. JUNYENT, E., *La biblioteca de la Canònica de Vich en los siglos X-XI*, a «Gesammelte Aufsätze zur Kulturgeschichte Spaniens», 21 Band, col·lecció dirigida per Johannes Vinke, Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster 1963, pàg. 136-145.

16. Cfr., UDINA MARTORELL, F., *Gerberto y la cultura hispánica: los manuscritos de Ripoll*, en *Acti del gerberti symposium*, cit., pàg. 35-50.

17. S'ha discutit molt sobre el lloc on Gerbert va estudiar, i sobre si el seu contacte amb la cultura àrab va ser només a través de la penetració islàmica als comtats de la Marca Hispànica, o si va arribar a anar a Còrdova o Sevilla. La divisió d'opinions comença ja a la mateixa edat mitjana, tal com es pot constatar en l'estudi de MILLAS VALLICROSA, *Assaig...*, pàg. 22-24 i 99-110. També entre autors més recents hi ha divisió d'opinions. Cfr., per exemple, NICOLAU D'OLWER, LL., *Gerbert (Silvestre II) i la cultura catalana del Segle X*, a «Estudis Universitaris Catalans», vol. IV, 1910; i RICHER, P., *Le scuole...*, pàg. 137. El que és cert és que Richer fa referència no a un lloc sinó a un mestre, Ató, que en aquells anys era bisbe de Vic.

	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">2</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </table>	2			1			C	X	M	C	X	I					1	3					8	7			4		1	9				5	2					5	3	9					6	5				1		4					1	3					1	7					1						4	5					4	6
2			1																																																																																		
C	X	M	C	X	I																																																																																
				1	3																																																																																
				8	7																																																																																
		4		1	9																																																																																
			5	2																																																																																	
			5	3	9																																																																																
				6	5																																																																																
			1		4																																																																																
				1	3																																																																																
				1	7																																																																																
				1																																																																																	
				4	5																																																																																
				4	6																																																																																
Diferència: $100 - 87 = 13$																																																																																					
Divisor: 87.....																																																																																					
Dividend: 4.019.....																																																																																					
$4.000/100 = 40$; $40 \times 13 = 520$																																																																																					
Es treu el 4 de 4.000; $19 + 520 = 539$..																																																																																					
$500/100 = 5$; $5 \times 13 = 65$																																																																																					
Es treu el 5 de 500; $39 + 65 = 104$																																																																																					
$100/100 = 1$; $13 \times 1 = 13$																																																																																					
Es treu l'1 de 100; Resta: $13 + 4 = 17$..																																																																																					
Quocients parcials: $40 + 5 + 1$																																																																																					
RESULTAT: 46.....																																																																																					

En notació moderna, el procés d'aquesta operació seria:

$$\frac{4019}{87} = \frac{4019}{100-13} = \frac{4000}{100-13} + \frac{19}{100-13} = \frac{4000}{100} + \frac{4000 \times 13}{100(100-13)} + \frac{19}{100-13}$$

$$= 40 + \frac{(40 \times 13) + 19}{100-13} = 40 + \frac{539}{100-13}$$

Ara bé,

$$\frac{539}{100-13} = \frac{500}{100} + \frac{500 \times 13}{100(100-13)} + \frac{39}{100-13} = 5 + \frac{(5 \times 13) + 39}{100-13} = 5 + \frac{104}{100-13}$$

$$= 5 + \frac{100}{100} + \frac{1 \times 13}{100-13} + \frac{4}{100-13} = 5 + 1 + \frac{17}{100-13} = 6 + \frac{17}{100-13}$$

El resultat final serà:

$$40 + 6 = 46; \text{Resta} = 17$$

Exemple de divisió per diferència segons el mètode de l'àbac de Gerbert.
(Cfr. *Historia general de las ciencias*, TATON R. (Ed.), 2a ed., Ed. Destino, Barcelona 1985).

matemàtiques i tan capaç d'ensenyar-les amb zel. El rei no tardà gens a proposar al Papa de retenir el jove i no donar-li cap mena de facilitat per anar-se'n»¹⁸.

Encara que no podem descartar un cert interès per magnificar la saviesa del seu mestre, el cronista posa en relleu l'escàs coneixement que hom tenia, a Itàlia i a la Gàl·lia, de música –que cal no confondre amb el cant– i d'astronomia, que aleshores formaven part de la matemàtica. Això fa més valuosos els coneixements assolits per Gerbert a Vic, al costat del bisbe Ató.

L'interès per la matemàtica i la tècnica de l'àbac.

