

LO SVILUPPO TECNOLOGICO-LA SCIENZA ED IL SISTEMA ECONOMICO

A. Pagano

INFN - Sezione di Catania

Dipartimento di Fisica - Astronomia dell'Università di Catania

Associazione culturale "S. Notarrigo - La Scuola Italica"

L'antichità classica non ha conosciuto un "macchinismo", cioè una vasta applicazione sociale di invenzioni tecnologiche, malgrado la scienza avesse raggiunto un sistema di idee assai evoluto. In questo contributo si afferma che la causa di un mancato "macchinismo" nell'antichità deve essere ricercata nel funzionamento del sistema economico; e cioè, nel sistema di redistribuzione della ricchezza e nella politica di investimento produttivo.

Comunicazione al XXX Convegno Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia Urbino, 30 Giugno 2010

1. Introduzione

Il mondo antico (precedente l'era cristiana, per rimanere in occidente, ma le considerazioni che seguono sono generali) conobbe un metodo di conoscenza del mondo fisico simile a quello che oggi intendiamo con il concetto di "metodo scientifico". Esempi significativi ci sono dati dal quel complesso di idee scientifiche e di applicazioni pratiche che fiorirono nel periodo presocratico [1-5]. L'autorevole archeologo Gordon Childe ci informa nel merito [6]:

<<veramente peculiare alla speculazione greca fu che i filosofi sempre più facevano ricorso non alla saggezza degli antichi o a rivelazioni divine, bensì a fatti dell'esperienza umana e alla pratica delle arti >>. E, ancora, egli afferma più precisamente : << [...] I filosofi naturali osservarono diligentemente i fenomeni naturali e

sistematizzarono le loro osservazioni>>. E ciò avvenne in vari campi del pensiero, come è accaduto, di recente, con l'avvento dell'era moderna. Dalla geometria alla matematica [4], dalla scienza astronomica, a quella applicata [5] il mondo antico seppe elaborare un metodo scientifico vasto e coerente. Gli antichi applicarono la misurazione sistematicamente per le loro osservazioni. <<[...] *Pitagora pose le fondamenta della teoria musicale*[...] *ma, i filosofi greci non dovevano fondarsi soltanto sulle osservazioni proprie; si sa che erano al corrente dei risultati più genuini della Scienza babilonese ed egiziana.*>>[6]. Non fece eccezione nemmeno la scienza biologica: <<[...] *Anassimandro abbozzò una vaga idea di evoluzione organica, fondata su osservazioni accurate delle abitudini di pesci e di animali. Senofane (di Colofone) osservò e spiegò correttamente dei fossili.*>>[6]. Stupisce l'eccezionale modernità della speculazione fisico-filosofica della scuola di Leucippo-Democrito che teorizzò gli atomi ed il vuoto come i due elementi della *'realtà fisica'* [7], molto prima che l'atomo ed il vuoto riapparissero con la moderna teoria cinetica dei gas.

Il filo di *'Arianna'* che collega Newton a Galileo, Galileo ad Archimede, Archimede a Democrito, Democrito al mondo pre-socratico e, più indietro nel tempo ancora, a quello Assiro-babilonese, ne è prova. La scienza moderna è nata con Galileo; ma la scienza è nota all'uomo da molto più tempo. Essa è antica quanto la nascita del linguaggio; e questo è legato alla dimensione simbolica della comunicazione artistica che è antica quanto l'uomo [8]. E che i meccanismi evolutivi della scienza siano tanto antichi quanto i meccanismi di formazione del linguaggio, lo si prova con il ricostruire razionalmente ciò che antichi scienziati hanno teorizzato [1,9]. La scienza può essere solo contrapposta alla NON scienza. E ciò vale in ogni epoca. Non si può dunque, in scienza, contrapporre l'antico al moderno; ma, si tratta di riconoscere la contrapposizione tra un linguaggio razionale e un linguaggio impreciso e mitologico. Questa contrapposizione esiste da sempre, ed è presente in ogni epoca. La presunta evoluzione millenaria, in base alla quale, il pensiero scientifico partirebbe da una fase pre-scientifica e mitologica (degli

antichi) per passare poi ad una fase più evoluta (dei più moderni) per poi, finalmente, approdare alla fase del più "maturo" metodo scientifico galileiano è da considerarsi infondata.

