



Una mancata rivoluzione industriale nell'antichità

E' indubbiamente il reperto di tecnologia antica che più ha suscitato impressione ed interrogativi tanto da indurre persino qualche studioso a ritenerlo un falso. Ma quel sofisticato puzzle di ingranaggi e ruote dentate che è il cosiddetto meccanismo di Antikythera (sicuramente un planetario del I sec. a. C.) non solo si è rivelato genuino ed autentico ma ha confermato l'alto livello e la genialità degli antichi inventori del mondo ellenistico-romano. Di questi il primo nome che viene alla mente è naturalmente quello di Archimede di Siracusa, costruttore, tra l'altro, di pompe idrauliche e macchine complesse, come quelle utilizzate contro l'assedio dei Romani (212 a. C.). Ma sarebbe stato anche, secondo la tradizione, proprio lui l'artefice dei primi esemplari di planetari meccanici.

Altri un po' meno famosi come Ctesibio ed Erone, vissuti ad Alessandria d'Egitto tra il III sec. a. C. ed il I sec. d. C. a conoscerli bene destano forse ancora più stupore. Il primo fu un vero esperto della forza idraulica: costruì geniali pompe di sollevamento dell'acqua che insieme a quelle di Archimede vennero impiegate in agricoltura. Ma inventò anche ingegnosi meccanismi come un orologio ad acqua ed un organo a canne che sfruttava la pressione idraulica.

Di Erone non si conosce molto della sua vita, neppure gli anni di nascita e di morte. Al contrario però si conoscono molto bene le opere da lui scritte, anche perché vennero riscoperte e stampate con successo in età rinascimentale. Alcune di esse, quali "Mechanikà" (oggetti meccanici), "Pneumatikà" (oggetti che utilizzano l'aria) e "Autòmata" (meccanismi automatici), ci descrivono molto dettagliatamente una grande varietà di congegni che avrebbero potuto ben figurare in un codice leonardesco: orologi ad acqua, un misuratore automatico delle distanze (odometro), una doccia automatica a gettone, un sistema a pressione per l'apertura automatica delle porte, alcuni meccanismi per il movimento automatico di statue mitologiche; ed altro ancora.

Ma l'invenzione forse più famosa di Erone è – com'è noto – una rudimentale macchina a vapore denominata "Eolipila". Si trattava sostanzialmente di una caldaia di forma sferica alla quale erano collegati due ugelli posizionati in maniera diametralmente

opposta. Il vapore uscendo dai due tubicini faceva ruotare l'intera caldaia con un movimento circolare (Geymonat L., 1970).

Parte del meccanismo di Antikythera



Può essere interessante allora considerare una questione strettamente collegata a queste osservazioni e diventata ormai un classico tema di riflessione da parte di parecchi studiosi sin dalla prima metà del secolo scorso (p. es. da Kahrstedt, Rostovcev, ecc.). Dal momento che la scienza e la meccanica antica erano giunte ad un livello così rispettabile – questo in sintesi il problema - come mai la civiltà ellenistico-romana non riuscì a sviluppare un'economia industrializzata, come poi sarebbe avvenuto 1800 anni dopo in Inghilterra e nel resto d'Europa? Cosa avrebbe impedito, in sostanza, agli antichi artigiani di installare motori a vapore e macchinari automatici nelle loro botteghe di produzione ?

Secondo alcuni storici la responsabilità si dovrebbe attribuire alla grande abbondanza di schiavi. Avendo a disposizione una manodopera così a buon mercato, gli imprenditori dell'epoca non avrebbero avvertito alcuna necessità di investire in tecnologia. Altri ne vedono invece la causa nella conquista romana delle regioni orientali, ed in particolare dell'Egitto di Cleopatra (31 a. C.), che avrebbe disturbato in vari modi sia il naturale sviluppo economico, sia le ricerche scientifiche delle zone più evolute del Mediterraneo, cioè quelle orientali (Heichelheim, 1979).

Per quanto vi sia una parte di verità in queste affermazioni, tuttavia nessuna delle due sembra una risposta esauriente. I beni artigianali nell'antichità venivano infatti prodotti non soltanto dagli schiavi ma anche e soprattutto - specialmente in regioni come la Gallia o l'Egitto - da operai liberi. Senza contare che anche la manodopera servile aveva un suo costo, per quanto basso (Walbank, 1982).

