



Approccio economico vs principio di precauzione: una risposta alle critiche

L'approccio economico tradizionale ai problemi ambientali, sanitari e alla gestione del rischio sembra in disaccordo con il principio di precauzione. I calcoli utilitaristici dell'economia neoclassica prevedono che, di fronte ai rischi, si debbano usare tutte le informazioni disponibili per calcolare il valore atteso dei costi e dei benefici. La scelta migliore è quindi quella con i maggiori benefici netti attesi. Negli Stati Uniti, questa prospettiva è diventata comune in giurisprudenza così come in economia; sempre più è stata incorporata nella politica pubblica, in particolare dall'attuale Amministrazione.

I sostenitori dell'analisi costi-benefici e dell'analisi del rischio hanno reagito negativamente al principio di precauzione. Cass Sunstein, tra gli altri, ha suggerito che le forme forti del principio di precauzione non sono plausibili, perché conducono alla paralisi del processo decisionale e/o alla bancarotta, mentre le forme deboli non sono nient'altro che analisi informali dei costi-benefici tese alla massimizzazione del beneficio da parte di coloro che sono avversi al rischio.¹ Per Sunstein, le politiche esplicitamente basate sul principio di precauzione hanno senso soltanto per i rischi catastrofici, mentre in tutti gli altri casi l'analisi costi-benefici sotto la guida di esperti bene informati fornisce la risposta migliore.

Ciò detto, la scelta più semplice sarebbe quella di accettare la forma debole del principio di precauzione ed eventualmente di elaborarla. Sì, perché la gente in generale non è disposta a correre rischi; e poiché i costi di protezione dell'ambiente vengono spesso esagerati, mentre i benefici non sono quantificabili (*are priceless*),² la risposta politica appropriata è proteggere di più l'ambiente. Richard Posner, nonostante sia un docente di diritto più conservatore e antiambientalista di Sunstein, ha fornito ciò che potrebbe essere denominato «un calcolo dei costi-benefici approssimativo», argomentando che i rischi di catastrofe globale anche se molto piccoli richiedono risposte politiche immediate.³ Per una teoria economica più formale, che sviluppi argomentazioni basate sul rapporto costi-benefici in favore della precauzione intesa come un'assicurazione rispetto all'incertezza, si vedano i lavori di Kuntz-Duriseti⁴ e Gollier e colleghi.⁵ Questo è un filone di discussione interessante e utile, ma non sufficiente. C'è ben altro da dire riguardo all'economia della precauzione, andando oltre il «principio debole di precauzione» e le discussioni basate sui co-

sti-benefici. In realtà, la risposta è strutturata in almeno tre parti, come qui indicato:

- 1. in primo luogo**, alle persone stanno a cuore molte questioni oltre alla massimizzazione dei benefici previsti;
- 2. in secondo luogo**, la natura complessa dei rischi nel mondo reale spesso impedisce o rende privi di senso i calcoli standard dell'analisi del rischio;
- 3. in terzo luogo terzo**, una teoria rigorosa del processo decisionale in condizioni di incertezza (senza cioè conoscere le probabilità di danno) conduce direttamente a un approccio precauzionale.
- 4.** Mi chiedo inoltre se non esista anche **un quarto livello**, un'asserzione più forte basata sull'osservazione empirica che sono pochissimi i falsi positivi nel campo della salute e del rischio ambientale.

1. Il pubblico non calcola i benefici netti nel modo presupposto dalla teoria economica

I giudizi del pubblico e le valutazioni del rischio stilate dagli esperti divergono sistematicamente. I lavori di Paul Slovic e colleghi, e di altri fra cui Daniel Kahneman e Amos Tversky, hanno identificato numerose differenze, stabili e prevedibili, fra pubblico ed esperti nell'approccio al rischio (si veda, per esempio, Ackerman e Heinzerling, cap. 6).²

Alcune di queste differenze sono scelte comprensibili che dovrebbero essere rispettate nella politica pubblica: la paura dell'ignoto, il timore dell'incontrollabile e la rabbia nei confronti delle scorrettezze pesano sul bilancio complessivo, insieme con il valore atteso del danno.