Tuttavia, Il Childe nota come << *questo superbo sforzo di scienza pura (dell'antichità) non trovò, come la fioritura paragonabile della teoria moderna dopo il 1600 d.C., espressione in ritrovati tecnici che non soltanto arricchissero la vita umana e garantissero la verità pragmatica delle teorie, ma anche fornissero strumenti per nuove scoperte.* >> [6].

Allo stesso risultato perviene lo Schuhl (1962), che lasciò sostanzialmente aperto un problema: << *perché l'antichità classica non ha conosciuto il macchinismo ?* >> [10].

Lo sviluppo tecnologico anche in relazione all'evoluzione socio-culturale, all'impatto l'ambientale e al sistema di sfruttamento del lavoro umano è stata oggetto di vaste indagini [11,12].

Per poter spiegare il fenomeno di un mancato "macchinismo" si sono invocati sia cause "interne" alla scienza antica : carenza del metodo osservativo, prevalenza del mito, pregiudizi di vario genere, sistemi di numerazione non idonei, dogmatismo sull'interpretazione dei testi religiosi e filosofici, oppure, cause "esterne" alla scienza antica, di carattere più specificatamente economico: abbondanza di forza lavoro fino ad arrivare alla schiavitù, difficoltà negli scambi tra le merci di largo consumo con prevalenza, nello scambio, degli oggetti di lusso, ecc.. E si è voluto insistere sull'influenza dell'innovazione tecnologia sulla produzione economica; ma, sfortunatamente, non si è insistito abbastanza sull'inverso: e cioè, sull'influenza che ha la produzione sull'affermazione delle idee e della tecnologia ad esse in qualche modo collegata. Questa debolezza sostanziale non si trova, come è ben noto, in K. Marx [12]. Il "macchinismo" , così come lo abbiamo conosciuto, nel recente passato, ha avuto una forma storica determinata e ha corrisposto a ben precisi rapporti di produzione; e, quindi, a ben determinati rapporti di proprietà tra classi sociali e tra individui. Solo in riferimento a questa essenziale osservazione metodologica si può rispondere al problema del "macchinismo", come posto dallo Schuhl

e da altri altri. Senza questa, il cercare una risposta al "macchinismo" sarebbe come addentrarsi in un labirinto senza via di uscita.

2. Tecnologia e sviluppo economico

Tutto ciò premesso, notiamo che la differenza peculiare tra il mondo antico e quello che si è delineato con l'avvento della società pre-industriale, per poi approdare nell'era tecnologica della società industriale, risiede nel diverso modo di gestire la ricchezza prodotta, in rapporto alla quota parte destinata agli investimenti sul totale del prodotto lordo. Con la società industriale cambia radicalmente il significato economico del "valore delle merci", socialmente prodotte. Il concetto di "valore di scambio" tende, progressivamente, a prevalere sul concetto primordiale di "valore d'uso", e, soprattutto, la tendenza al massimo profitto (quota parte del valore economico prodotto che va al capitale) ottenibile in relazione al "valore di scambio" tende ad annullare il concetto di "valore sociale". Il meccanismo dell'accumulazione del profitto ha innescato un processo di espansione della produzione che è pervenuto, infine, alla peculiare forma di produzione industriale con i caratteristici rapporti di proprietà. Inevitabilmente, però, tale forma storicamente determinata di espansione produttiva, è destinata a scontrarsi con la finitezza del sistema naturale e la legge dell'entropia [13,14]. E', dunque, nel sistema di produzione e redistribuzione della ricchezza prodotta che vanno ricercate le cause reali del diverso impatto che ha avuto la scoperta scientifica nel mondo antico e nel mondo moderno, sullo sviluppo della scienza applicata alla società.

Ci chiediamo: cos'è (astruendo da qualunque visione politica) un sistema economico? Senz'altro esso si comporta come una macchina che produce merci (OUTPUT) trasformando delle merci (INPUT) [15,16]. In questo processo la macchina economica deve necessariamente assorbire lavoro umano. Il processo è ciclico e può funzionare sia in condizioni di *riproduzione semplice* che in condizioni di *riproduzione allargata*. Nella riproduzione semplice il ciclo si chiude in pareggio. Il sistema economico genera solo ciò che è strettamente