El nivell intel·lectual i científic d'aquesta època històrica era certament baix. Cal tenir-ho en compte, per tal d'entendre que el camí que mancava recórrer, fins a arribar a unes condicions que fessin possible el naixement de la ciència experimental, encara era molt llarg. Una idea de l'estat de la situació ens la pot donar la carta que escriu, l'any 998, el bisbe d'Utrecht, Adelbold, a Gerbert, plantajant-li una qüestió geomètrica suggerida per la lectura del *In Somnium Scipionis* de Macrobi (s. v). La pregunta és la següent: Per què l'àrea d'un triangle equilàter, els costats del qual mesuren 30 peus de llargada, no és igual a la suma dels números de l'1 al 30, car en l'aritmètica grega el resultat d'aquesta suma rep el nom de suma triangular¹⁹.

El contingut de les obres matemàtiques de Gerbert s'ha d'analitzar en aquest context dels coneixements matemàtics del segle x, certament escassos. La seva aritmètica no és pas gaire superior a la dels agrimensors romans. I la seva geometria es redueix a una llista de teoremes sense seqüència lògica ni demostració. Malgrat tot això, cal assenyalar una aportació important, la introducció de la reforma de la tècnica del càlcul de l'àbac, que devia haver conegut durant la seva estada al costat d'Ató, i que constitueix el primer pas en l'adopció de la numeració indo-àrab a occident²⁰.

18. El text original és el següent: «Sed cum Divinitas Galliam jam caligantem magno lumine relucere voluit, praedictis duci et episcopo mentem dedit ut Romam uraturi preterent; paratissime necessariis, iter carpunt ac adolescentem commissum secum deducunt. Inde urbem ingressi, post praeces ante sanctos apostolos effusas, beatae recordationis papam (...) adeunt ac sese ei indicant, quodque visum est de suo jocundissimè impertiunt. (...) Nec latuit papam adolescentis industria, simulque et discendi voluntas, et quia musica et astronomia in Italia tunc penitus ignorabantur, mox papa O(ttoni), regi Germaniae et Italiae, per legatum indicavit illuc hujusmodi advenisse juvenem, qui mathessim optime nosset, suosque strenue docere valeret. Mox etiam ab rege papae suggestum est ut juvenem retineret, nullumque regrediendi aditum ei ullo modo praerberet». RICHER, *Histoire...*, tom II, núm. 43 i 44, pàg. 50-52.

19. Cfr. BUBNOV, N., (ed.), *Gerberti postea...*, pàg. 302.

20. Richer ens descriu el mètode que seguia Gerbert per tal d'ensenyar aquestes ciències als seus alumnes: els ensenyava en primer lloc l'aritmètica; després passava a la música i a l'astronomia, aquesta última mitjançant l'estudi de la volta celest amb l'ajut d'unes esferes represen-

Les *Regulae de numerorum abaci retionibus*, escrites al voltant de l'any 980, mostren l'abast dels seus coneixements d'aquesta tècnica²¹. Richer explica que el mateix Gerbert havia construït més d'un àbac, dividint una taula en vint-i-set compartiments, en els quals distribuïa «nou xifres per expressar tots els nombres»: les nou xifres àrabs, col·locades en tres columnes, per tal de representar les unitats, desenes i centenes. Aquest instrument li permetia multiplicar i dividir ràpidament «tots els nombres possibles».

Una altra mostra que el coneixement que Gerbert havia assolit en la ciència matemàtica estava molt lligat a la seva estada a Catalunya, ens la proporciona una carta que escriví l'any 984 des de Reims al bisbe de Girona, Miró Bonfill, amic d'Ató, que Gerbert havia conegut quan era comte de Besalú²², demanant-li un llibre d'aritmètica, que havia escrit un tal *Ioseph Hispanus*:

«A Bonfill, bisbe de Girona,

La molta autoritat del vostre nom em mou, tant a veure i a parlar com també a obeir; més això, per llarg temps impedit, ho diferí la meua negada llibertat. Un cop concedida, encara que amb dolor (car el meu senyor, l'emperador Otó, ja no existeix), m'és lícit de parlar amb els amics i de servir els seus manaments. Si voleu encarregar-me alguna cosa, fins a començaments de novembre podeu dirigir-vos a Reims, el 25 de desembre a Roma, si fruïm de pau. El savi Josep ha publicat algunes sentències sobre la multiplicació i la divisió dels nombres, les quals el meu pare Adalberó, Arquebisbe de Reims, desitjaria rebre de part vostra²³.

