

CIÈNCIA I TÈCNICA A L'ANTIGA XINA: EINES PER AL CONEIXEMENT I L'APROXIMACIÓ CULTURAL

Carles Puig-Pla

Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica (ETSEIB-UPC)

Paraules clau: *antiga Xina, tecnologia, ciència, cultura.*

Science and technology in Ancient China: tools for knowledge and cultural approach

Summary: A schematic programme is presented here to introduce knowledge about the culture and the history of science and technology of traditional China. This basic scheme is susceptible to be applied at different educational levels. Didactic materials and bibliography on China history and culture exist in our language, but not about the history of science and technology in this country, where we can still observe an academic emptiness. The great amount of technical advances obtained by the Chinese people until the Renaissance allows us to introduce the knowledge of a millenarian culture that, until decades ago, was almost unknown in our country. At the time of globalisation and migratory flows, the knowledge and intercultural respect seem essential. The history of the science and the technique in old China can be used as a didactic tool that contributes to this aim.

Key words: *ancient China, technology, science, culture.*

Introducció

En aquesta comunicació s'exposa breument el resultat d'una experiència didàctica duta a terme a la Universitat Politècnica de Catalunya, que pot animar altres professors a introduir, a diferents nivells d'ensenyament, la cultura i la història de la ciència i la tecnologia a la Xina tradicional.

A començaments de la dècada de 1990, vaig constatar que al nostre país existia una mancança de coneixements generals sobre la Xina, la seva cultura i la seva història. No hi havia espais en l'ensenyament primari i secundari per a la Xina ni per a l'Orient, i encara menys, és clar, per a la història de la ciència i la tecnologia a l'antiga Xina. Per diferents raons que ara no vénen al cas, vaig tenir la gosadia de proposar impartir una assignatura de lliure elecció a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona: Cultura i tecnologia a l'antiga Xina. La meva sorpresa va ser que la classe es va omplir, que es con-

firmava un gran desconeixement envers la cultura xinesa i que la participació dels estudiants era molt més activa del que jo m'hauria imaginat. Era fàcil adonar-se de l'admiració, l'interès i, fins i tot, la fascinació que despertava en els estudiants tant la descoberta d'una cultura tan diferent com la constatació del gran enginy xinès en relació amb les invencions tècniques.

El programa proposat

L'esquema bàsic del programa que se suggereix, i que pot tenir nivells d'aprofundiment diversos, és el següent:

Programa d'un curs de Cultura i tecnologia a l'antiga Xina

1. Introducció general al món xinès i la civilització xinesa tradicional:
 - 1.1. Població i territori
 - 1.2. Trets culturals diferenciats dels occidentals
 - 1.3. La història: dinasties i organització de l'imperi
 - 1.4. El pensament filosòfic (confucianisme, taoisme, budisme...)
2. Principals camps d'innovacions científicotècniques:
 - 2.1. La impremta (paper, xilografia, tipografia)
 - 2.2. Química dels explosius o protoquímica (alquímia xinesa, pólvora)
 - 2.3. Física magnètica (el *sinan*, la brúixola d'agulla...)
 - 2.4. Tecnologia del ferro i de l'acer
 - 2.5. Utilització de la força animal
 - 2.6. Navegació i invencions nàutiques
 - 2.7. Astronomia i instruments astronòmics
 - 2.8. Mecànica de rellotgeria
 - 2.9. Ús de la força hidràulica i transmissió
 - 2.10. Tecnologia domèstica.

Aquest programa, basat en el curs impartit per l'autor durant més d'una dècada, es divideix en dues parts diferenciades. La primera part introdueix l'estudiant en el món cultural xinès i en la seva història i s'orienta a facilitar un context que ajudi a la comprensió de consideracions posteriors. La segona consisteix en una aproximació als aconseguints científicotècnics de la civilització xinesa. Aquesta proposta posa l'èmfasi en el vessant més tecnològic, d'acord amb l'experiència realitzada, però, evidentment, l'esquema es pot variar o ampliar introduint camps de caire més científic, com ara la matemàtica xinesa.

Primera part: introducció general al món xinès

No és convenient introduir l'estudiant en la història de la ciència i la tecnologia en l'antiga Xina sense fer, prèviament, un breu recorregut d'aproximació a algunes característi-

ques generals del món xinès actual i la civilització xinesa tradicional, possiblement, la que ha donat lloc a una cultura de major extensió i durada.

