

Una proposta didattica per la Scuola di Dottorato in Scienze Ambientali:

*PROBLEMI INVERSI PER LE SCIENZE AMBIENTALI*

ovvero ...

... come fare il nostro mestiere pensando alla rovescia.

La traduzione di relazioni o leggi empiriche in forma simbolica riguarda sempre ed ovunque le grandezze osservate, cioè le grandezze che si possono misurare. Questo asserto che suona come un fondamentale assioma epistemologico, è invece una tautologia.

Infatti ognuno di noi incontra equazioni, deterministiche o stocastiche, ove le incognite sono le quantità di prede e di predatori, la piezometria, l'intensità di radiazione, ...

Ma in tali equazioni non ci sono solo le grandezze osservate. Compaiono, fra l'altro, coefficienti e parametri: la capacità portante dell'ecosistema, la matrice di conducibilità idraulica, la riflettività, ...

La cosiddetta "modellistica matematica" presume che tali grandezze siano tutte note. In realtà non è quasi mai così.

In altre parole: scriviamo equazioni per ritrovare ciò che "già conosciamo" (le osservabili) e fingiamo di conoscere ciò che invece non sappiamo misurare direttamente né stimare (i coefficienti). Paradosso, o no ?

Chi ha mai visto un'equazione per la trasmissività della falda acquifera sotto i nostri piedi ? O per la costante dielettrica (complessa, ovviamente) di una foglia di pioppo ?

È chiaro come questa situazione dia buon gioco ai molti che ritengono inutile una qualsiasi formalizzazione matematica dei processi naturali.

Supponiamo allora di avere "una buona stima dei coefficienti, suggerita dalla bibliografia" (leggasi: i valori sono stati inventati) e lanciamo la simulazione numerica del processo ... Un momento! Abbiamo già un'idea di quanto la soluzione sia sensibile ai coefficienti ? Se la risposta è no, allora nessuna meraviglia se i risultati sono privi di senso.

La situazione non è però così disperata come potrebbe sembrare. Gli studi degli ultimi 30 anni hanno costruito gli strumenti adeguati per risolvere i problemi sopra delineati che comprendono, oltre alla stima di parametri e coefficienti anche l'identificazione strutturale di un modello e che si chiamano, collettivamente, problemi inversi.

- Si scoprirà che la strategia per risolvere un problema inverso comporta di "pensare alla rovescia" nel senso di scambiare i ruoli fra grandezze note e grandezze incognite, fra grandezze controllate e grandezze osservate.
- Si troveranno analogie con la teoria statistica dell'apprendimento e con le procedure di addestramento delle reti neurali.
- Si acquisiranno i metodi per stimare la "stabilità", o sensibilità, della soluzione rispetto ai dati e quantificare l'incertezza delle previsioni.

Le lezioni avranno una struttura portante con il minimo di contenuti predefiniti. Ogni partecipante sarà sollecitato a sottoporre i problemi di proprio interesse, nello stile della bottega-laboratorio (in "Italiano": *workshop*). L'obiettivo è di individuarne le soluzioni con metodi che possano venire esportati ad altri contesti applicativi, in conformità al carattere interdisciplinare di questa Scuola.

Sta a Voi stabilire, con un ragionamento inverso, quanto proficuo sia investire il Vostro tempo nel partecipare a queste lezioni.