

FERDINANDO MEACCI

PROTEZIONE DELL'AMBIENTE, AUMENTO DEI COEFFICIENTI TECNICI E PREFERENZE COLLETTIVE

SOMMARIO: A. Il progresso tecnico. — B. Protezione dell'ambiente e regresso tecnico. — C. Analisi economica della protezione dell'ambiente. — C. 1. Vari tipi di protezione. — C. 2.1. Gli isoquant a coefficienti flessibili. — C. 2.2. Gli isoquant a coefficienti fissi. — C. 3. Le espressioni della produzione di Sraffa. — C. 4. Le vie indirette di Böhm-Bawerk. — D. Preferenze collettive e costo-opportunità.

A. Sia in Smith, per quanto in poche ma cruciali righe della *Ricchezza delle Nazioni*, Libro I, Capitolo I, sia negli economisti contemporanei, nonostante le molte monografie e gli innumerevoli articoli che questi usano produrre, vi è un comune ed essenziale modo di concepire il progresso tecnico, cioè come riduzione dei coefficienti tecnici, ovvero della quantità necessaria di tutti o alcuni o un solo input per una stessa unità di output. Più sofisticati di Smith, che nell'esempio del ragazzo « che amava giocare con i compagni » considera un caso di progresso tecnico riduttore dell'input di lavoro, i contemporanei hanno approfondito l'argomento classificando, almeno ma non solo, nei tre diversi modi di Hicks, Harrod e Solow vari tipi di progresso a seconda che il coefficiente ridotto sia quello del lavoro o del capitale o di entrambi, facciano o non facciano parte di una funzione di produzione, sia questa del tipo Cobb-Douglas o CES o altro.

Non solo. Sia in Ricardo, per quanto con le conclusioni personali del famoso cap. XXXI dei *Principi*, sia in Marx, per quanto non sistematicamente nel capitolo *Machinerie und Grosse Industrie* del libro I del *Capitale*, sia in numerosi neoclassici, nonostante la loro asserita insensibilità al problema delle tecniche, sia e soprattutto in Böhm-Bawerk nei primi e trascurati *Excursus* alla *Teoria positiva del capitale* nonché in altri autori

e in altri libri, si parla di progresso tecnico anche quando e soprattutto quando vi sia accumulazione di capitale, cioè il coefficiente di capitale aumenti. In questo caso però la condizione è che per uno o più coefficienti tecnici in aumento ve ne sia almeno uno in diminuzione, e *precisamente* che, essendo dati i costi unitari degli *inputs*, il costo per unità di *output* dell'*input* aumentato aumenti meno di quanto diminuisca il costo per unità di *output* dell'*input* diminuito, finché in definitiva succeda ciò che succedeva immediatamente, per qualsiasi insieme di costi unitari degli *inputs*, nel caso precedente, cioè che il *costo totale per unità di output* risulti diminuito. Nessuna nuova tecnica è adottata né il progresso tecnico appare se questa condizione tipica e generale non si verifica.

B. Né Smith, né Ricardo né altri grandi economisti del passato hanno potuto affrontare in prospettiva sistematica un problema che l'umanità industrializzata s'è trovata a dover risolvere soprattutto recentemente, cioè l'inquinamento che l'accumulazione infligge all'ambiente naturale. Nel corso degli anni 60 e soprattutto a partire dai primi anni 70 autori sempre più numerosi hanno invece affrontato questo problema o dal punto di vista economico, come problema di tecniche, di investimenti, di costi e di benefici, o dal punto di vista finanziario come problema di imposizione fiscale e di risarcimento del danno (1).

Per quanto non sia sempre possibile rinvenire nei lavori pubblicati secondo il primo punto di vista (che qui soltanto in-

(1) Cfr. per esempio A. V. KNEESE, R. U. AYRES, R. C. D'ARGES, *Economics and Environment*, 1970; W. RAMSAY, C. ANDERSON, *Managing the Environment. An Economic Primer*, 1972; J. H. DALES, *Pollution, Property and Prices*, 1968; R. G. RIDKER, *Economic Costs of Air Pollution*, 1968; H. WOLOZIN (Ed.), *The Economics of Air Pollution*, 1966; E. GERELLI, U. POTOTSCHNIG, G. MURARO, *La tutela delle acque*, 1969; E. GERELLI (Ed.), *La difesa della natura. Problemi economico-finanziari*, 1970; A. V. KNEESE, *The Economics of Regional Water Quality Management*, 1964; W. J. BAUMOL, W. E. OATES, *The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment*, «The Swedish Journal of Economics», 1971; R. C. D'ARGES, *Essay on Economic Growth and Environmental Quality*, «The Swedish Journal of Economics», 1971; W. LEONTIEF, *Environmental Repercussions and the Economic Structure. An Input Output Approach*, «Review of Economics and Statistics», 1970; G. SCAIOLA (Ed.), *L'intervento pubblico contro l'inquinamento*, 1971; OCDE, *Problèmes de l'économie de l'environnement*, 1971; OCDE, *Problems in Transfrontier Pollution*, 1972; S. C. KOLM, *Politiques anti-pollution optimales en présence d'incertitude*, «Kyklos», 1971; TECNECO, *Prima Relazione sulla Situazione ambientale del paese*, in corso di stampa.

teressa) i lineamenti di una teoria economica, generale e sistematica, della protezione dell'ambiente, vi è in tutti però una tale quantità di materiale da poter procedere a un tentativo di tipizzazione e di unificazione dei multiformi fenomeni connessi all'inquinamento e alla sua prevenzione.