Alcune differenze possono riflettere la mancanza di informazioni, come quando rischi pubblicizzati o identificabili sono messi in evidenza in modo eccessivo rispetto a rischi poco noti, ma ugualmente seri. Come possono gli esperti decidere quando è un caso e quando l'altro? C'è soltanto una risposta democratica: fornire più informazioni e vedere se l'opinione pubblica cambia.

Particolarmente pertinente alla precauzione è il fatto che gli economisti che studiano i pattern delle preferenze hanno scoperto

che la gente dà sistematicamente ai rischi poco probabili più peso di quanto «dovrebbe» se lo standard corretto fosse il valore atteso del danno.⁶ Questa anomalia non sembra sparire fornendo più informazioni; piuttosto,

Per informazioni su Frank Ackerman, autore di questo editoriale dedicato a all'analisi del rapporto tra economia e principio di precauzione, invitiamo i lettori a **visitare il sito:** www.ase.tufts.edu/gdae/about_us/cv/ackerman_cv.html dove si possono trovare anche i link ai suoi scritti più recenti.

dovrebbe essere considerata come un'attestazione del modo in cui la gente valuta il rischio (in parole povere, per quale altro motivo i giovani adulti in buona salute degli Stati Uniti, che hanno un rischio annuale di morte inferiore a 1 su 1.000, stipulerebbero un'assicurazione sulla vita?).

Il modello del beneficio atteso non descrive accuratamente le reazioni ai rischi finanziari. Il nuovo settore della «finanza comportamentale» offre un approccio al rischio più ricco e variegato. Nell'ambito economico, i mercati finanziari forniscono una gran quantità di dati per l'analisi e certamente forniscono agli economisti un paradigma per le analisi di altri rischi. Tradizionalmente le teorie del mercato finanziario e il modello del beneficio atteso sono stati presi come «vangelo» in questo settore. Tuttavia, le analisi recenti di economisti quali Robert Shiller hanno dimostrato che i modelli standard non descrivono la volatilità eccessiva, le bolle del mercato e altri *pattern* osservati nei dati finanziari reali.⁷ I comportamenti sopra discussi sembrano pertinenti tanto ai mercati finanziari, quanto ai rischi ambientali.

Inoltre, gli individui e il mondo degli affari spesso rispondono ai rischi finanziari non semplicemente effettuando i loro calcoli e giocando le loro carte, ma cercando l'intervento del governo per ridurre il rischio.⁸ Shiller ha proposto una vasta e fantasiosa serie di nuove forme di assicurazione sociale per ridurre il rischio, sostenendo che ciò è essenziale per la stabilità e lo sviluppo dell'economia.⁹ Le analogie con le politiche basate sul principio di precauzione, tese alla riduzione del rischio in ambito sanitario e ambientale sono chiare.

Considerare la funzione di utilità come unico movente dell'atteggiamento dell'individuo nei confronti di rischi grandi e piccoli è una finzione teorica che conduce a risultati incoerenti. Nei modelli teorici, gli economisti assumono spesso che ciascun individuo abbia la sua funzione di utilità, di solito una conveniente espressione matematica dell'avversione al rischio, che si applica egualmente ai rischi grandi e piccoli. Uno degli sviluppi teorici interessanti degli anni recenti è la dimostrazione che tali funzioni non possono produrre descrizioni credibili di comportamento per tutti gli ordini di grandezza del rischio.¹⁰ Se un individuo mostra una avversione moderata ai rischi piccoli, allora le usuali formule matematiche farebbero predire in modo irragionevole una forte o addirittura totale avversione per i rischi maggiori. Allo stesso modo, qualcuno con un livello più plausibile di avversione ai grandi rischi risulterebbe essenzialmente indifferente rispetto ai rischi più piccoli. Chiaramente, questo non è ciò che si osserva, sicché l'approccio basato sulla funzione di utilità va rifiutato.