Es pot iniciar el curs amb una aproximació a les dades bàsiques de la població i del territori de l'actual República Popular de la Xina. Es tracta de fer referència a les característiques geogràfiques, condicionants de la història, així com a la diversitat ètnica dels habitants d'aquest immens país on viuen, com és sabut, més de mil tres-cents milions de persones. Pot ser oportú presentar l'ètnia majoritària dels Han, les tres grans regions autònomes (Tibet, Mongòlia, Xinjiang) amb els corresponents grups ètnics (tibetans, mongols i uigurs), les cinquanta-cinc minories nacionals, els dos grans rius (Huang He i Yanzi), les diferències climàtiques entre el nord i el sud, els patrons de pluja determinats pel terreny, etc. (Gernet, 1991). També és il·lustratiu i didàctic establir la relació superfície/població de les diverses províncies de la Xina i comparar-la amb la d'alguns països europeus.

El segon apartat d'aquesta introducció general al món xinès pot remarcar alguns trets culturals propis, marcadament diferents dels occidentals, com ara els següents:

La llengua. Es pot fer referència a l'existència de moltes llengües síniques dins el territori, tot incidint, però, en la llengua comuna, el mandarí, una llengua monosil·làbica, amb tendència a formar paraules bisíl·labes, que té sons retroflexos, disposa de 415 síl·labes diferents i quatre tons la qual cosa provoca una multiplicitat d'homofonies.

L'escriptura resol el problema de les homofonies i es basa en els caràcters xinesos, cadascun dels quals es correspon a un fonema i està format per traços i radicals. Els traços són les unitats elementals dels caràcters, i els radicals o claus, elements simbòlics amb significat semàntic. L'escriptura xinesa —que Leibniz considerava que podia ser el llenguatge de la ciència— permet la comunicació sense ambigüitats al llarg de tot el territori. Un dels aspectes més fascinadors de l'escriptura és la seva antiguitat, evolució i els diversos tipus de caràcters: pictogrames, ideogrames i ideofonogrames (aquests amb radical i element fonètic). Convé assenyalar l'existència d'una simplificació dels caràcters a partir del 1956, així com la manera de classificar els caràcters en els diccionaris segons el radical i nombre de traços. És fonamental donar a conèixer que existeix un sistema de transcripció fonètica a l'al·fabet llatí, el *pinyin*, introduït pels mateixos xinesos, l'any 1979, per evitar confusions a l'hora de consultar textos que es basin en antics sistemes de transcripció.

La pintura, la cal·ligrafia i la poesia, manifestacions artístiques que formen una trilogia amb connotacions radicalment diferents de les que els associem a l'Occident i que fan que, per exemple, la cal·ligrafia sigui considerada un art major (Blunden, Elvin, 1989: 181; Cheng, 1996).

El teatre clàssic, que es remunta a l'època de la dinastia Yuan, i *l'òpera de Pequín*, nascuda a començaments del segle XIX, que agrupa ballet, pantomima, acrobàcia, comicitat i una música molt distinta de l'occidental (Blunden, Elvin, 1989: 202-205).

La medicina tradicional xinesa, amb les seves tècniques (acupuntura, fitoteràpia, moxibustió...), cada cop més conegudes als països occidentals, així com la idea de considerar la persona com un tot. Aquest concepte holístic de la medicina xinesa resulta molt diferent de l'èmfasi analític de la medicina occidental (Williams, 1996).

Naturalment, depenent del tipus d'alumnat, podem afegir altres àmbits culturals (cuina, arts marcial, calendari de festivitats xineses, etc.) o bé treure'n algun.

La Xina posseeix una història escrita de més de quatre mil anys, la qual cosa ens permet conèixer nombrosos esdeveniments del seu copió i fructífer passat. El tercer apartat

de la primera part consisteix a donar una visió panoràmica de la història de la Xina que permeti emmarcar els principals esdeveniments històrics i mostrar la forma d'organització de l'Imperi xinès en el context de les dinasties.¹ Se subministrerà així un marc de referència cronològic, des de la dinastia Xià (2070-1600 aC aprox.) fins a la Qing (1644-1911) i, si s'escau, també de l'època posterior fins a la República Popular (Fairbank, 1996).

Finalment, el darrer apartat d'aquest primer bloc es dedica a revisar els principals corrents de pensament filosòfic genuïnament xinesos com ara el legisme (*fa jia*), el moisme (*mo jia*), l'escola del yin-yang (*yin yang jia*), el taoisme (*tao jia*) o el confucianisme (*ru jia*) i l'assimilació del budisme de l'Índia (Feng Youlan, 1989).

En definitiva, aquesta primera part pretén introduir l'estudiant en l'àmbit cultural de la Xina i en la seva història. Es facilita, així, un marc de referència per a la segona part on s'analitzen diversos camps científicotècnics conreats pels xinesos fins a l'arribada dels jesuïtes a la Xina a final del segle XVI.