Infatti, qualunque sia l'elemento inquinato, sia cioè l'aria o l'acqua o il suolo, qualunque sia l'industria o il prodotto che lo inquina, qualunque sia la reazione chimica o il modo per cui ciò avviene, l'esperienza insegna che, nei casi più numerosi e più significativi, l'inquinamento può essere prevenuto o ridotto o debellato e l'ambiente *effettivamente* protetto solo se le industrie inquinanti o le comunità inquinate aggiungono agli impianti già in funzione o incorporano in quelli non ancora costruiti *ulteriori* processi o impianti, siano questi, a seconda delle industrie e del caso, di depurazione, di incenerimento, di smaltimento, di depolverizzazione, di abbattimento, di riciclo, di riduzione o altro. È dunque facile convenire che a) in qualunque di questi casi la protezione dell'ambiente esige l'iniezione nelle industrie inquinanti o nelle comunità inquinate almeno di una maggiore quantità di capitale per unità di *output*, cioè un aumento del coefficiente di capitale non bilanciato dalla diminuzione del coefficiente di lavoro o di altro coefficiente; e che b) in un numero ridotto di altri casi la stessa protezione esige una maggiore quantità di lavoro o di altri *inputs* per unità di *output*, cioè un aumento di coefficiente di lavoro o di altro coefficiente non bilanciato dalla riduzione del coefficiente di capitale o di almeno un altro coefficiente. In direzione opposta al progresso tecnico, che comporta una *riduzione* dei coefficienti tecnici e in generale una *diminuzione* del costo totale per unità di *output*, la protezione dell'ambiente comporta quindi l'*aumento* di almeno un coefficiente tecnico e in generale l'*aumento* del costo totale per unità di *output*. Chiamo questo fenomeno: regresso tecnico.

Nonostante le apparenze, si ha in questo senso regresso tecnico anche in quei casi in cui la protezione dell'ambiente è garantita non da un aumento dei coefficienti tecnici dell'industria inquinante ma da una *dislocazione* degli impianti non accompagnata da alcuna modificazione dei loro coefficienti tecnici. Poiché infatti la localizzazione di un impianto è *ottima* nel senso dei maggiori teorici, da H. v. Thünen, *Der Isolierte Staat* (1826) a

A. Weber, *Über den Standort der Industrien* (1909) a W. Isard, *Location and Space Economy* (1956), solo quando la quantità di *transport input* per unità di *output* è minima, si ha che l'allontanamento di un impianto dal suo punto inquinato di localizzazione ottima comporta un aumento di *transport input* per unità di *output*, cioè del costo di trasporto per unità di *output* e quindi anche, come per altra via succede quando la localizzazione è ottima nel senso di un incrocio di isodapane critiche alla Weber, del costo totale per unità di *output*. Anzi, poiché dislocare più impianti significa in questo senso, per un'economia come un tutto e ancor più chiaramente per un'economia pianificata, destinare più risorse all'industria dei trasporti, cioè più capitale e più lavoro, e anzi, data l'industria, più capitale che lavoro, si ha di nuovo che la quantità media di capitale per unità di *output* (trasportato) aumenta senza che la quantità di lavoro diminuisca.

C. Come è stato fatto e si continua a fare per il progresso tecnico, così è possibile descrivere graficamente e approfondire analiticamente il fenomeno opposto appena definito. Questo può essere spiegato e descritto o ricorrendo agli isoquanti o ricorrendo alle espressioni della produzione di Sraffa o ricorrendo alle vie indirette di Böhm-Bawerk, cioè a strumenti logici validi o in sede micro o in sede macro o in entrambe le sedi.

C.1. Seguendo in parte e in senso diverso la classificazione proposta per esempio da Jossa (*Analisi economica del progresso tecnico*, 1966), possiamo definire la protezione dell'ambiente a seconda che essa richieda un aumento del coefficiente di lavoro, cioè più lavoro per unità di *output* (es.: attività di gestione, di manutenzione e di controllo); oppure un aumento del coefficiente di capitale, cioè più capitale per unità di *output* (es.: impianti di depurazione o altro); oppure un aumento del coefficiente di terra, cioè più terra per unità di *output* (es.: polmoni verdi attorno agli impianti o ulteriori lotti per ubicarvi gli impianti di depurazione). Si possono così classificare quattro diversi tipi di protezione dell'ambiente:

protezione di tipo A: ferma restando la quantità prodotta e la quantità impiegata di capitale e terra, la produttività marginale del lavoro diminuisce dell' $x\%$ e le produttività marginali del capitale e della terra restano costanti, allorché la quantità im-

piegata di lavoro aumenta dell' $x\%$, per qualunque combinazione iniziale di capitale, lavoro e terra (occorrendo infatti più lavoro per una stessa quantità di *output*, la produttività media e marginale del lavoro diminuisce);

protezione di tipo B: ferma restando la quantità prodotta e la quantità impiegata di lavoro e terra, la produttività marginale del capitale diminuisce dell' $y\%$ e le produttività marginali del lavoro e della terra restano costanti, allorché la quantità impiegata di capitale aumenta dell' $y\%$, per qualunque combinazione iniziale di capitale, lavoro e terra (occorrendo infatti più capitale per una stessa quantità di *output*, la produttività media e marginale del capitale diminuisce);

protezione di tipo C: ferma restando la quantità prodotta e la quantità impiegata di capitale e lavoro, la produttività marginale della terra diminuisce dello $z\%$ e le produttività marginali del capitale e del lavoro restano costanti, allorché la quantità impiegata di terra aumenta dello $z\%$, per qualunque combinazione iniziale di capitale, lavoro e terra (occorrendo infatti più terra per una stessa quantità di *output*, la produttività media e marginale della terra diminuisce);

protezione di tipo D: ferma restando la quantità prodotta, le produttività marginali del capitale, del lavoro e della terra, diminuiscono nella stessa proporzione per qualunque combinazione iniziale dei tre fattori (occorrendo infatti più capitale, più lavoro e più terra per una stessa quantità di *output*, la produttività media e marginale di ognuno dei tre fattori diminuisce).