La identitat d'aquest *Ioseph Hispanus* ens és desconeguda. Si la hipòtesi proposada per Nicolau d'Olwer, que considera que el nom de Ioseph no l'empraven ni els cristians ni els musulmans, sinó només els jueus, pogués ser verificada, s'evidenciaria que Gerbert va establir contacte no només amb dues, sinó amb les tres cultures que aleshores convivia a la Península Ibèrica²⁴.

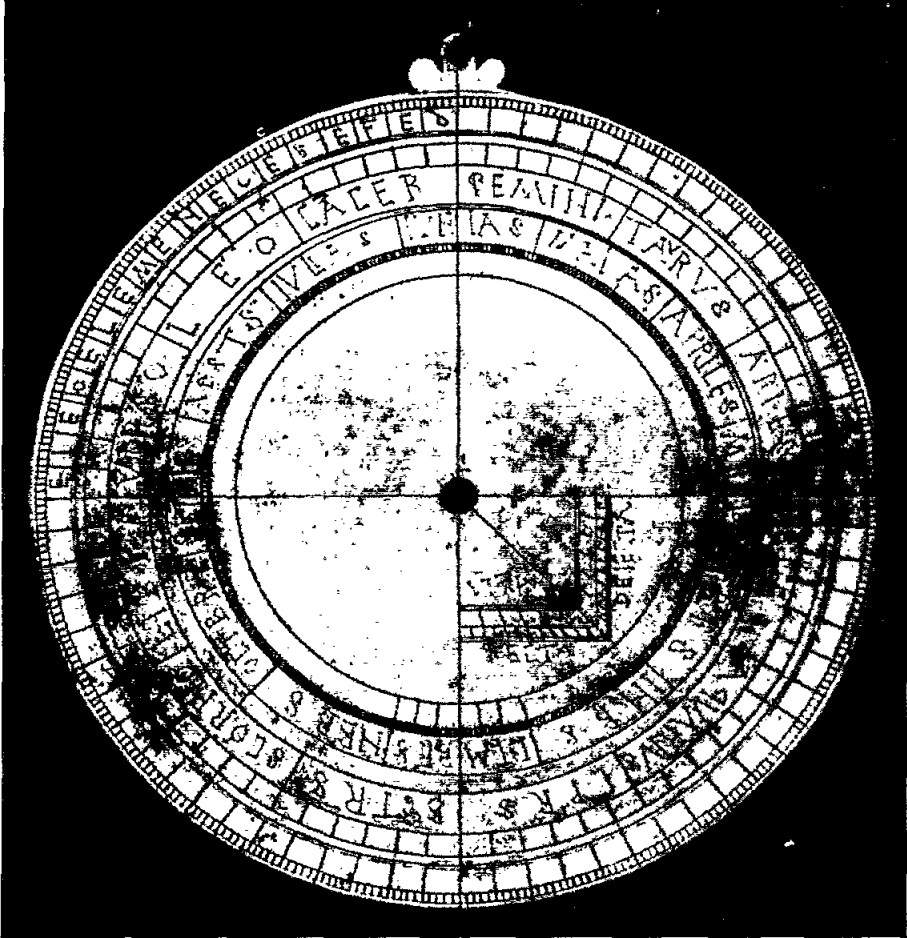
tatives i de l'observació de la nit; finalment els explicava la geometria, servint-se com a instrument essencial de l'àbac. Cfr. RICHER, *Histoire...*, tom II, núm. 45, pàg. 52-55. Cfr., també, LINDGREN, *Gerbert von Aurillac und das quadrivium*, Dudhoffs Archiv., 18 (1976).

21. Cfr. BUBNOV, N., (ed.), *Gerberti...*, pàg. 1-22.

22. Cfr. ORDEIG I MATA, *Ató...*, pàg. 74.

23. El text original és el següent: «Bonfilio Genundensi Episcopo. Multa quidam auctoritas vestri nominis me movet, cum ad videndum et alloquendum, tum etiam ad optemperandum, et hoc diu negatum distulit negata libertas. Ea cum dolore concessa domine meo Ottone Caesare iam nos superstite, fas et amicis loqui, et eorum imperiis obsequi. Si qua nobis significare voletis usque ad Kal. novemb. Remis, viii. kal. janr Romae dicetis, si pace uti poterimus. De multiplicationes et divisione numerorum, Ioseph sapiens sententias quasdam editit, eas pater meus Adalbero Remorum Archiepiscopus vestro studio haberes cupi». Carta 25, HAVET, J., *Lettres...*

24. Cfr. NICOLAU D'OLWER, *Gerbert...*, pàg. 338.



Revers d'un astrolabi català del segle X calculat segons la latitud de Barcelona potser per l'ar-diaica Sunifred Llobet, mestre de Gerbert en aquesta tècnica (col. M. Destombes, París).