In secondo luogo se è vero che la conquista romana comportò un certo numero di devastazioni, saccheggi e danni anche alla vita culturale delle società ellenistiche (come nel caso dell'incendio della Biblioteca di Alessandria, appiccato dai soldati di Cesare) è anche vero che la successiva pace imposta da Roma e la protezione che essa fornì alla navigazione, liberandola anche dall'incubo della pirateria, si dimostrarono importanti presupposti per il buon andamento economico delle regioni assoggettate.

In realtà è molto più verosimile che fossero gli stessi imprenditori del mondo antico, anche quelli orientali, i più ricchi ed intraprendenti, a non sentire proprio alcuna necessità di aumentare oltre una certa misura la produzione dei propri beni, né tanto meno di investire in nuova tecnologia. Anche nei periodi di maggiore prosperità economica infatti la domanda di tessuti, ceramiche, utensili, ecc., non riuscì a raggiungere mai i livelli che avrebbe raggiunto nel mondo moderno. Al contrario degli imprenditori inglesi che all'inizio dell'Ottocento producevano per l'Europa, l'America e le altre colonie sparse per il mondo - per un potenziale mercato, cioè, di oltre 150 milioni di abitanti - i produttori

dell'antichità dovevano accontentarsi di un mercato di potenziali consumatori molto più ristretto, limitato quasi esclusivamente al bacino del Mediterraneo. Secondo lo storico tedesco K. J. Beloch, la popolazione di tutto l'impero romano al tempo di Augusto avrebbe infatti raggiunto soltanto i 54 milioni di abitanti, stima per di più ritenuta da molti esagerata. Ed oltre a ciò è comunque necessario considerare anche altri importanti fattori che limitavano ulteriormente il potenziale mercato.

In primo luogo buona parte della popolazione, specie quella delle regioni più interne (come in Gallia e nella Penisola Iberica) non si rivolgeva ai produttori orientali, o perché caratterizzata da un'economia povera e quindi dedita all'autoconsumo, o perché si riforniva dagli artigiani delle città più vicine.

Inoltre anche nelle zone più ricche e produttive, come quelle orientali appunto, gran parte degli abitanti possedeva un reddito pro capite insufficiente per l'acquisto di grandi quantità di prodotti artigianali, anche di prima necessità. Colpa soprattutto della carente produzione agricola complessiva, e dunque dell'alto costo della vita. Nei due secoli a cavallo dell'era cristiana non mancavano certo regioni come la Sicilia, l'Egitto ed il resto dell'Africa Settentrionale dove la naturale fertilità del suolo e le sofisticate tecniche agricole - che comprendevano anche l'uso di macchinari idraulici come le pompe di Archimede - consentivano buoni raccolti. Ma nelle rimanenti parti del Mediterraneo, gli attrezzi ed i metodi di coltivazione rimasero sempre poco sviluppati, se non addirittura ad un livello primitivo, mentre gran parte del territorio veniva lasciato incolto, al pascolo o alla foresta.

Il prezzo dei cereali nel mondo antico rimase pertanto sempre troppo alto - per non dire proibitivo, come ad esempio tra il 138 ed il 63 a. C. - tenendo anche conto delle carestie, delle requisizioni militari e delle speculazioni commerciali. Come ci riferiscono gli scrittori antichi (per esempio Teofrasto), la gente nelle città parlava correntemente del prezzo del grano così come oggi noi parliamo del tempo atmosferico. Nonostante non siano mancati brevi periodi di prezzi più abbordabili (come ad esempio intorno alla metà del III sec. a. C.), si può proprio affermare che la produzione complessiva di beni alimentari nel mondo ellenistico-romano si dimostrò generalmente insufficiente, non tanto per le prioritarie necessità degli apparati burocratico-militari, quanto soprattutto per la maggior parte della popolazione che consumava tutto il suo reddito per la spesa alimentare (Heichelheim, 1979).

A ridurre ulteriormente il potere d'acquisto dei consumatori pensavano poi le numerosissime tasse (anche quelle precedenti la conquista romana) che a causa degli alti prezzi dovevano risultare ancora più gravose, anche quelle apparentemente lievi. Sotto il suo principato, ad esempio, Ottaviano Augusto introdusse un'imposta dell'1 per cento sulle vendite (cioè qualcosa di simile alla nostra IVA). Dopo la sua morte il popolo chiese al nuovo imperatore Tiberio di abolirla, ma come ci racconta lo storico Tacito, il nuovo Augusto non poté acconsentire a tale richiesta, giustificandosi dicendo che il mantenimento dell'esercito dipendeva tutto da quella tassa ("militare aerarium eo subsidio niti") (Mazzarino, 1980).