C.2.1. Nella fig. 1 è tracciato, per due soli fattori della produzione, il capitale e il lavoro, un isoquanto esprimente ad un tempo t_0 tutte le combinazioni capitale-lavoro possibili e inquinanti.

L'aumento dei coefficienti tecnici richiesto dalla protezione dell'ambiente imprime all'isoquanto una *trasposizione verso l'alto*, cioè una modificazione tale che, per ottenere una stessa quantità di *output* non inquinante, occorre o, mantenendo costante il lavoro, aumentare il capitale (protezione dell'ambiente a mezzo di macchine) o, mantenendo costante il capitale, aumentare il lavoro (protezione dell'ambiente a mezzo di lavoro). Se le tecniche sono tanto più inquinanti quanto più alta è la composizione

organica del capitale (2), il nuovo isoquante non sarà parallelo al precedente ma se ne allontanerà sempre più quanto più cresce per entrambi il rapporto K/L . Ciò significa che, misurando il capitale sulle ascisse, il nuovo isoquante ha pendenza minore del

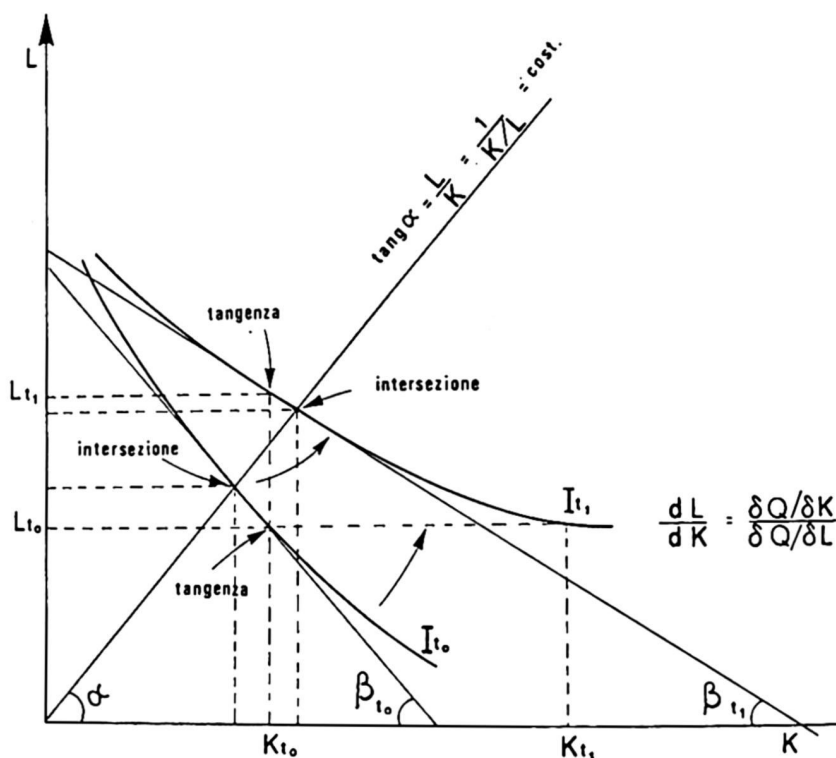


Fig. n. 1

precedente e quindi esprime saggi marginali di sostituzione minori del precedente per uno stesso rapporto K/L . Ora, poiché il saggio marginale di sostituzione è uguale, per un certo rapporto

(2) Questa ipotesi, per quanto plausibile nell'aggregato, non lo è necessariamente per singole industrie. Se per esempio si esamina il passato dell'industria dei trasporti terrestri, è immediato osservare che il progresso tecnico vi ha ora aumentato e ora diminuito l'inquinamento. La locomotiva a vapore era infatti più inquinante della diligenza a cavalli, mentre l'elettromotrice ha ridotto a zero l'inquinamento della locomotiva a vapore. Però se il progresso tecnico può in generale comportare sia un aumento sia una diminuzione dell'inquinamento, al punto che nulla può essere detto circa il suo futuro *bias* in questo nuovo senso, l'inquinamento o un aumento di inquinamento può essere debellato solo tramite un regresso tecnico. Sul significato di un progresso tecnico che riduce *anche* l'inquinamento, cfr. più avanti il par. C. 3.

K/L , al coefficiente angolare della retta tangente l'isoquante nel punto in cui corrisponde questo rapporto, si ha che i coefficienti angolari di due rette tangenti i due isoquanti nei punti di intersezione di questi con una semiretta uscente dall'origine e avente una pendenza pari a un certo rapporto K/L (al suo inverso nella nostra figura) sono i saggi marginali di sostituzione del capitale al lavoro dei due isoquanti presso questo rapporto K/L . Però, data l'uguaglianza fra saggio marginale di sostituzione e rapporto fra le produttività marginali del fattore sostituito e del fattore sostituito, si ha che, essendo, per uno stesso rapporto K/L , il coefficiente angolare della tangente all'isoquante inquinante maggiore di quello della tangente all'isoquante non inquinante, il rapporto fra la produttività marginale del capitale e la produttività marginale del lavoro è, lungo il primo isoquante, superiore allo stesso rapporto lungo il secondo isoquante per uno stesso rapporto K/L , sicché, passando dall'isoquante inquinante all'isoquante non inquinante, la produttività marginale del capitale diminuisce o in assoluto o di più di quanto diminuisca la produttività marginale del lavoro. Nel primo caso si ha proprio l'effetto tipico della protezione più comune dell'ambiente, cioè della protezione che aumenta il coefficiente di capitale e che qui è stata chiamata protezione di tipo *B*.

C.2.2. Considerazioni analoghe sono possibili — ed anzi diventano più agevoli — se si considerano isoquanti a coefficienti fissi.

Si consideri per esempio una composizione organica di partenza, data e inquinante, pari alle coordinate del punto Co (fig. 2) ovvero anche alla pendenza della semiretta uscente dall'origine e passante per il punto Co . L'isoquante di partenza è dunque quello il cui vertice è il punto Co .