Els avenços astronòmics: l'astrolabi

Hem assenyalat ja l'interès de Gerbert per la matemàtica, que el va moure a adoptar l'àbac com un instrument indispensable per al càlcul²⁵. També amb una finalitat pràctica es va interessar per un altre instrument que era àmpliament difós entre els astrònoms àrabs, i que permetia observar la posició dels astres i determinar la seva alçada damunt la línia de l'horitzó: l'astrolabi. El seu interès es centrava especialment en què proporcionava una gran precisió per al càlcul de les dates del calendari. Va escriure, per tal de posar-lo a l'abast dels estudiosos d'occident, un *Liber de astrolabio* o *Liber de utilitatibus astrolabii*²⁶. Tot i que en aquest tractat sobre l'astrolabi hi ha termes escrits en àrab, Duhem considera poc probable que Gerbert estudiés directament les obres en aquesta llengua. El més segur és que, també en aquest cas, la seva introducció a l'estudi d'aquest aparell es remeté al seu aprenentatge amb el bisbe de Vic, Ató; al seu costat devia tenir a l'abast algunes traduccions llatines de les obres d'astronomia àrabs²⁷. Una altra prova de l'existència d'aquestes traduccions a Catalunya és una carta del mateix Gerbert, dirigida, també l'any 984, a un tal *Lupitus Barchinonensis*, que hom pot identificar amb l'ardiaca Sunifred Llobet de Barcelona. Gerbert el devia haver conegut durant la seva estada a la terra catalana, i li escriu per a demanar-li un llibre d'astronomia que ell mateix, Llobet, ha traduït de l'àrab:

«A Llobet de Barcelona,

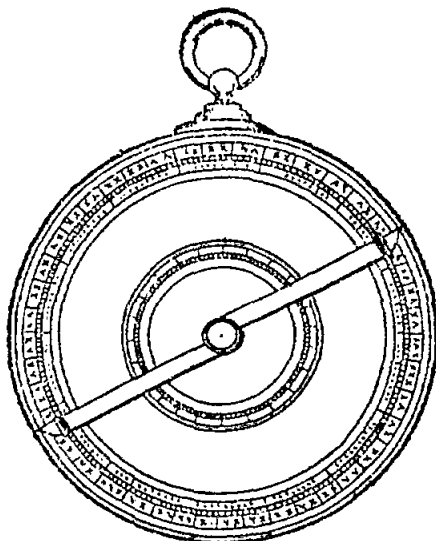
Encara que davant teu no tinc cap mèrit, la teva noblesa i afabilitat em fan confiar i tenir esperança en tu. Així doncs, et prego que m'enviïs el llibre d'astronomia traduït per tu, i si, com a recompensa, vols alguna cosa de mi, no dubtis pas a demanar-m'ho»²⁸.

25. L'ús de l'àbac es va popularitzar molt al llarg dels segles XIII-XV; encara que amb una finalitat primordialment mercantil, va contribuir a difondre a occident la numeració indo-àrab. Cfr. MACCAGNI, C., *La scienza nel Rinascimento*, a «Storia delle scienze», *op cit.*, pàg. 156-167.

26. Aquesta atribució no és absolutament certa. Els historiadors de les ciències encara no han aconseguit delimitar amb precisió l'obra científica de Gerbert, i diferenciar-la bé de la dels seus deixebles. Cfr. sobre aquesta qüestió BEAUJOUAN, G., *Les apocryphes mathématiques de Gerbert*, en *Atti del Gerberti...*, pàg. 645-658; aquest autor atribueix el *De utilitatibus astrolabii* a un deixeble de Gerbert. Altres autors, com per exemple Duhem, més aviat s'inclinen a pensar que el fet que nombrosos manuscrits, molt antics, atribueixin a Gerbert un tractat titolat *Liber de astrolabio* o *Liber de utilitatibus astrolabii* dona bastanta credibilitat a aquesta assignació. Cfr. DUHEM, P., *Le system...*, Tom III, pàg. 164; cfr., també, BUBNOV, N., (ed), *Gerberti...*, pàg. 109, núm. 1; pàg. 116, núm. 10; pàg. 117, núm. 2.