La rilevanza di questa argomentazione tecnica è che le risposte dell'opinione pubblica alle grandi minacce ambientali non possono essere dedotte dai questionari e dagli esperimenti di laboratorio sui piccoli rischi; i rischi grandi e importanti devono essere affrontati direttamente, in quanto tali. I rischi grandi nel mondo reale non possono essere sempre scomposti in parti più piccole per essere analizzati, come si vedrà di seguito.

2. I rischi nel mondo reale non si adattano al paradigma dell'analisi del rischio a causa della variabilità, complessità e non linearità intrinseche dei fenomeni studiati

La *risk analysis* sostiene di avere risposte definite alla domanda: quanto è pericoloso X? L'ipotesi metodologica sembra essere che la disaggregazione e la scomposizione di un fenomeno complesso in un insieme di parti più piccole permetterà di ottenere una serie di risposte numeriche precise, che possono successivamente essere riaggregate per fornire il giudizio complessivo desiderato. Tuttavia, frequentemente, la definizione delle risposte sparisce a un esame più ravvicinato; ci si trova in una situazione di incertezza (mancando qualsiasi informazione utile sulle probabilità di danno) molto più spesso di quanto gli analisti ammettano. Ciò è vero per svariati motivi.

La variabilità intrinseca rende l'analisi del rischio imprecisa. Un esempio classico è fornito dallo studio di Adam Finkel sul confronto tra i rischi per la salute dei bambini causati dall'aflatossina, naturalmente presente nel burro di arachidi, e quelli causati dall'Alar, un pesticida usato sulle mele e quindi presente nei succhi di frutta alla mela.¹¹ La questione divenne oggetto di dibattito pubblico negli Stati Uniti all'inizio degli anni Novanta, quando i difensori degli antiparassitari sostenevano che l'aflatossina fosse 18 volte più pericolosa dell'Alar per i bambini. Finkel sostenne che il rischio causato da entrambi è il prodotto di tre fattori, ciascuno dei quali è noto per essere alquanto variabile: la quantità dell'alimento consumato da un bambino; la concentrazione dell'agente cancerogeno nell'alimento; e la potenza dell'agente cancerogeno, o la suscettibilità a esso. Ciascun fattore è caratterizzato appropriatamente da una distribuzione di probabilità piuttosto che da una stima puntuale. Il prodotto di tutti e tre, naturalmente, ha una varianza molto maggiore di quella dei singoli fattori. La varianza del rapporto tra rischi – il rapporto tra due prodotti di tre fattori – risulta assurdamente grande. Usando le migliori distribuzioni di probabilità disponibili per tutti i fattori e simulazioni Monte Carlo, Finkel ha trovato che la migliore stima puntuale del rischio relativo è estremamente vicina a 1:1, e che l'intervallo di confidenza al 90% di tale stima abbraccia più di quattro ordini di grandezza.

Un intervallo di confidenza così ampio, se preso seriamente, è difficilmente distinguibile dal non conoscere affatto il rischio relativo. Si noti che esso deriva da una variabilità intrinseca e nota, non da problemi di misura o da errori casuali. In particolare, la variabilità della suscettibilità al cancro sembra spesso avere una distribuzione approssimativamente lognormale. Ciò offusca inevitabilmente la precisione di molte analisi del rischio di cancro, nello stesso modo dell'esempio dell'Alar/aflatossina.