necessario alla rigenerazione del fabbisogno forza lavoro, in determinate condizioni sociali di sviluppo. Nella riproduzione allargata, invece, rimane un sovrappiù il cui utilizzo è decisivo per la dinamica della società. Esso può essere sottratto dal ciclo della produzione e distribuito alla società (e dunque anche alla forza lavoro) in diverse forme; oppure, esso può essere utilizzato per spingere gli investimenti produttivi, a condizione che si rispettino ben precisi rapporti di investimento tra i diversi rami della produzione. Un sistema che opera in condizioni tendenziali di massimo impiego del sovrappiù prodotto a fini produttivi necessita l'impiego del massimo di tecnologia disponibile. Un siffatto sistema deve crescere nel tempo con una legge che, in condizioni ideali di stabilità climatica e ambientale, e di risorse naturali illimitate (nel rapporto tra quanto effettivamente estratto e quanto ancora disponibile), è di tipo esponenziale [14]. Ad ogni ciclo produttivo si ha un di più da trasformare (cioè da investire produttivamente); e così via di seguito. Le condizioni fisiche dell'ambiente, unite alle capacità rigenerative delle forza lavoro, determinano il periodo di tempo necessario al raddoppio dei beni, secondo la legge di crescita esponenziale. In contrasto, un sistema che operi in condizioni di minimo investimento produttivo del prodotto, privilegiando il consumo improduttivo tende ad escludere l'applicazione di macchine efficienti (dal punto di vista della produzione). Nei periodi storici in cui ha prevalso l'uno oppure l'altro tra i due casi ideali estremi (riproduzione semplice oppure riproduzione con la tendenza al massimo dell'investimento produttivo) si è riscontrato o una stasi della società, spesso secolare (primo caso), oppure, uno sviluppo rapido delle innovazioni tecnologiche (secondo caso). Nell'antichità e fino alla società pre-industriale moderna, in cui prevaleva il *"valore d'uso"* delle merci, la ricchezza prodotta era tendenzialmente sottratta al sistema economico (cioè all'investimento produttivo). Il *"valore d'uso"* delle merci era accaparrato (in larga misura in modo puramente parassitario) da una classe dominante che rappresentava, numericamente, una percentuale esigua della popolazione attiva. Si pensi ad Atene, ove un manipolo di nobili disponeva del prodotto del

lavoro di decine di migliaia di individui. In tempi più recenti, intorno al XVI secolo, la percentuale di coloro che hanno avuto accesso a quantità importanti del valore prodotto ha raggiunto valori superiori al 10-20% del totale della popolazione attiva. La dinamica evolutiva del processo di redistribuzione della ricchezza nel passaggio da una società feudale ad una società pre-industriale viene esaminata in profondità dall'economista Carlo M. Cipolla [17]. La rivoluzione borghese e l'avvento della società industriale coincidono, precisamente, con l'aumento significativo dell'investimenti produttivi, generando così (per pressione economica) le condizioni per un massiccio sfruttamento delle risorse naturali e del lavoro umano. Si genera anche, è giusto ricordarlo, una assai maggiore redistribuzione della ricchezza, condizione imprescindibile per l'espansione dei mercati. Stime attendibili ci indicano che nella società inglese, ancora nel 1700, al 60% della popolazione andava poco più del 15% del prodotto; mentre nel 1962, sempre il 60% della popolazione, accedeva a circa il 40% del prodotto [17].

L'attuale livello di consumo di energia mondiale (che si assume, per semplicità, proporzionale al prodotto interno lordo prodotto), impiegato produttivamente, è dell'ordine di $4 \cdot 10^{20}$ J/anno (anno 2010). Questo valore si è raggiunto in circa 150 anni (cioè dal 1850 circa ad oggi, periodo in cui i dati sono certi con precisione confrontabile in tutto il periodo in esame) in cui si è avuto uno sviluppo impressionante della tecnologia. Il tasso di crescita (ha corrisposto anche al periodo di abbandono, per obsolescenza, di una data tecnologia e di rimpiazzo di una tecnologia più produttiva) su scala mondiale è stato di circa 25 anni mediando da 1850 ad oggi (dal 1950 a circa 1980 si è avuto un processo di accelerazione con tasso di crescita di circa 12 anni. Dal 1990 si osserva un marcato rallentamento dell'economia mondiale con tendenza alla saturazione del prodotto lordo). A questo ritmo di consumo produttivo ha corrisposto anche un notevole impiego di forza lavoro (con aumento della popolazione nei paesi, così detti, in via di sviluppo, che hanno fornito sia forza lavoro al loro interno e sia, per flusso migratorio, la forza lavoro necessaria da impiegare nel processo produttivo globale)

e un massiccio sfruttamento delle risorse naturali. La popolazione mondiale si è sestuplicata in circa 100 anni, passando dal miliardo di individui del 1900 agli attuali più di sei miliardi. L'impiego delle risorse per fini produttivi ha generato forza lavoro a basso costo nei paesi in via di sviluppo, e, allo stesso tempo, cultura specializzata con scuole e livelli di specializzazione di ogni tipo e una robusta classe di intellettuali in paesi tecnologicamente avanzati. L'economia di mercato ha così generato le condizioni per l'affermarsi di una tipica tecnologica, la cui forma storica è figlia del paradigma produttivo generato dalla legge di espansione dei profitti industriali.

