



di GIAN ITALO BISCHI

I modelli matematici si sono rivelati strumenti molto utili per studiare gli effetti dello sfruttamento a fini commerciali di popolazioni animali o vegetali.

Una risorsa naturale vivente, cioè in grado di crescere e riprodursi, può infatti essere sfruttata in modo sostenibile, ovvero con livelli di prelievo tali da non comprometterne la capacità di rigenerarsi, permettendo così di trasmetterla intatta alle generazioni successive. Casi tipici sono lo sfruttamento delle popolazioni ittiche, attraverso la pesca, o di legname, attraverso la deforestazione. Uno sfruttamento eccessivo può invece condurre a situazioni di scarsità futura, fino a provocare alterazioni irreversibili (al limite anche l'estinzione) della risorsa. Purtroppo la realtà ci mostra che uno sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali costituisce più una regola che un'eccezione. Uno dei problemi che stanno alla base di simili comportamenti è costituito dal fatto che spesso gli agenti economici sono alla ricerca di profitti immediati, mentre la sostenibilità si basa su una logica di lungo periodo.

Un secondo problema, forse ancor più fondamentale, risiede nel fatto che anche se un agente economico fosse consapevole della necessità di adottare politiche di sfruttamento moderato, nel caso di risorse ad accesso comune l'assenza di garanzie che anche gli altri facciano altrettanto lo porterà a cercare il massimo per sé nell'immediato, nel timore che sarebbero comunque i concorrenti a depauperare la risorsa oltre i limiti della sostenibilità. Questo fenomeno, chiamato anche "tragedy of the commons" (tragedia dei beni comuni) è un tipico "dilemma sociale" in quanto la ricerca del massimo rendimento individuale porta al peggior rendimento collettivo, una situazione di inefficienza economica (oltre che ecologica e sociale). È anche di una clamorosa smentita

del principio liberista della cosiddetta "mano invisibile", secondo il quale se ciascun agente economico persegue l'ottimo individuale automaticamente si ottiene l'ottimo per la collettività.

GORDON E GLI ALTRI PIONIERI

Si verifica quindi la necessità di stabilire ben precise norme per limitare l'accesso alle risorse. Ma la loro messa a punto richiede un'attenta analisi, che deve essere basata su un approccio fortemente interdisciplinare che coinvolge competenze biologiche, economiche e sociali. Questo fatto, unitamente alla complessità e non linearità delle interazioni fra agenti economici e risorse naturali, hanno condotto molti organismi regolatori a servirsi di modelli matematici, basati sulla teoria dei giochi, dei sistemi dinamici e del controllo ottimale.

Un primo pionieristico approccio di questo tipo risale al 1954, quando il canadese Scott Gordon ha dimostrato, utilizzando semplici equazioni e argomentazioni matematiche, che il libero accesso a una risorsa naturale non può

che sfociare, in assenza di politiche di regolamentazione, in un sfruttamento eccessivo della risorsa stessa.

Questi risultati aprirono la strada alla messa a punto di modelli matematici sempre più completi e sofisticati, che hanno trovato una prima sintesi nel libro *Mathematical bioeconomics* del 1976, il cui titolo ha dato il nome alla disciplina, ben esprimendone il carattere interdisciplinare. In sostanza, questi modelli matematici devono tenere conto di diverse componenti, di natura biologica, economica e sociale, e nel contempo conservare una certa semplicità ed eleganza formale, per poter estrarre da essi informazioni comprensibili e sufficientemente generali. Il conflitto fra queste due opposte esigenze non ha mancato di sollevare critiche e perplessità, e alcuni sostengono che il fatto che i modelli matematici abbiano avuto tanto successo in fisica e ingegneria non implica che siano altrettanto utili anche in campi tradizionalmente considerati meno adatti a un simile approccio, quali l'economia, la biologia, la sociologia, i cui sistemi sono caratterizzati da complesse

Pescatori all'opera a largo dell'Area Marina Protetta delle Isole Egadi.