Alcuni modelli di cambiamento di clima implicano una varianza infinita nelle previsioni delle variabili economiche cruciali. Una varianza infinita rende impossibile il calcolo

dei valori attesi, facendo svanire tutte le speranze di una precisione utile alle previsioni. Ciò nonostante, Richard Tol, l'economista che ha identificato il problema della varianza infinita, ritiene che l'analisi costi-benefici sia utile, anche se riconosce che in questo caso essa è forzata al limite.¹² La varianza diventa infinita, nel suo modello, perché in alcuni cicli di simulazione Monte Carlo i fattori ambientali causano il crollo economico regionale o globale; con il declinare dei redditi reali, il tasso di sconto diventa (e rimane) significativamente negativo, causando aumenti illimitati nel valore corrente dei costi futuri. Lo stesso fenomeno potrebbe ugualmente verificarsi nella modellazione di altri futuri problemi sanitari e ambientali: se i vincoli ambientali possono causare il crollo economico, siamo fuori dai limiti di analisi costi-benefici, o almeno fuori dai limiti della varianza finita.

La strategia di Tol per salvare l'analisi costi-benefici comincia con il suggerimento che i casi della varianza infinita dovrebbero in primo luogo essere affrontati con misure intese a ristabilire una varianza finita (prevenendo un crollo economico causato dalle condizioni ambientali). Ciò in effetti reintroduce la precauzione dalla porta posteriore, anche se viene descritta come analisi costi-benefici.

Alcuni rischi importanti sono così complessi che l'analisi del rischio, in pratica, non dà risultati riproducibili (o utili).

Negli Stati Uniti, i proprietari delle centrali nucleari sono tenuti a elaborare le «valutazioni probabilistiche di rischio»: queste calcolano la probabilità di un incidente che provocherebbe danni al nucleo del reattore. La Union of Concerned Scientists ha esaminato le valutazioni per tre coppie di centrali nucleari identiche, in cui presumibilmente anche i rischi sono identici.¹³ In tutti e tre i casi, le stime differivano nella descrizione della sequenza di eventi che più verosimilmente poteva condurre all'incidente e/o nelle probabilità di incidenti.

All'interno di una coppia di stabilimenti identici, le probabilità che si verificano alcune di queste sequenze sono state stimate essere 10-20 volte maggiori in uno stabilimento rispetto all'altro. In una coppia, gli stabilimenti identici erano limitrofi, ma appartenevano a imprese diverse. In un'altra coppia, i due stabilimenti erano di proprietà della stessa impresa, che aveva commissionato a squadre differenti di tecnici le valutazioni, e che non aveva mai notato la discrepanza.

Una centrale nucleare è semplicemente un sistema troppo complesso da capire, se si considerano separatamente i singoli componenti. Effettivamente, molti sistemi industriali hanno raggiunto questo grado di complessità.¹⁴ In teoria, ogni parte del sistema è analizzabile separatamente, sulla base di principi fisici e ingegneristici. Tuttavia, data la distribuzione di probabilità dei guasti ai componenti, il problema della variabilità sarebbe preminente anche se tutte le distribuzioni di probabilità fossero indipendenti e fossero conosciute con certezza. In pratica, le interazioni dei componenti sono troppo complesse da prevedere; gli errori umani a ca-

scata e i guasti meccanici che hanno caratterizzato gli incidenti nucleari dimostrano che le successioni di eventi che conducono al guasto non possono essere mai del tutto previste e analizzate in anticipo.

Le dinamiche complesse e non lineari dei sistemi biologici e fisici minano le usuali analisi del rischio, particolarmente nel caso in cui siano previste soglie critiche. La possibilità di dinamiche caotiche o complesse nei sistemi naturali insidia la previsione di specifiche conseguenze; in alcuni casi è persino impossibile valutare le probabilità di conseguenze potenziali. La dipendenza dalle circostanze iniziali, caotiche e complesse, implica che «qualsiasi cosa può accadere» in un ampio ambito di eventi, e che i fattori causali che determinano ciò che accade possono essere troppo piccoli per essere identificati. Questo fornisce un ulteriore elemento teorico per la politica di precauzione.¹⁵