Conclusioni

Ci si è posti la domanda del perché l'antichità classica non abbia conosciuto un "macchinismo". In questo lavoro si escludono meccanismi interni all'evoluzione scientifica, quali cause del mancato fenomeno di un "macchinismo" nell'antichità classica. Si nota come la forma storica nella quale il fenomeno si è affermato nella modernità è stato il risultato di un preciso sistema di produzione, caratterizzato da ben determinati rapporti di proprietà. In altre parole: è nella politica di investimenti della ricchezza prodotta che va ricercata la causa della nascita, nella forma storicamente determinata, del "macchinismo" e, la sua conseguente, maggiore o minore diffusione nel sistema sociale. E' bene puntualizzare, che lo sviluppo della tecnologia, così come ha prevalso con l'avvento della moderna società industriale, ha sostenuto una crescita quantitativa che, tendendo a scartare l'intrinseco "valore sociale" dei beni prodotti, si è scontrata con le capacità di rigenerazione dell'ecosistema e, dunque, con le conseguenze della legge dell'entropia.

L'autore ringrazia il Prof. Antonino Drago per le osservazioni critiche ad una prima stesura del lavoro, e per l'indicazione di alcuni importanti riferimenti bibliografici

Bibliografia

- [1] G.Boscarino, *Tradizioni di pensiero: la tradizione filosofica italiana della scienza e della realtà*, La scuola Italica editore (1999); dello stesso A., *L'Arenario di Archimede e la tradizione di pensiero italiana della scienza*; Altro Mondo Editore, 2010.
- [3] L.Russo, *La rivoluzione dimenticata*; Feltrinelli 1996.
- [4] G.Loria, *Le scienze esatte nell'antica Grecia*; Hoepli, ristampa 1987.
- [5] B. Farrington, *Scienza e politica nel mondo antico*; Feltrinelli 290/UE (1960).
- [6] G.Childe, *Il progresso nel mondo antico*; PBE 27, trad. (1973).
- [7] A.Pagano, *Teoria fisica e modelli concreti in Democrito*; Quaderni CE.R.CO, Atti XXVII Congr. Naz. SISFA-2007- a cura di E.Giannetto, G.Giannini e M.Toscano, pag. 33.
- [8] Louis-René Nougier, *L'arte della preistoria*; TEA S.p.A, 1999.
- [9] S.Notarrigo, *Il linguaggio scientifico dei presocratici analizzato con l'ideografia di Peano*, Ed. La Scuola Italica/Mondotre quaderni, N.4/5 Ott. 1989; www.lascuolaitalica.it
- [10] P.-Maxime Schuhl, *Perché l'antichità non ha conosciuto il <<macchinismo>>*; (1962), vedi appendice al libro di A. Koyré, *Dal Mondo del pressappoco all'universo della precisione*; NP 12, Einaudi trad. 1967.
- [11] L. Mumford, *Tecnica e Cultura*, Ed. Net . 2005;
- [12] C.Marx , *Le macchine*; Ed. Riuniti 1990 (da *il Capitale* vol. I)
- [13] N. Georgescu-Roegen, *The Entropy law and the economic process*; Harvard University press (1971).
- [14] G.Amata, S.Notarrigo *Una ridefinizione della teoria economica*; - Energia e Ambiente, ed. C. U. E. C. M.,Catania 1987
- [15] P. Sraffa, *Produzione di merci a mezzo di merci- Premesse a una critica della teoria economica*; Einaudi, I° ed. 1960.
- [16] J. V. Newmann, *A Model of General Economic Equilibrium*; The Review of Economic Studies, Vol. 13, 1-9, Issue I (1945/46).
- [17] Carlo M. Cipolla, *Storia economica dell'Europa pre-industriale*; Il Mulino-Biblioteca, edizione (2002).