Nulla di paragonabile dunque con le condizioni sociali ed economiche dell'Europa nel XVIII secolo, all'alba della rivoluzione industriale. Gli enormi progressi nella produzione agricola che l'Europa aveva sperimentato a partire dal periodo carolingio (IX secolo) con il progressivo miglioramento degli attrezzi agricoli, con l'introduzione di nuove specie vegetali a più alta resa (compresi i prodotti provenienti dall'America), ma soprattutto con l'inarrestabile estensione delle zone coltivate (fino alla quasi totale scomparsa delle foreste) consentì sia di sostenere una popolazione di molto superiore ai 100 milioni di abitanti, ma anche di accrescere il potere di acquisto di vasti strati sociali, complice proprio il prezzo relativamente contenuto dei beni di prima necessità. Di qui l'accrescimento della domanda di beni diversi da quelli alimentari, quali tessuti, suppellettili, ecc., che indusse gli

imprenditori a meccanizzare sempre più i sistemi di produzione.

Sulla base di queste considerazioni è quindi plausibile affermare che anche nei periodi di più intensi scambi commerciali nel mondo antico - quale furono appunto il I sec. a. C. ed il I d. C. - la domanda di prodotti artigianali si mantenesse ben al di sotto di una certa soglia critica, e dunque che gli imprenditori dell'epoca non trovassero conveniente nessun altro investimento se non quello di procurarsi altra manodopera a buon mercato. Proprio in quel periodo gli schiavi erano abbondanti e poco costosi in conseguenza delle numerose guerre di conquista intraprese dai Romani, e gli imprenditori dell'epoca ne approfittarono. Per loro non sarebbe stata di alcuna convenienza adottare le costose tecnologie di Erone.

E' significativo del resto che l'unico esempio di rudimentale meccanizzazione dell'epoca si verificasse nella produzione alimentare. Proprio nei due secoli a cavallo dell'era cristiana comparvero infatti in varie parti dell'impero (Egitto, Provenza, forse anche nella stessa Roma) i primi mulini ad acqua per la macinazione dei cereali (Stevens, 1976). Chiaramente la domanda di farina per una popolazione di parecchi milioni di abitanti rendeva evidenti i grossi limiti produttivi della forza muscolare, animale o servile che fosse, ed allo stesso tempo rendeva conveniente applicare l'energia delle ruote idrauliche (fino ad allora usate solo per gli acquedotti e per l'agricoltura) per la macinazione dei cereali. Qualcosa di simile d'altra parte avvenne anche nella seconda metà del XVIII secolo nei Caraibi, allorché vennero introdotte delle macchine a vapore in Giamaica (1768) ed a Cuba (1797) - in regioni quindi caratterizzate da un'economia servile

- per macinare le notevoli quantità di canna da zucchero coltivate in quelle isole dagli schiavi (Masefield, 1975).



Ricostruzione della macchina a vapore di Erone di Alessandria

In conclusione, mi sembra infine opportuno concordare con quanto affermano alcuni studiosi, come ad esempio Price, circa la sorte della tecnologia antica. Si sa cioè che meccanismi analoghi al planetario di Antikithera sopravvissero durante i secoli bui dell'Alto Medioevo nei territori bizantini, persiani e musulmani, come ad esempio quello ammirato dall'imperatore bizantino Eraclio nel VII sec. d. C. (Hatcher Childress, 2000). Non è da escludere che qualcuno di essi possa essere stato portato in Europa Occidentale nel periodo delle crociate contribuendo così all'invenzione degli orologi ed allo sviluppo delle tecnologie meccaniche (inizio XIV secolo).