Una forma importante di non linearità è il sinergismo fra rischi, quali quelli legati al tabacco e all'amianto; gli effetti dei due agenti insieme sono più che additivi. Non c'è motivo di dubitare che tali sinergismi indesiderabili siano frequenti, e non c'è neppure alcuna possibilità di testarli indiscriminatamente. La normativa europea REACH (Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals) testerà circa 30.000 prodotti chimici in 11 anni, un volume che si pensa metterà a dura prova la capacità dei laboratori europei. E' verosimile che alcuni prodotti chimici siano molto più pericolosi in associazione che separatamente. Tuttavia, i 30.000 prodotti chimici di REACH si prestano a oltre 400 milioni di abbinamenti e a oltre 4.000 miliardi di combinazioni di tre.

Un altro esempio è quello dello studio del Harvard Center for Risk Analysis (HCRA) sulla cosiddetta sindrome della mucca pazza, commissionato dal Ministero dell'agricoltura degli Stati Uniti. Il modello HCRA è ampiamente citato dai funzionari governativi e da altri come «prova» che non c'è rischio di sindrome della mucca pazza negli Stati Uniti. In questo caso il sinergismo indesiderabile si verifica fra i parametri del modello (la seguente discussione deriva dal mio breve contributo, pagine 45-53, in McGarity¹⁶).

Nel modello HCRA, si ipotizza che 10 animali malati vengano introdotti in qualche modo negli Stati Uniti: viene quindi calcolato il numero di casi attesi, aggiuntivi a quelli iniziali. Gran parte del calcolo è centrata sulla stima di R, il numero di nuovi casi *lifetime* che derivano da un caso. Una soglia critica è raggiunta quando R è uguale a o maggiore di 1, cosa che implica che la malattia alimenti sé stessa e si diffonda, anziché estinguersi.

HCRA ha rifiutato le richieste di pubblicare le equazioni incluse nel modello. Tuttavia, sono stati identificati i 17 parametri empirici (tra i circa 50 usati nel modello) che HCRA considera essere i più importanti. Per ciascuno dei 17, viene presentata la stima di base e anche una stima secondo il peggiore dei casi. Con le stime di base per tutti i parametri essenzialmente non c'è probabilità di diffusione della malat-

tia: R è molto inferiore a 1. Quasi tutto il tedioso studio consiste quindi nella ripetizione dell'esercizio per 17 volte: si ipotizza che 16 parametri assumano i valori di base, mentre uno assume il valore del peggiore dei casi; poi si torna a stimare il modello. Mentre R cresce leggermente in pochi di questi 17 scenari di «caso peggiore singolo», la probabilità di raggiungere $R=1$ è ancora piccola.

Quando lo studio è stato sottoposto a revisione (ai funzionari governativi degli Stati Uniti piace chiamarlo «lo studio *peer-reviewed* di Harvard»), i revisori hanno insistito su alcune analisi della possibilità che simultaneamente più di un parametro si comporti in modo corrispondente al peggiore dei casi. HCRA, con riluttanza, ha aggiunto sei scenari in cui si presentano parametri multipli corrispondenti al peggiore dei casi. In tre dei sei nuovi scenari, la probabilità che R sia maggiore di 1 è superiore al 25%: la malattia della mucca pazza, una volta introdotta, continua a diffondersi. Uno scenario comporta una probabilità del 25% che i 10 casi iniziali, in 20 anni, diano luogo a un'epidemia di un milione di nuovi casi. In termini politici, è degno di nota che l'HCRA e il Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti non discutano mai le implicazioni dei risultati dei nuovi scenari, ma continuano a dare risalto ai risultati felici dei 17 scenari originali. Per la nostra discussione, il modello con i risultati dei nuovi scenari dimostra i problemi di sinergismo, o interazioni non lineari, specialmente quando ci si avvicina a una soglia critica. Quante combinazioni dei valori dei parametri nel peggiore dei casi spingerebbero il modello oltre la soglia, indicando che la malattia si sta diffondendo? Il calcolo non è fattibile; piuttosto che 17 diversi scenari, ci sono 2^{17} combinazioni da considerare, cioè più di 100.000.