L'esperienza e la ricerca possono aver reso possibile un insieme più o meno ampio di combinazioni alternative non inquinanti o diversamente (meno) inquinanti e ugualmente capaci di produrre la stessa quantità di *output*. Siano queste le combinazioni espresse dalle coordinate dei vertici $C1$, $C2$, $C3$ ecc. A differenza dei casi in cui si ha progresso tecnico, questi isoquanti giaceranno o nello spazio contenuto fra le due semirette uscenti dal vertice dell'isoquante di partenza o su una di queste due semirette. Solo in questi casi infatti si ha che o la quantità di capi-

tale o la quantità di lavoro o entrambe le quantità sono aumentate. In C1, per esempio, si ha solo un aumento di K, in C2 solo un aumento di L, in C3 un aumento di K e un aumento di L, e in C4 un aumento di K proporzionale all'aumento di L. In C4 resta sì costante il rapporto K/L, però sia il rapporto capitale/prodotto sia il rapporto lavoro/prodotto, cioè sia il coefficiente di capitale che il coefficiente di lavoro, aumentano.

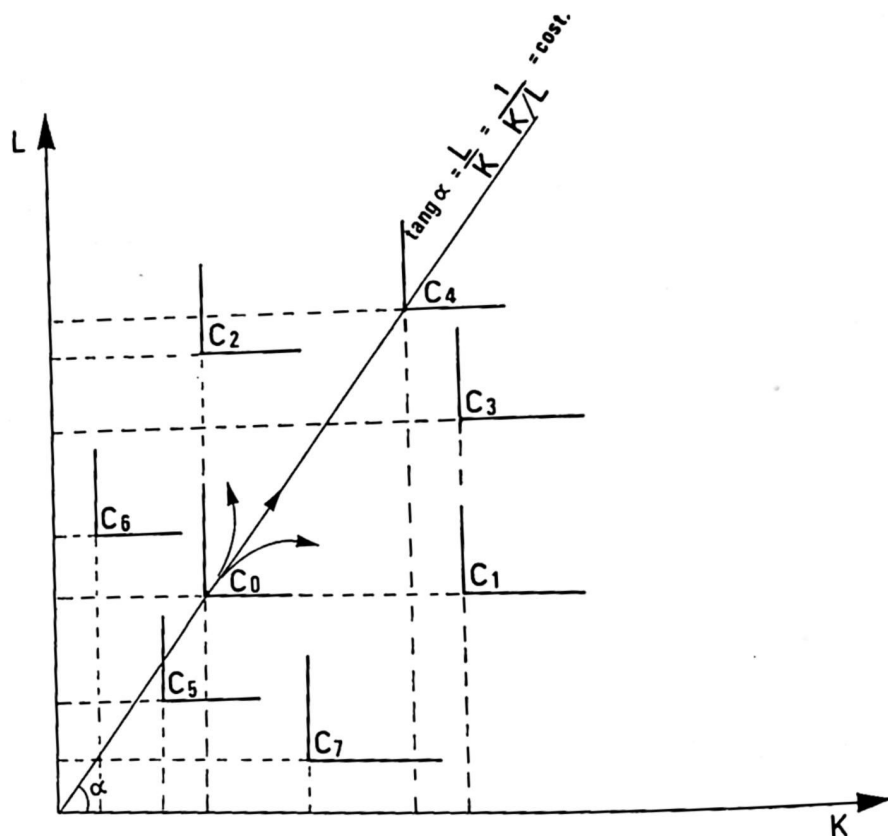


Fig. n. 2

Per quanto riguarda lo spazio esterno alle semirette uscenti da C0, vi si possono invece verificare, oltre a casi in cui il rapporto K/L diminuisce perché diminuisce sia il capitale sia il lavoro (come nel caso C5), cioè casi di *sicuro* progresso tecnico, anche casi di progresso tecnico *possibile*, cioè casi in cui la quantità di *input* per unità di *output* diminuisce ma non senza che la quantità dell'altro *input* aumenti (casi C6 e C7). In questo senso,

come è già stato notato, la nuova combinazione è adottata, e il progresso tecnico diventa *effettivo*, se con essa, dati i costi unitari degli *inputs*, il costo totale per unità prodotta diminuisce. Se ciò non dovesse succedere, la nuova combinazione non può essere preferita alla precedente e, se adottata, esprimerebbe un ulteriore caso di regresso tecnico, comportando rispetto alla combinazione precedente un aumento del costo totale per unità di *output*. In questo caso la scelta dei nuovi coefficienti sarà *giustificata*, nei limiti che saranno chiariti più avanti, se i nuovi coefficienti tecnici sono almeno meno inquinanti dei precedenti, oppure sarà assolutamente *ingiustificata* o *illogica* o *inopportuna* in senso economico se, oltre a comportare un aumento del costo totale per unità di *output*, i nuovi coefficienti non servissero nemmeno a ridurre l'inquinamento prodotto dai precedenti.