Segona part: principals camps d'innovacions científicotècniques

Bona part dels coneixements que tenim avui en dia, a l'Occident, sobre el desenvolupament científic i tecnològic de la Xina antiga i medieval es deuen a l'obra realitzada per l'investigador britànic Joseph Needham (1900-1995). L'obra de Needham i els seus col·laboradors va canviar radicalment el coneixement que tenia el món occidental sobre les aportacions xineses a la ciència i a la tècnica.

La monumental publicació que ell va començar, *Science and civilisation in China* —de la qual s'han editat disset volums i n'hi ha onze més en curs—, ha esdevingut una referència fonamental per als historiadors de la ciència o de la tecnologia a la Xina (Needham 1954 i s.). A més, la tasca iniciada ha trobat continuïtat en el Needham Research Institute, l'institut de recerca que, el mateix Needham, va fundar a Cambridge.

Pel que fa al curs que es proposa, la segona part pot començar considerant el desenvolupament de les invencions paradigmàtiques xineses: la impremta, la pólvora i la brúixola. Tres invencions que van transformar la societat europea i a les quals es referia Francis Bacon (1561-1626) en els termes següents (Bacon [1620] 1987: 177):

És convenient a més destacar la força, la virtut i les conseqüències de les coses descobertes: sobretot manifestes en aquelles tres coses que eren desconegudes pels antics i els orígens de les quals, encara que recents, són obscurs i sense glòria, val a dir: l'art d'imprimir, la pólvora i la brúixola. Ja que totes tres han canviat l'aspecte i la condició del món: la primera en les lletres, la segona en la guerra i la tercera en la navegació.

Aquests orígens, suposadament recents i desconeguts per Bacon, sabem avui que no són tan desconeguts ni tampoc tan propers a l'època de Bacon com ell creia.

1. Si més no, cal que l'estudiant conegui una cronologia simplificada relacionada amb les dinasties: Xià (2070-1600 aC), Shang (1600-1046 aC), Zhou Occidental (1100-771 aC), Primavera i Tardors (722-480 aC), Regnes Combatents (480-221 aC), Qin (221-207 aC), Han (207 aC -220 dC), Tres Regnes (221-265), Jin (265-420), Sui (581-618), Tang (618-906), Song (960- 1279), Yuan (1271-1368), Míng (1368-1644) i Qing (1644-1911).

La qüestió del paper i de la impremta es pot abordar a partir de la descoberta feta el 1957 del paper Baqiao, el primer paper de fibres vegetals (cànem i rami) elaborat durant la dinastia Han de l'Oest, als segles II-I aC, no destinat a ser suport per escriure. Cal introduir les millors fetes per l'eunuc de la cort dels Han de l'Est Cai Lun en relació amb els mètodes de fabricació, i els aconseguiments del tècnic Zuo Bo a la darrereria d'aquesta dinastia. Els avenços posteriors conduïren durant la dinastia Tang al preuat paper Xuancheng, molt higroscòpic, fet d'escorça de sàndal i palla d'arròs. Una gran diversitat de matèries primeres foren emprades per fer paper depenent de les regions on aquest es va fabricar (Zhuang Wei, 1980: 62-76).

Pel que fa a la impremta, convé distingir entre xilografia i tipografia. A la xilografia s'arribà per una confluència entre l'evolució dels *segells*, per una banda, i l'aparició dels *calcs*, per l'altra, la qual cosa va conduir a les primeres tècniques d'impressió mitjançant una xilografia primària. Els primers llibres xilografiats dels quals hi ha referències daten del segle VII (el *Nüxe*, o 'Biografia de dones', és del 636). Durant la dinastia Tang, s'imprimiren molts textos budistes i s'han conservat alguns exemplars com el *Sutra del diamant* (868). Al segle IX, la xilografia estava plenament desenvolupada i s'imprimiren calendaris i obres literàries. Les primeres publicacions oficials són del segle X i al segle següent s'obtingueren impressions multicolors.

La invenció de la tipografia es va realitzar entre el 1041 i el 1048, durant la dinastia Song del Nord, i va ser deguda a Bi Sheng (?-1051). Aquest va treballar amb tipus d'argila, però, més tard, es van fabricar tipus d'altres materials. Wang Zhen, cap al 1297-1298, va perfeccionar els tipus de fusta i va crear la caixa d'impremta (Liu Guojun, Zhen Rusi, 1989: 75-83).