Una situazione analoga potrebbe accadere in molti altri contesti. Per esempio gli usi individuali di energia, non ci spingono a superare una soglia climatica, ma tutti insieme potrebbero farlo. E' necessaria una diversa strategia di modellizzazione, che richiami il problema nella sua interezza. La strategia basata sull'analisi di ogni singolo fattore – come quella vista nel modello HCRA della mucca pazza (un modo abbastanza comune di affrontare fenomeni complessi) – fallisce per la non linearità (sinergismo) e gli effetti soglia.

3. Nei casi di vera incertezza c'è un argomento teorico forte a favore della precauzione

Finora abbiamo visto che la gente desidera qualcosa di diverso da ciò che offre l'analisi del rischio; tra l'altro, desidera la sicurezza, l'imparzialità, la comprensione e il controllo dei rischi, e non soltanto la minimizzazione del danno atteso. In modo persistente, la gente si preoccupa per i piccoli rischi in misura maggiore di quanto, secondo gli esperti, dovrebbe. Inoltre, abbiamo visto che frequentemente gli esperti sanno molto meno in termini di probabilità e quindi di previsioni di danno rispetto a quanto la gente si immagina; le caratteristiche intrinseche dei rischi rilevanti introducono imprecisi-

sione o indeterminatezza estreme nelle analisi di rischio. Ciò implica che il paradigma precauzionale, che assume una fondamentale incertezza sui danni potenziali, è applicabile molto più largamente di quanto i suoi detrattori presuppongono. E sorprendentemente risulta che c'è una teoria rigorosa di processo decisionale, in condizioni di pura incertezza, di cui è coautore uno dei più prominenti teorici di economia del ventesimo secolo.

Nel 1972, Kenneth Arrow e Leonid Hurwicz pubblicarono un'analisi teorica del processo decisionale in condizioni che essi hanno chiamato «ignoranza completa», una situazione in cui si potevano identificare esperti qualificati le cui previsioni erano degne di attenzione, ma non era disponibile nessuna informazione circa la probabilità che uno o l'altro esperto fosse nel giusto.¹⁷ Tra l'altro, questo implicava un'irrelevanza della ripetizione: la validità di una previsione non era influenzata dal numero di persone che la ripetevano. (Un calcolo della media tra tutte le previsioni degli esperti – rispetto al quale la ripetizione è rilevante – presuppone implicitamente che tutte le previsioni siano ugualmente probabili; il che non equivale alla completa ignoranza circa le probabilità.) In una situazione di totale ignoranza, Arrow e Hurwicz hanno dimostrato che tutta l'informazione usata per prendere la decisione politica ottimale è contenuta entro la gamma delle previsioni. Contano soltanto il caso migliore e quello peggiore; la distribuzione delle previsioni fra gli estremi è irrilevante.

Publicata in una sede poco nota, con appena un minimo di testo esplicativo che accompagna le formule, per molti anni l'analisi Arrow-Hurwicz rimase confinata all'ambiente dei teorici interessati alla filosofia dell'economia. Venne introdotta nel dibattito moderno della politica decisionale da un articolo pubblicato negli anni Novanta.¹⁸ Questa analisi è discussa anche nel capitolo conclusivo di un lavoro pubblicato nel 2004 da Ackerman e Heinzerling.²

Io ho sviluppato una breve, schematica applicazione di questo approccio ai rischi da diossina.¹⁹ Il caso peggiore per la salute umana sembra essere il fatto che la diossina è un agente cancerogeno estremamente potente, mentre il caso migliore – ancora vigorosamente sostenuto da alcuni partecipanti al dibattito – è che non lo sia in alcun modo. Ho anche considerato una strategia di sostituzione del PVC con materiali alternativi più sicuri, ipotizzando che la produzione, l'uso e l'eliminazione del PVC potrebbero essere la sorgente della metà della diossina emessa nel Nord America (Stati Uniti e Canada). Secondo il caso migliore, i miliardi di dollari spesi ogni anno in materiali alternativi sono sprecati, poiché non ci sarebbe minaccia di cancro da diossina. Nel caso peggiore, quei miliardi di dollari prevenivano migliaia di morti per cancro ogni anno.