C.3. Il fenomeno del regresso tecnico può essere ulteriormente chiarito ricorrendo alle espressioni della produzione che sostengono il sistema di Sraffa (*Produzione di merci a mezzo di merci*, 1960). In questo sistema, essendo ogni merce (Q) prodotta a mezzo di altre merci, cioè, data per esempio una certa industria, di macchine (M), di energia elettrica (Kw), di cotone (C) e di lavoro (L), si può descriverne la tecnologia con la seguente espressione:

$$5 M + 10 Kw + 3 C + 1,5 L \rightarrow 2 Q$$

dove 5M, 10Kw, 3C e 1,5L sono le quantità di macchine (unità di capitale), di energia elettrica, di cotone e di lavoro necessarie a produrre due unità di *output*. Qualunque sia la quantità prodotta o la scala di produzione, la tecnologia non muta se non mutano i coefficienti tecnici che la esprimono, cioè, nella fattispecie, i numeri 2,5 (coefficiente di capitale), 5 (coefficiente di energia elettrica), 1,5 (coefficiente di cotone) e 0,75 (coefficiente di lavoro). Essi dicono quante macchine, quanta energia, quanto cotone e quanto lavoro sono necessari e sufficienti a produrre un'unità di *output* per qualunque scala di produzione se i rendimenti di scala sono costanti. Se le conoscenze tecniche migliorano nel senso che per produrre due unità di *output* diventano sufficienti 8 unità di energia, il coefficiente di energia si riduce a 4, la

nuova tecnica è senz'altro adottata e l'espressione della produzione muta.

Che cosa succede alla tecnologia in esame se, trovandosi che (oltre a produrre due unità di *output*) essa inquina o l'aria o l'acqua o il suolo, si dovesse correggerla nel senso di prevenirla l'inquinamento? Come è già stato detto e come insegna l'esperienza, sarà necessario, a seconda dell'industria e delle conoscenze tecniche, *aumentare* uno o alcuni o tutti gli *inputs* oppure *aggiungere* uno o più ulteriori *inputs*. Nel caso più semplice in cui l'inquinamento possa essere prevenuto tramite l'aggiunta di un depuratore equivalente a un'unità di capitale, cioè di un'ulteriore macchina, si avrà che le macchine necessarie a produrre due unità di *output* non sono più 5 bensì 6, cioè che il coefficiente di capitale sale da 2,5 a 3 (3).

Anche qui, nel caso finora raro ma sempre possibile in cui la tecnologia non inquinante imponesse un aumento di *M* ma permettesse per esempio una riduzione di *C* tale che il costo totale per unità di *output* diminuisse, si avrebbe, invece di regresso tecnico, un progresso tecnico, per così dire, *doppio*, cioè tale da ridurre non solo il costo totale per unità di *output* ma anche l'inquinamento, cioè tale da rendere *gratuito* il disinquinamento e *meno cara* ogni unità di *output* (4). In questo caso infatti si verificherebbe una riduzione dei coefficienti *sia* rispetto a quelli precedenti e inquinanti *sia*, e a maggior ragione, rispetto a quelli che si sarebbero dovuti adottare se si fosse dovuto provvedere al

(3) Poiché, come nota SPAVENTA (*Appunti di economia politica*, 1972), la sottoutilizzazione degli impianti comporta un aumento del coefficiente tecnico di capitale, è immediato concludere che questo fenomeno provoca effetti opposti a quelli del progresso tecnico, cioè aumenta i coefficienti (e i costi) dove questo li riduce, ed è quindi un altro esempio, però ristretto al periodo breve, di regresso tecnico. Ma allora è interessante notare come la riduzione della settimana lavorativa e la protezione dell'ambiente, essendo definibili nello stesso senso e sembrando destinate a un comune successo, potrebbero congiuntamente aumentare i costi di produzione di un intero sistema di *più* di quanto il progresso tecnico sembri destinato a ridurli.

(4) Un caso di disinquinamento gratuito, non dovuto però a progresso tecnico incorporato nelle nuove macchine, si ha in quei casi in cui è sufficiente modificare la legislazione che regola l'uso del territorio e la crescita della città per prevenire varie forme, e non le meno lamentate, di inquinamento. È interessante notare come in Italia si sia iniziato ad applicare la politica *onerosa* (cfr. per esempio la Legge 13 luglio 1966 n. 615 e il D.P.R. 15 aprile 1971 n. 322) *prima* di quella *gratuita* ed anzi si sia finora applicata quasi solo la prima.

disinquinamento tramite l'aggiunta di ulteriori macchine (protezione di tipo B).

Le espressioni di Sraffa servono anche a chiarire immediatamente il caso, sopra discusso, di regresso tecnico dovuto non a una alterazione dei coefficienti tecnici di un impianto ma a una sua *dislocazione*. Se infatti si ritenesse che, per ovviare ai danni procurati all'ambiente dalla tecnologia citata, fosse sufficiente dislocarne il funzionamento *altrove* (per esempio nel deserto o in uno spazio non interessante), è vero che non si verificherebbe alcuna alterazione nei coefficienti tecnici di capitale, di energia, di cotone e di lavoro, ma se ne verificherebbe almeno una nel coefficiente di trasporto taciuto nell'espressione di cui sopra. Infatti, escludendo l'ipotesi di un'economia puntiforme e ammettendo che cotone ed energia elettrica provengano da punti nello spazio diversi fra loro e da quello al quale è destinata (mercato) la quantità prodotta, la localizzazione iniziale dell'impianto avviene nel punto in cui la somma dei costi di trasporto del cotone e dell'energia verso l'impianto e del prodotto verso il mercato sono minimi, oppure, in presenza di particolari economie esterne, in un punto in cui il costo totale per unità di *output* è inferiore a quello che si avrebbe in altri punti. Individuato questo punto, l'*input* di trasporto è complessivamente dato ed è per esempio uguale a 1, nel senso che occorre spostare complessivamente e in media un'unità di peso per un chilometro prima di poter collocare sul mercato due unità di *output*. Allora l'espressione della produzione diventa:

$$5 M + 10 Kw + 3 C + 1,5 L + 1 Tkm \rightarrow 2 Q.$$

Il coefficiente di trasporto essendo 0,5, è necessario e sufficiente spostare in tutto 0,5 unità di peso per unità di distanza per collocare sul mercato un'unità di *output*. Ora, se l'impianto è allontanato dal suo punto di localizzazione ottima perché si vuole che *questo* punto *non* ne sia inquinato, si avrà che cotone, energia e prodotto dovranno viaggiare più a lungo di prima, cioè che il *transport input* e con esso il coefficiente di trasporto aumenteranno. Ne seguirà quindi un aumento del costo di trasporto per unità prodotta e quindi anche del costo totale per unità prodotta. Guardando a un'economia come un tutto, si avrà alla fine che occorrerà più capitale e più lavoro nell'industria dei tra-

sporti per produrre e collocare sul mercato una stessa unità di *output* (5).