En el capítol de la protoquímica o química dels explosius, les tècniques de foneria de metalls dels alquimistes xinesos (*Fangshi*) hi van jugar un paper fonamental. Ge Hong, durant la dinastia Jin de l'Est (317-420), va elaborar una fórmula per obtenir arsènic metàl·lic que s'aproximava molt a la pólvora, i Sun Simiao, durant la dinastia Tang (618-906), va fabricar preparats inflamables amb sofre i salnitre. Cap al 850 es pot datar la invenció d'una autèntica mescla de pólvora, i la primera fórmula històrica de pólvora la va publicar Zeng Gong Liang l'any 1040. Els xinesos van fer aplicacions bèl·liques de la pólvora (llançaflames, fletxes incendiàries, bombes incendiàries, coets, etc.). La pólvora es va donar a conèixer a Europa al segle XII, però els europeus no van saber que el salnitre era un dels seus components fins al segle XIII. La construcció dels primers canons amb càrrega de pólvora fabricats a Europa data del segle XV.

En relació amb el magnetisme, se sap que l'ús de la brúixola es remunta al segle IV aC. Una de les brúixoles més antigues va ser el *sinan* o indicador del sud. Tenia aplicacions geomàntiques i era una peça de calamita —mineral de propietats similars a la magnetita— amb forma d'un cullerot, que simbolitzava l'Óssa Major, el qual es feia girar sobre un tauler de bronze polit o fusta pintada de laca. Més tard, van aparèixer brúixoles més funcionals. Durant la dinastia Song del Nord, trobem el peix indicador del sud i la tortuga indicadora del sud. Es va poder magnetitzar làmines primes de ferro per termoremanència i també agulles fregant-les amb calamita. El 1086, Shen Guo (1031-1095) va fer experiències amb agulles magnètiques i va descobrir la declinació magnètica. Si no abans, durant la dinastia Song del Nord ja es va usar l'agulla magnètica en la navegació (Zhuang Wei, 1980).

La tecnologia del ferro i de l'acer va ser un avenç destacat a l'antiga Xina on es va conèixer la tècnica de la fosa del ferro al segle IV aC. Va ser possible obtenir ferro colat per diverses raons que van confluïr alhora: els xinesos tenien una gran experiència en forns; dis-

posaven de bones argiles refractàries; sabien reduir la temperatura de fusió del ferro, de 1.130 °C a 950 °C, gràcies al fet d'afegir «terra negra» que contenia un 6 % de fòsfor; i, a més, havien inventat (segle v aC) la manxa de pistó de doble efecte, una bomba que permetia expel·lir un corrent continu d'aire. D'aquesta manera van poder fer un ús generalitzat del ferro que va tenir efectes en l'agricultura (arades, aixades, eines...), en la fabricació d'estris domèstics (ganivets, destrals, tisores, punxons, joguines), o en la producció de sal gràcies a disposar de paelles de poc gruix. L'any 119, durant l'època Han, hi havia quaranta-sis tallers imperials de foneria de ferro. Els xinesos van fer obres de fosa espectaculars com ara la Pagoda de Yu Quan (1061) de tretze metres d'altura. Al segle III aC els xinesos van fabricar ferro colat mal·leable mitjançant la recuita, i al segle II aC van poder fabricar acer a partir del ferro colat mitjançant dos mètodes diferents: la injecció d'oxigen al ferro colat i la fosa conjunta de ferro colat i ferro forjat (Temple, 1987).

L'aprofitament de la força animal és un altre àmbit on els xinesos van excel·lir. L'estrep, els arreu dels equins o el carretó en són tres exemples. A diferència dels antics exèrcits egipcis, perses, babilonis, assiris, medes, grecs o romans, els xinesos, gràcies a la seva metal·lúrgia avançada, van disposar d'estreps cap al segle III dC. A més, van aconseguir usar arreu de bon rendiment per als equins; concretament l'arnès modern, el de collera, va aparèixer a la Xina entre els segles IV i I aC, més de mil anys abans no s'usés a Europa (Needham, 1977: 92). El carretó, d'ús inicialment militar com a barrera mòbil de càrregues de cavalleria, és originari del sud de la Xina (segle I aC - segle I dC).

Quant a la navegació destaquen la introducció de compartiments estancs, el timó acoblat al codast, el particular disseny de les veles, el vaixell amb rodes de paletes o l'ús de l'agulla magnètica en els vaixells. Durant la dinastia Ming, la flota xinesa va arribar fins a la costa oriental africana.

En el camp de l'astronomia, els xinesos van excel·lir per la regularitat i minuciositat dels seus enregistraments, els enginyosos instruments de mesura que van construir i l'ús d'un sistema que va ser, molt aviat, polar i equatorial (Ronan, 1993).