27. De fet el manuscrit llatí més antic que es conserva i que conté treballs sobre l'astrolabi, partint dels tractats àrabs, és el manuscrit 225 de Ripoll. Cfr. UDINA MARTORELL, F., *Gerberto y la cultura hispánica: los manuscritos de Ripoll*, a *Atti del Gerberti...*, pàg. 35-50.

28. El text original és el següent: «Lupito Barchinonensis. Licet apud te nulla mea sint merita, nobilitas tamen ac affabilitas tua adducit in te confidere, et de te presumere. Ita que librum de astrologia translatum a te michi patenti dirige, et si quid mei voles in recompensatio-nem, indubitate reposesco». Carta 24. HAVET, J., *Lettres...*



Astrolabi: Dibuix esquemàtic.

Un fragment d'aquest tractat traduït per Llobet i enviat a Gerbert fou descobert a finals del segle passat a la Bibliothèque Nationale de Paris per N. Bubnov, que el va incloure en un apèndix de les obres de Gerbert publicades per ell l'any 1899²⁹.

Tal com assenyala Duhem, Gerbert va tenir en aquest àmbit el paper d'un autèntic iniciador; a partir del segle XI es van multiplicar els tractats sobre els instruments astronòmics, i sembla que el començament d'aquest progrés científic es va desencadenar per l'interès suscitat per l'obra de Gerbert sobre l'astrolabi, aparell fins aleshores desconegut a la resta d'occident³⁰.

29. Cfr. BUBNOV, N., (ed), *Gerberti...*, apèndix v: *Fragmentum libelli de astrolabio, a quodam (an Lupito Barchinonensis) ex Arabico versi*, pàg. 370-375. Segons la tesi recent d'un historiador de les ciències, el coneixement de l'astrolabi per part de Gerbert no es remuntaria pròpiament al període de la seva estada a Catalunya, sinó al tractat de Llobet; la seva formació astronòmica anterior seria exclusivament llatina. Aquesta hipòtesi sorgeix de l'anàlisi de la descripció que fa Richer dels mètodes didàctics de Gerbert a Reims, on mostrava als seus alumnes l'estructura de les constel·lacions mitjançant la construcció d'un sofisticat model d'esferes; construcció que hauria estat innecessària si en aquesta època hagués conegut ja l'astrolabi. Cfr. POULLE, E., *L'Astronomie de Gerbert*, en *Acti del Gerberti...*, pàg. 597-617.

30. Cfr. DUHEM, P., *Le système...*, tom III, pàg. 165-167, i també POULLE, E., *Les instruments astronomiques de l'occident latin aux XI et XII siècles*, Cahiers de civilisation Médiévale, 1972, pàg. 27-40.

Conclusió.

Hem donat només algunes pinzellades sobre el tarannà d'aquest savi del segle x. No pretenem pas, amb això, haver donat una visió global, ni molt menys completa, de la seva aportació a la cultura medieval. El que sí que voldríem és posar en relleu el seu caràcter obert i el seu interès profund pels avenços aconseguits per homes d'altres cultures. Les cartes que hem recollit, i que només són una petita selecció d'entre les moltes que va escriure, són un testimoni, ben evident, d'aquesta obertura; la finalitat era, en tots els casos, gairebé la mateixa: demanar llibres o bé informació sobre els darrers coneixements assolits en les àrees més diverses de les ciències o de les arts.

Tal com he dit al començament, no seria pas exacte qualificar Gerbert com un científic experimental. El seu interès per la ciència, que el va empènyer a mirar amb atenció el progrés dels estudiosos àrabs per a transmetre'l a la cultura cristiana occidental, encara anava molt lligat a uns objectius i a unes aplicacions immediatament pràctiques, i li era bastant aliena qualsevol intencionalitat especulativa. Els camins de l'aplicació tècnica i de la comprensió teòrica dels fenòmens del món natural encara no s'havien trobat. Corrien, en certa manera, paral·lels però incomunicats.

Malgrat tot, les aportacions de Gerbert, com a iniciador d'una llarga sèrie de savis dels segles posteriors a l'edat mitjana, van contribuir a fer la realitat física més permeable a l'esguard de l'home, i més propera a la seva acció. I així, va suposar un pas endavant en el llarg procés de gestació que va precedir la Revolució científica, quan es formularia el mètode que havia de donar origen a aquesta nova activitat amb dos aspectes, el teòric i el pràctic, mútuament relacionats i inseparables: la ciència experimental³¹.

31. Cfr. ARTIGAS, M., *Filosofia de la ciencia experimental*, Eunsa, Pamplona 1989, pàg. 13-29 i 310-319.