C.4. Quando si nota che la protezione dell'ambiente aumenta il costo totale per unità di *output*, è importante non dimenticare che, nei casi più numerosi e più significativi, a) è l'aumento del costo del capitale (ammortamento + interesse) per unità di *output* che fa aumentare il costo unitario totale; e che b) è l'aumento della quantità di capitale per unità di *output* che fa aumentare il costo del capitale per unità prodotta.

Questa precisazione è indispensabile se si vuole procedere oltre gli effetti immediati della protezione dell'ambiente e, per esempio, comprendere, dietro le quinte dei coefficienti e dei costi che cosa succede a) nel settore che produce beni capitali e b) nel settore che produce beni di consumo.

La *Teoria positiva del capitale* di E. v. Böhm-Bawerk e i suoi *Excursus* I, II, III e IV possono fornire un contributo considerevole all'approfondimento in questa direzione del fenomeno che stiamo studiando.

Com'è noto, la teoria del capitale di Böhm-Bawerk è innanzitutto una teoria della formazione dei *beni capitali* e si articola, da un lato, attorno al concetto della *maggiore produttività* delle vie indirette (*Umwege*) rispetto alle vie dirette di produzione e, dall'altro, attorno al *sacrificio di tempo* nel quale Crusoe o una economia di mercato o un'economia socialista ugualmente incorrerebbero qualora volessero « battere » una via indiretta o una via ancor più indiretta di produzione. Per ottenere una maggiore quantità o migliore qualità di un bene può essere cioè necessario o passare da una via diretta (produzione a mano) a una via indiretta (produzione a mezzo di macchine), nel quale passaggio consisterebbe l'*accumulazione primitiva* di Marx e il *take-off* dei contemporanei, oppure passare da una via indiretta (produzione a mezzo di certe macchine) a una via ancora più indiretta (produzione a mezzo di macchine più costose), nel quale passaggio consisterebbe la *riproduzione allargata* di Marx e la *crescita* dei contemporanei. Ogni ulteriore allungamento del periodo di pro-

(5) Di quanto aumenterà la quantità di capitale e il costo totale per unità prodotta dipenderà dal grado di utilizzo degli impianti nell'industria dei trasporti e dal peso relativo, nell'impianto trasferito, del costo unitario di trasporto sul costo totale di produzione. Il progresso tecnico nell'industria dei trasporti ha finora ridotto questo peso.

duzione di una macchina provoca un *ulteriore* aumento della produttività del lavoro diretto, cioè del lavoro che la assisterà nella produzione del bene di consumo, anche se la legge tecnica dei rendimenti decrescenti riduce, di allungamento in allungamento, l'aumento della produttività del lavoro che ne deriva.

Ora, che cosa succede se, volendo sfruttare la maggiore produttività delle vie indirette *nonostante* il sacrificio (risparmio) in termini di beni di consumo e di tempo libero correnti che comporta la costruzione del bene capitale, si volesse *anche* evitarne ogni possibilità di inquinamento?

Se Crusoe, nel momento di programmare l'allungamento dell'*Umveg* in vista del successivo aumento di *output*, meditasse *anche* di impedire che ne derivi un inquinamento, deve *non solo* percorrere una via più lunga ma addirittura una via *ancora più* lunga: prima di disporre del bene di consumo egli deve cioè non solo produrre la macchina che lo produce (la rete nel caso archetipico del naufrago) ma anche il depuratore da aggiungere alla stessa macchina affinché non inquina.

La protezione dell'ambiente esige dunque un *ulteriore* allungamento dell'*Umveg* ma *non* per ottenere (pur sotto il giogo dei rendimenti decrescenti) una maggiore o migliore quantità di *output* rispetto a quella che si sarebbe ottenuta a seguito del prolungamento inquinante, bensì per ottenere la stessa quantità o qualità di *output* fornita da questo prolungamento. Poiché comunque è necessario prolungare l'*Umveg* se si vuole garantire una effettiva protezione dell'ambiente, questa è possibile solo se vi è un *prolungamento improduttivo* in termini di un aumento di *output* dell'*Umveg*.

Quali sono le condizioni alle quali Crusoe deciderà questo tipo di prolungamento? In tanto Crusoe prolungherà in questo senso l'*Umveg* in quanto a) non viva ai limiti della sussistenza, cioè possa dedicare (risparmiare) ore-lavoro alla produzione del depuratore piuttosto che alla produzione di beni di consumo, essendo inconcepibile che egli preferisca morire di inedia in un ambiente protetto piuttosto che vivere in un ambiente inquinato; oppure in quanto b) vivendo oltre i limiti della sussistenza, come senz'altro succede una volta che la prima macchina è stata prodotta, egli preferisca un ambiente protetto *piuttosto* che l'*ulteriore* aumento di beni di consumo o di tempo libero di cui potrebbe disporre se, invece di produrre il depuratore, destinasse

lo stesso tempo di lavoro a produrre un'ulteriore macchina che aumenti lo stesso prodotto della prima oppure fornisca un altro prodotto o un altro servizio.

Concludendo, Crusoe potrà proteggere l'ambiente:

o sacrificando la costruzione di beni capitali alternativi che aumenterebbero i consumi futuri (6);

o sacrificando ulteriormente la produzione dei beni di consumo correnti, cioè aumentando i propri risparmi.