La mecànica de rellotgeria va arribar a un punt culminant amb el gran rellotge astronòmic de Su Song (1088-1092), mogut per una roda hidràulica, que feia girar un globus celest, una esfera armil·lar i figures de fusta.

Quant a l'ús de la força hidràulica i la transmissió, cal destacar el rendiment obtingut pels ginys xinesos per elevar aigua de reg o per moure sínies; en particular, la sínia de catúfols xinesa data del segle I aC. D'altra banda, la seva habilitat tècnica per dominar les aigües va dur-los a construir el primer canal navegable amb rescloses al segle III i els va permetre disposar del Gran Canal —acabat al segle XIV— de 1.800 km (Temple, 1988: 32).

Pel que fa a la que podríem anomenar *tecnologia domèstica*, i a tall d'exemple, la Xina va fabricar la porcellana (segle III), va inventar el rodet de la canya de pescar (segle III) i el paraigua (segle IV), va disposar de llumins ja al segle VI (any 577) i de paper moneda a la darrerria del segle VIII i començaments del segle IX.

Hi ha molts altres aconseguiments tècnics que no hem esmentat —i no podem detallar aquí—, com ara l'arada de ferro (segle VI aC), la ventadora giratòria (segle II aC), el pont penjant (segle I aC), la sembradora de solcs múltiples (segle II aC), la maneta (segle II aC), la suspensió de Cardan (segle II aC), el sismògraf (132 dC), el carro indicador del sud —un enginyós mecanisme diferencial— (segles II - III dC), el pont d'arc rebaixat (segle VII) o la cadena de transmissió (979).

Consideracions finals

Encara existeix un buit en l'ensenyament pel que fa a la cultura i la història orientals i, en particular, la de la Xina. Però l'antiga Xina va tenir un extraordinari sentit de la inventiva i va fer avenços tècnics de gran utilitat per al conjunt de la humanitat. Noms com Cai Lun, Bi Sheng, Wang Zhen, Ge Hong, Zeng Gong Liang, Shen Guo i molts d'altres ens són encara força desconeguts.

El curs proposat suggereix estudiar les contribucions xineses al desenvolupament tecnològic, emmarcant-les en el context històric de les diferents dinasties, i vol presentar l'origen, l'ús, l'evolució i la transmissió a l'Occident d'una sèrie d'invençons tècniques. L'ensenyament de la història de la ciència i de la tecnologia a l'antiga Xina pot contribuir a enriquir i ampliar els coneixements dels nostres estudiants i, addicionalment, afavorir la valoració d'altres cultures i, en conseqüència, esdevenir un ajuda més per aconseguir una major integració, a l'aula, dels estudiants immigrants.

Bibliografia

- BACON, F. ([1620] 1987). *Novum Organum*. Barcelona: Laia. (Textos filosòfics; 46)
- BLUNDEN, B.; ELVIN, M. (1989). *China: Gigante milenario*. Barcelona: Folio.
- CHENG, F. (1996). *L'écriture poétique chinoise*. París: Editions du Seuil.
- FAIRBANK, J. (1996). *China, una nueva historia*. Santiago; Barcelona: Andrés Bello.
- FENG Youlan (1989). *Breve historia de la filosofía china*. Beijing: Ediciones en Lenguas Extranjeras.
- GERNET, J. (1991). *El mundo chino*. Barcelona: Crítica.
- LIU Guojun; ZHEN Rusi (1989). *L'histoire du livre en Chine*. Beijing: Editions en Langues Étrangères.
- NEEDHAM, J. (1954 i s.). *Science and civilisation in China*. Cambridge: Cambridge University Press. 17 v.
- (1977). *La gran titulación*. Madrid: Alianza. (Alianza Universidad; 179)
- RONAN, C. A. (1993). *The shorter science & civilisation in China an abridgement of Joseph Needham's original text*. Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.
- TEMPLE, R. K. G. (1987). *El genio de China: Cuna de los grandes descubrimientos de la humanidad*. Madrid: Debate: Círculo.
- (1988). «Invents i troballes d'una civilització antiga». *El Correu de la Unesco*, p. 9-34.
- WILLIAMS, T. (1996). *The complete illustrated guide to chinese medecine*. Shaftesbury, Dorset: Element Book Limited. [Edició en espanyol: *Guia familiar de medicina china*. Premià de Mar (Barcelona): Tikal]
- ZHUANG Wei (1980). *Cuatro grandes inventos en la antigüedad china*. Beijing: Ediciones en Lenguas Extranjeras.