Se non avessimo alcuna idea sulla probabilità delle differenti previsioni della cancerogenicità della diossina e se la sostituzione del PVC fosse l'unica opzione per la riduzione del

diossina, il caso migliore e quello peggiore sarebbero sufficienti per una decisione politica. Non è una questione di *trade off* fra loro, poiché soltanto uno dei due può verificarsi nei fatti. La scelta, tuttavia, deve avere qualcosa a che fare con il rammarico che proveremmo se sprecassimo i soldi da un lato, o non riuscissimo a salvare le vite dall'altro.

Ciò non risolve tutti i problemi analitici; sostituisce l'impossibile problema di sviluppare una stima puntuale con il difficile problema di dare credito al *panel* di esperti che ha ragione. Come nell'esempio della diossina, limitare la gamma di possibili esperti potrebbe cambiare drammaticamente il calcolo (se, per esempio, la stima di cancerogenicità zero venisse dichiarata non più credibile). Effettivamente, il progresso scientifico potrebbe inizialmente avviare l'analisi, limitando il divario fra i casi migliori e peggiori credibili.

Nell'esempio della diossina, il risultato nel peggiore dei casi, in cui la diossina causa migliaia di morti all'anno, può sembrare molto più importante del risultato del caso migliore, in cui la sostituzione del PVC fa spendere inutilmente cifre modeste (su scala nazionale). Ci sono ragioni generali per pensare che, nel quadro di Arrow-Hurwicz, il peggiore dei casi sia spesso quello importante. La ricerca successiva ha indicato che se i decisori sono pessimisti, avversi al rischio, o preoccupati di mantenere le loro opzioni aperte di fronte all'incertezza, allora i criteri Arrow-Hurwicz si riducono alla regola «di massimizzazione»: scegliere l'opzione con il caso peggiore meno grave^{20,21} (si veda inoltre il riassunto del lavoro di Woodward e Bishop).¹⁸ In breve, si basino le scelte politiche sul caso peggiore credibile: un'affermazione succinta del principio di precauzione.

Bibliografia

1. Sunstein C. *Laws of Fear: Beyond the Precautionary Principle*. Cambridge University Press, New York, 2005.
2. Ackerman F, Heinzerling. *Priceless: On Knowing the Price of Everything and the Value of Nothing*. The New Press, Washington DC, 2004.
3. Posner R. *Catastrophe: Risk and Response*. Oxford University Press, New York, 2004.
4. Kuntz-Duriseti K. Evaluating the economic value of the precautionary principle: using cost-benefit analysis to place a value on precaution. *Environmental Science and Policy* 2004; 7(4): 291-301.
5. Gollier C, Jullien B, Treich N. Scientific progress and irreversibility: an economic interpretation of the "Precautionary Principle". *Journal of Public Economics* 2000; 75: 229-253.
6. Starmer C. Developments in non-expected utility theory: the hunt for a descriptive theory of choice under risk. *Journal of Economic Literature* 2000; 38(2): 332-382.
7. Shiller R. *Irrational Exuberance*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey (USA), 2000.
8. Moss DA *When All Else Fails: Government As the Ultimate Risk Manager*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts (USA), 2002.
9. Shiller R. *The New Financial Order: Risk in the 21st Century*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey (USA), 2003.
10. Rabin M. Risk aversion and expected-utility theory: a calibration theorem. *Econometrica* 2000; 68(5): 1281-1292.
11. Finkel AM. Toward less misleading comparisons of uncertain risks: the case of aflatoxin and Alar. *Environ Health Perspect* 1995; 103(4): 376-385.
12. Tol RSJ. Is the uncertainty about climate change too large for expected cost-benefit analysis? *Climatic Change* 2003; 56: 265-289.