Tutto ciò significa che la protezione dell'ambiente o mortifica l'accumulazione del capitale (verosimilmente i progetti di punta dell'accumulazione cioè quelli più indiretti) o mortifica i consumi correnti, cioè comporta *in tutti e due* i casi un costo-opportunità esprimibile o in termini di beni di consumo futuri o in termini di beni di consumo presenti.

D. Per quanto gli economisti non abbiano sempre distinto fra progresso tecnico inteso in senso *ingegneristico* e progresso tecnico inteso in senso *economico*, cioè fra invenzione e innovazione, non è in nessun caso corretto ritenere che ogni novità tecnica sia conveniente in quanto tale e quindi diventi subito una realtà economica. La stessa correttezza è richiesta se non si vuole fraintendere il concetto sotteso alla parola, qui proposta, di regresso tecnico. Il concetto e lo stesso nome sono stati infatti definiti in una prospettiva ingegneristica, cioè senza che vi fosse incorporato a) alcun giudizio di *valore* e b) alcun giudizio di *opportunità* sulle politiche di protezione dell'ambiente.

Mentre il primo giudizio non può essere qui in nessun modo elaborato perché esula dalle competenze dell'economista, il secondo è invece necessario al superamento dell'aspetto ingegneristico del discorso precedente e merita quindi una completa risposta.

(6) Crusoe potrebbe alternativamente sacrificare la costruzione dello stesso impianto inquinante. In questo caso si deve notare che quandanche egli destinasse le stesse risorse a produrre un bene capitale alternativo e non inquinante, egli trarrebbe da questo un rendimento netto inferiore a quello che avrebbe tratto dal progetto abolito (sicché il costo del disinquinamento diventerebbe uguale alla differenza fra i due rendimenti). E infatti questo progetto non sarebbe stato considerato *prima* del progetto di *ripiego*, se non gli fosse stato superiore, cioè se non fosse stato considerato più conveniente. Se poi nessun altro dei possibili progetti di ripiego fornisse un rendimento netto superiore o almeno uguale al saggio d'interesse, vi sarebbe senz'altro disoccupazione nel settore che produce beni capitali.

Questa può essere introdotta così: entro quali limiti e a quali condizioni è *conveniente* aumentare i coefficienti tecnici cioè *favorire* il regresso tecnico? Questo fenomeno, essendo di tipo ingegneristico, deve, al pari del progresso tecnico, passare al vaglio del *giudizio di opportunità* prima di diventare una realtà economica. Infatti, come non è inevitabile che ogni tipo di progresso tecnico sia conveniente, così non è nemmeno inevitabile che ogni tipo di regresso tecnico non lo sia. È anzi possibile concepire una situazione in cui a) ogni nuovo tipo di progresso tecnico è giudicato non conveniente e quindi non è adottato; b) ogni nuovo tipo di regresso tecnico è giudicato conveniente e quindi è adottato. Può infatti succedere che a) i costi unitari degli *inputs* assumano configurazioni tali da impedire la riduzione dei costi totali per unità di *output*; oppure che b) le preferenze collettive assumano configurazioni tali da rendere gradito l'aumento dei costi totali per unità di *output*. In altre parole il regresso tecnico è giudicato conveniente e sarà quindi adottato ogni volta che la collettività si attende da esso un beneficio maggiore o al minimo uguale all'aumento del costo totale di produzione che esso comporta.

Questo giudizio di opportunità è adottato con semplicità e immediatezza nel caso di Crusoe o di un Pianificatore supremo e diventa più complesso, ma non per questo diverso, nel caso di un'economia di mercato.

Sia Crusoe che il pianificatore di un'economia socialista decideranno di proteggere l'ambiente, cioè di far regredire le combinazioni tecniche verso coefficienti maggiori, se le soddisfazioni che ne deriveranno in termini di ambiente protetto sono da loro valutate superiori o equivalenti alle soddisfazioni perdute in termini di beni di consumo per dover rinunciare o a certi consumi futuri o a certi consumi presenti. La condizione è cioè che il piacere della protezione *non* sia, come minimo, valutato da chi prende la decisione *meno* del suo costo-opportunità.

Nel caso di un'economia di mercato, in cui i centri che decidono la formazione e la destinazione del risparmio sono numerosi e indipendenti, è il *legislatore* che impone l'obbligo di proteggere l'ambiente e sono poi le *imprese* che adempiono all'obbligo tramite l'aumento dei coefficienti tecnici. Sia che il legislatore conosca o non conosca i costi della protezione, sia che ne sopravvaluti o sottovaluti i benefici, sia che imponga o non im-

ponga *standards* per i quali i primi equivalgono o non equivalgono ai secondi, resta il fatto che anche in un'economia di mercato si può investire solo quanto si risparmia, sicché anche in un'economia siffatta gli investimenti necessari per la protezione dell'ambiente sono possibili solo se diminuiscono o gli altri investimenti o i consumi, e precisamente i consumi o futuri o presenti.

Il meccanismo che garantisce il riaggiustamento dell'economia nel senso voluto dal legislatore è la variazione dei prezzi di mercato dei fattori della produzione e dei beni di consumo. Infatti, quando in un'impresa o in un'industria aumentano i coefficienti tecnici, è inevitabile che il conseguente aumento di costo si ripercuota innanzitutto o sul saggio del profitto o sul saggio del salario. Però non nel senso di provocare uno spostamento *lungo* la curva salario-profitto, ché, in tal caso, si avrebbe diminuzione di uno dei due saggi ma aumento dell'altro, bensì nel senso di provocare uno spostamento *verso il basso* (contrariamente al progresso tecnico) della stessa curva, tale cioè che per uno stesso salario si pagherà, a coefficienti aumentati, un minore profitto, oppure tale che, per uno stesso profitto, si pagherà, a coefficienti aumentati, un minore salario. Stesso salario e stesso profitto saranno possibili, a coefficienti aumentati, solo se il *prezzo del prodotto* aumenta, cioè, in generale, solo tramite un processo inflazionistico.