IN DIFESA DELLE RISORSE NATURALI

interconnessioni, e sono influenzati da tanti fattori imprevedibili e difficilmente misurabili, che ne rendono talvolta problematica la riduzione a semplici schemi matematici. Nonostante ciò, in questi ultimi anni l'utilizzo di modelli matematici è diventato sempre più diffuso e apprezzato per simulare le politiche di regolamentazione.

Da una parte, l'impiego del computer ha permesso di analizzare modelli in grado di tenere conto di un numero sempre più elevato di dettagli significativi. Questo è l'approccio dei modelli di simulazione, il cui utilizzo è limitato a risoluzioni numeriche, talvolta condizionate dal fatto che raramente in tali discipline esistono dati sufficientemente precisi da permettere una stima rigorosa dei parametri contenuti nei modelli. L'alternativa consiste nell'introdurre drastiche approssimazioni, trascurando tanti dettagli, per conservare nel modello solo gli elementi ritenuti più significativi. I modelli così ottenuti, pur apparendo come caricature del sistema reale, permettono un'analisi qualitativa delle loro proprietà anche attraverso metodi

analitici, consentendo di ottenere conclusioni di validità più generale. Questo modo di procedere permette di capire quali sono gli effetti di ogni particolare elemento rappresentato nel modello, suggerendo anche quali fattori, e sotto quali ipotesi, possono essere trascurati senza che questo alteri troppo i risultati. Modelli di questo tipo vanno quindi apprezzati per la loro capacità di fornire informazioni qualitative e generali, piuttosto che per la loro precisione o per la descrizione quantitativa del comportamento di particolari sistemi.

LA RETE DELLE RISERVE

Seguendo questo approccio, si può partire dai modelli più semplici, basati ad esempio su ipotesi di omogeneità dello spazio, della risorsa considerata e degli agenti, per poi introdurre uno alla volta vari fattori di complessità. Questi consistono, per esempio, nel considerare diverse tipologie di risorse ittiche, che si differenziano per specie o per età, oppure diversi tipi di pescatori, a seconda delle tecniche di pesca praticate, delle

attrezzature, della volontà o meno di rispettare le norme. Si possono inoltre rappresentare nei modelli diversi tipi di norme di regolamentazione, oppure suddivisioni delle zone di pesca in aree marine protette mediante norme particolarmente restrittive, al limite il divieto assoluto di pesca nel caso delle riserve marine. In particolare, quest'ultimo aspetto si è rivelato particolarmente promettente per assicurare la sostenibilità della pesca. Infatti, la creazione di una rete di riserve marine, opportunamente distribuite e regolamentate, è considerata come una forma di assicurazione per limitare i danni legati alle difficoltà a effettuare controlli nel caso delle tradizionali limitazioni nelle quote e sul tipo di pesca praticabile. Inoltre, la creazione di una riserva marina, adeguatamente progettata e gestita, viene assimilata a un investimento che, a fronte di un costo iniziale, promette profitti nel lungo periodo. Infatti, all'interno di una riserva marina si osserva non solo un accrescimento degli stock ittici globali, ma anche un aumento nella frazione della popolazione adulta, più pregiata e anche più prolifica. Inoltre c'è il cosiddetto effetto di "spillover" (traboccamento) di pesci adulti che si diffondono oltre i confini delle riserve ripopolando le regioni circostanti depauperate dall'attività di pesca. Nonostante ciò, la realizzazione di riserve marine procede con lentezza, in quanto non è evidente a priori se la loro istituzione costituisca un'operazione vantaggiosa per i pescatori, e, come per ogni investimento di lungo periodo, occorre fare un attento bilancio fra costi e benefici. In questa fase, quindi, sono particolarmente importanti gli approcci che fanno ricorso a modelli matematici, per simulare l'effetto delle politiche adottate prima della loro effettiva realizzazione, seguendo il metodo tipico dei modelli bioeconomici. ■