4. I falsi negativi sono più comuni dei falsi positivi?

Niente di ciò che è stato detto nelle sezioni precedenti richiama uno dei più comuni argomenti precauzionali espresso dagli scienziati, riguardante la prevalenza degli errori di tipo I rispetto agli errori di tipo II. A dire il vero, tutto quanto è stato fin qui detto sarebbe valido se gli errori fossero distribuiti simmetricamente. Poiché ora è provato che i «falsi positivi» precauzionali sono estremamente rari,²² diventa possibile andare oltre la decostruzione dell'analisi di rischio descritto sopra, per offrire un'analisi del rischio alternativa.

Forse il punto è che i metodi statistici standard, privilegiando l'ipotesi nulla che niente è errato, ci stanno già difendendo in modo vigile contro gli errori di tipo I, cosicché è improbabile che ne sfugga qualcuno. Tuttavia, a meno che le dimensioni del campione siano grandi (e in generale, non lo sono), rimaniamo relativamente disarmati contro gli errori di tipo II. E' interessante notare che ciò è indipendente dagli argomenti fin qui avanzati. In altre parole, si inserirebbe abbastanza bene nel quadro dell'utile atteso; qualcuno che accettasse l'analisi di rischio e l'analisi dei costi-benefici potrebbe ancora accettare questo argomento. Sviluppare una teoria unificata di precauzione, che unisca questo argomento (e forse altri argomenti puramente basati sulla scienza) con le discussioni economiche fatte sopra, è una sfida aperta.

Frank Ackerman

Global Development and Environment Institute,
Tufts University (USA)
Frank.Ackerman@tufts.edu

(si ringrazia Marina Caporlingua per la traduzione dall'inglese)

13. Lochbaum D. *Nuclear Plant Risk Studies: Failing the Grade*. Union of Concerned Scientists, Cambridge, Massachusetts, 2000.
14. Perrow C. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Basic Books, New York, 1984.
15. Rosser JB Jr. Complex ecologic-economic dynamics and environmental policy. *Ecological Economics* 2001; 37: 23-37.
16. McGarity TO. Flimsy Firewalls: The Continuing Triumph of Efficiency over Safety in Regulating Mad Cow Disease Risks. Center for Progressive Reform, Washington, DC (USA), 2004. http://www.progressive-regulation.org/articles/mad_cow_report.pdf
17. Arrow KJ, Hurwicz L. An optimality criterion for decision-making under ignorance. In: Carter CF, Ford JL. *Uncertainty and Expectations in Economics: Essays in Honor of G. L. S. Shackle*. Augustus M. Kelly, Clifton, New Jersey (USA), 1972.
18. Woodward RT, Bishop RC. How to decide when experts disagree: uncertainty-based choice rules in environmental policy. *Land Economics* 1997; 73(4): 492-507.
19. Ackerman F. The outer bounds of the possible: economic theory, precaution, and dioxin. *Organohalogen Compounds* 2003; 65: 378-381. Disponibile all'indirizzo internet: http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Ackerman_Dioxin_2003.pdf
20. Gilboa I, Schmeidler D. Maxmin expected utility with non-unique prior. *Journal of Mathematical Economics* 1989; 18: 141-153.
21. Kelsey D. Choice under partial uncertainty. *International Economic Review* 1993; 34(2): 297-308.
22. Hansen SF. The Precautionary Principle and Unnecessary Precautionary Action. Roskilde University, Roskilde (DK), Ph.D. thesis, 2004.