Anche l'antica macchina a vapore di Erone, l'Eolipila, qualche secolo dopo, nel Seicento, ottenne però una "seconda possibilità". Nel 1615 in un'opera edita a Francoforte, "Raisons des forces mouvantes", un certo Salomon de Caus, appassionato studioso degli antichi inventori alessandrini, riferì di aver costruito una macchina che ricordava appunto quella di Erone, fornendone anche molteplici esempi di applicazioni pratiche. Le sue aspettative immediate si rivelarono tuttavia illusorie, forse a causa - anche qui - di un mercato di consumatori numericamente insufficiente ed impoverito dalle guerre, carestie

ed epidemie che imperversarono in ogni angolo d'Europa per tutto il XVII sec. Nemmeno altri illustri costruttori di macchine a vapore, come il marchigiano Giovanni Branca, intorno al 1630, ed il marchese di Worcester verso il 1660, riuscirono a diffondere la nuova tecnologia in anticipo sui tempi. Fu necessario attendere gli studi del francese Denis Papin e dell'inglese Thomas Savery alla fine del medesimo secolo perché le prime "pompe a vapore" venissero utilizzate per drenare l'acqua nelle miniere inglesi all'inizio del Settecento (Mantoux, 1981).

Come per il meccanismo di Antikythera, tuttavia, forse non è esagerato affermare che la caldaia semovente di Erone, studiata – come già detto - nel Rinascimento insieme a tutte le altre geniali invenzioni antiche, abbia contribuito a promuovere in età moderna sia gli studi sul vapore, sia dunque, indirettamente, anche la rivoluzione industriale.

Bibliografia:

- Geymonat L. Storia del pensiero filosofico e scientifico, Garzanti, 1970, p. 299 e segg. (Descrive le opere di Erone e Ctesibio, mentre alla p. 250 e segg. parla di Archimede e del mancato sviluppo industriale nell'antichità).
- Heichelheim F. H. , Storia economica del mondo antico, Laterza, 1979, vol. IV, p. 689 e segg. (Discute i difetti dell'economia ellenistico-romana riportando le opinioni di diversi storici; a partire dalla pagina 720 riporta le notizie sulle difficoltà dei rifornimenti alimentari, e dalla pag. 875 le condizioni dell'agricoltura antica. Naturalmente sono state proposte anche altre motivazioni, come la troppo meticolosa programmazione dell'economia in alcune regioni, come l'Egitto pre-romano, la forte concorrenza produttiva dei latifondi a danno delle città specie nel I secolo d. C., o le gravi svalutazioni monetarie sempre di questo periodo. Ma più si confronta l'economia antica con quella medioevale e moderna e più ci si rende conto che il vero problema di fondo non può essere ricondotto a nessuno di questi).
- Walbank F. W., Commercio e industria nel tardo Impero Romano d'Occidente, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1982, vol II, p. 42 e segg. (Dà informazioni sul lavoro libero e servile dell'artigianato del I sec. d. C.).
- Glass D. V., La popolazione mondiale dal 1800 al 1950, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1974, vol. VI, p. 78 e segg.
- Cole W. A., Deane Ph., La crescita dei redditi nazionali, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1974, vol. VI.
- Doving F., La trasformazione dell'agricoltura europea, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1974, vol. VI.
- Mazzarino S., L'Impero Romano, Laterza 1980, vol. I, pp. 91-92. (Viene riportato l'episodio di Tiberio e della "centesima venalium", la tassa sulle vendite).
- Stevens E. C., Agricoltura e vita rurale nel tardo impero romano, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1976, vol. I, p. 128. (Riporta le notizie sulle pompe di Archimede in Africa; a p. 125 dà invece informazioni sui mulini idraulici nell'impero).
- Masefield G. B., Prodotti agricoli e bestiame, in: Storia Economica Cambridge, Einaudi 1975, vol. IV, p. 336. (Riporta le notizie sulle macchine a vapore in Giamaica ed a Cuba).
- WWW.ANTIKITERA.NET, Gennaio 2003, news n. 2, (circa la teoria di Derek Price sulla sopravvivenza dei planetari antichi nel medioevo)
- Hatcher Childress D., Le scoperte scientifiche delle antiche civiltà, Newton e Compton 2000, p. 94 (riporta l'episodio del planetario del VII sec. citato dallo storico Cedreno in: Tomas A., We are not the first, London, Souvenir Press, 1971).
- Cipolla C. M., Storia economica dell'Europa pre-industriale, Il Mulino 1974, p. 193 e segg. (Fornisce informazioni sull'invenzione degli orologi nell'Europa medioevale).
- Mantoux P., La rivoluzione industriale, Editori Riuniti, 1981, p. 395 nota 5 (fornisce informazioni su Salomon de Caus e gli altri inventori di macchine a vapore nel XVII sec.).