Di queste tre alternative, di cui la seconda è oggi la più inverosimile, si può evincere che, nel primo caso, seguirà una diminuzione dell'accumulazione e, nel terzo, una diminuzione dei consumi correnti (cioè un aumento forzoso del risparmio). Insomma si avrà alla fine un processo di riaggiustamento esattamente uguale a quello nel quale sia Crusoe che il Pianificatore supremo incorrerebbero e in cui saprebbero di dover incorrere fin dall'inizio. Anche in un'economia di mercato è dunque la *collettività* e non, come si spera o si fa credere in qualche caso, le singole imprese o i singoli imprenditori a sopportare il peso del prolungamento dell'*Umweg* richiesto dalla protezione dell'ambiente.

In un'economia siffatta non è nemmeno vero quanto qualche volta vi si afferma, cioè che la protezione dell'ambiente è una specie di benedizione per l'occupazione e la produzione poiché

sprigionerebbe nuove occasioni di accumulazione. Infatti la protezione dell'ambiente è sì occasione di accumulazione (essendo indispensabile un prolungamento dell'*Umweg* alla sua realizzazione) e quindi anche di occupazione, però *non* nel senso normale di essere *anche* occasione di un aumento di produzione corrente e quindi anche di occupazione corrente (lavoro diretto). In altre parole: destinare un certo ammontare di uomini-anno alla produzione di beni capitali adatti a prevenire l'inquinamento,

1) significa *non aumentare* l'occupazione nel settore che produce beni capitali, essendo gli stessi uomini o distolti o non destinati alla produzione di beni capitali alternativi;

2) significa *ridurre* l'occupazione nel settore dei beni di consumo rispetto a quella che si avrebbe se, invece di produrre beni capitali adatti a prevenire l'inquinamento ma inadatti a occupare maggiore lavoro, si producessero beni capitali alternativi (per esempio adatti a fornire servizi sociali) il cui funzionamento esige l'assistenza di un certo numero di uomini-anno.

Si può dunque concludere che una giustificazione economica corretta di una politica di protezione dell'ambiente non può essere trovata se non in quanto esista, presso la collettività che decide una tale politica, una forza capace di neutralizzare e rendere digeribile il peso della protezione. Nella maggior parte dei casi questa forza scaturisce dalla *psicologia* collettiva e consiste nel beneficio che la collettività si attende, a torto o a ragione, di trarre da un ambiente protetto (7).

Si chiariscono così le ragioni e gli obiettivi che guidano i dibattiti e le divisioni correnti nelle società industrializzate a pro-

(7) Nella moderna teoria dei costi-benefici, questi ultimi sono detti *tangibili* o *intangibili* a seconda che consistano nell'eliminazione di un costo monetario (come succede, nel nostro caso, ai danni inflitti dall'inquinamento al patrimonio immobiliare e alla produzione agricola) oppure nel venire ad esistenza di un piacere non derivante dal consumo di un oggetto o di un servizio producibile. Mentre i primi valgono il costo che eliminano (sicché è facile giudicare l'opportunità del loro perseguimento), i secondi valgono quanto costa, direttamente o indirettamente, il farli giungere ad esistenza. Contrariamente a un'opinione diffusa, i benefici del secondo tipo sono quindi misurabili se si ricorre al metro del loro costo-opportunità, cioè dei beni di consumo o dei servizi *perduti* per avere destinato i fattori disponibili alla protezione dell'ambiente invece che alla produzione diretta o indiretta di questi beni. Se in una economia di mercato questo giudizio è complicato (ed è comunque presso il legislatore che esso deve giungere a chiarimento), sia Crusoe che un Pianificatore supremo non hanno alcuna difficoltà a misurare con il metro dei piaceri cui hanno *voluto* rinunciare quanto vale il piacere per esempio dell'aria pulita che hanno *preferito* garantire.

posito dell'utilità di una politica di protezione dell'ambiente. La attività dei gruppi che chiedono una maggiore protezione ha infatti una giustificazione concreta nel senso che da essa ci si attende uno *spostamento della funzione di utilità collettiva*, cioè un aumento tale dell'utilità sentita da ognuno nei riguardi di un ambiente protetto da poter bilanciare la disutilità, cioè i costi, in cui ognuno deve più o meno incorrere per rendere economicamente possibile tale protezione.

Poiché in generale ogni tipo di protezione è costosa, i gruppi che la sollecitano devono quindi almeno chiarire a se stessi la diversa utilità che attribuiscono alla protezione che chiedono. In questo senso gruppi e collettività dovrebbero *almeno* distinguere fra: 1) Protezione della salute del lavoratore nell'ambiente di lavoro; 2) Protezione della salute del cittadino nella sua vita quotidiana; 3) Protezione della salute del turista; 4) Protezione estetica dell'ambiente.

È difficile immaginare che un gruppo o una collettività vogliano destinare un ammontare dato di risorse alla realizzazione della protezione n. 4 *invece* che alla protezione n. 1 ed è quindi evidente il *diverso* beneficio che la collettività si attende (o dovrebbe attendersi) dalla protezione n. 4 rispetto alla protezione n. 1. Comunque, qualunque sia o diventi, coscientemente o meno, a torto o a ragione, la funzione di utilità collettiva, il regresso tecnico nel quale si risolve ogni protezione dell'ambiente sarà *giustificato* cioè *opportuno* ogni volta che la collettività attende da esso una sufficiente contropartita, cioè un beneficio valutato non inferiore al suo costo e soprattutto al suo costo-opportunità; mentre il regresso tecnico sarà *ingiustificato* cioè *inopportuno* ogni volta che esso appare senza sufficiente contropartita, cioè ogni volta che la collettività non ha chiarito a se stessa i benefici che crede di trarne *oltre* ai costi e soprattutto ai costi-opportunità che la protezione comporta.