

Analisi geografiche: studi epidemiologici e allocazione delle risorse

GIULIA BISOFFI

Geographical analyses: epidemiological studies and resources allocation

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni l'interesse verso le analisi e la modellizzazione di dati spaziali è andato via via crescendo, con applicazioni in diverse discipline (geografia, ma anche economia, scienze ambientali ed epidemiologia) e su una varietà di scale che spazia dai livelli microscopici degli studi biologici a quelli enormi degli studi epidemiologici relativi all'intero pianeta, come quelli condotti dalla World Health Organization (ad esempio, sulla speranza di vita, sulla spesa sanitaria, ecc. – per dettagli si visiti il sito del GIS, Geographical Information-System: <http://www.nt.who.int/whosis/statistics>). Svariate sono le definizioni di epidemiologia date dai diversi autori, ma la maggior parte di esse richiama in qualche modo alla distribuzione delle malattie: diventa naturale comprendere, quindi, come i metodi di analisi spaziale siano particolarmente utili per questa disciplina. Delle tre variabili epidemiologiche fondamentali – tempo, persona, spazio – quest'ultima è sempre stata la più difficile da trattare (Melnick & Fleming, 1999).

La distribuzione delle malattie nello spazio ed il loro legame con fattori anch'essi caratterizzati geograficamente, non si possono analizzare con metodi statistici classici. D'altra parte, proprio tale distribuzione geografica potrebbe essere chiarificatrice della natura del fenomeno che si sta studiando. Analisi geografiche possono essere considerate come analisi complementari a quelle della statistica più "tradizionale": se difficilmente possono

portare ad una considerazione conclusiva della relazione causa-effetto tra qualche fattore e la malattia di interesse, ad eccezione delle mappe costruite per studiare malattie infettive, si rivelano spesso particolarmente utili nella generazione di ipotesi (Lawson & Williams, 2001).

Innumerevoli sono le possibili applicazioni dei modelli geografici in generale e, per citare solo le applicazioni in campo sanitario, esse non si limitano allo studio della distribuzione dei casi affetti da una specifica malattia, ma si possono estendere, ad esempio, alla valutazione della probabilità di domanda di un certo servizio sanitario in una qualche zona, o all'analisi delle possibilità di cambiamento dei flussi di utilizzazione di determinati servizi, nel caso in cui si attivi una nuova struttura di assistenza o, ancora, a valutazioni circa la razionalità e l'efficienza dei servizi sanitari esistenti.

I DATI E LE MAPPE SPAZIALI

Quando si utilizzano dati geografici, l'analisi in genere dà risultati con significato più completo di quando si ignora la componente spaziale (Bailey & Gatrell, 1996).

McLafferty & Cromley (1999) sottolineano come la creazione di database spaziali, anche se estremamente dispendiosa sia in termini di tempo che di energie, è da considerarsi un investimento, in quanto tali database si possono poi continuamente aggiornare, espandere, dividere ed utilizzare in applicazioni anche estremamente diverse tra loro.

L'analisi dei dati spaziali implica un'accurata descrizione delle informazioni legate a processi che operano nello spazio, l'esplorazione di *pattern* e di relazioni e la ricerca di spiegazioni relative all'esistenza di tali *pattern* e relazioni. Diversi sono i tipi di studio legati al-

Indirizzo per la corrispondenza: Dr.ssa G. Bisoffi, Dipartimento di Medicina e Sanità Pubblica, Sezione di Psichiatria, Università di Verona, Ospedale Policlinico, 37134 Verona.

Fax: +39-045-585871

E-mail: giulia.bisoffi@univr.it

l'utilizzo dei dati spaziali e ciascuno è relativo ad una diversa tipologia di problemi: alcuni sono più orientati alla visualizzazione, altri all'esplorazione delle relazioni ed altri ancora alla costruzione di veri e propri modelli statistici e alla stima di parametri (anche se questi tre approcci in realtà non sono disgiunti).

Le classi di problemi legati alle analisi spaziali si possono sintetizzare in quattro grandi categorie: *dati puntuali*, nell'analisi dei quali ciò che interessa è la distribuzione spaziale degli eventi, rappresentati come punti nello spazio; *dati continui*, in cui un certo numero di variabili è misurato in diversi punti del territorio ed interessa capire il processo che genera i valori osservati, al fine di effettuare predizioni per altre zone geografiche; *dati di area*, cioè dati aggregati in unità (ad esempio, zone di censimento), per le quali esistono misurazioni di alcune variabili ed interessa individuare *pattern* e studiare relazioni tra le stesse; *dati di interazione spaziale*, ovverosia dati relativi a flussi che legano una serie di locazioni spaziali, siano esse aree o punti (Bailey & Gatrell, 1996).

Qualunque metodo si scelga di utilizzare è di fondamentale importanza la scelta della mappa: una scelta errata del tipo di mappa o della scala su cui la si analizza può portare a suggerire modelli inappropriati per i processi che si stanno studiando. In particolare, la scala della mappa influisce sull'interpretazione del fenomeno: un *pattern* ad una certa scala geografica può essere semplicemente una variazione casuale ad un'altra scala. Non c'è una regola generale per risolvere questo problema, che dipende piuttosto dal fenomeno che si vuole studiare, dagli obiettivi delle analisi, ma anche, frequentemente, dalla disponibilità di informazioni. Cruciale nella scelta della mappa è l'individuazione di tutte le fonti di dati su base geografica potenzialmente disponibili. In genere, nei paesi industrializzati, esiste la classificazione e la regionalizzazione dei dati geografici. I dati di censimento, per quasi tutti i paesi, sono disponibili per aree geografiche abbastanza piccole e permettono di avere informazioni circa la popolazione, le abitazioni, l'occupazione, ecc. Tali variabili possono essere impiegate sia come covariate per analisi epidemiologiche e per studi di pianificazione dei servizi sanitari e di allocazione delle risorse, sia come base per il calcolo di indicatori da esse derivati, quali proporzioni, percentuali o rapporti, utili a descrivere l'area stessa per scopi particolari (ad esempio, l'indice di vecchiaia o l'indice di dipendenza economica).

La disponibilità di dati georeferenziati varia molto da paese a paese, anche in base alla tradizione relativa a questo tipo di studi. In Inghilterra, ad esempio, sono disponibili, su base spaziale, statistiche nazionali di popolazione, dati di censimento, statistiche per piccole aree basate sui

codici postali (calcolate su un campione del 10% della popolazione), oltre a database specialistici (Lawson & Williams, 2001). In Italia sono disponibili, a livello nazionale, i dati di censimento forniti dall'ISTAT, con dettaglio che arriva fino alle sezioni di censimento. Ci sono poi database specialistici o con diverse caratterizzazioni territoriali forniti, ad esempio, dai singoli Comuni. Spesso, comunque, la scelta delle unità geografiche è dettata più dalla disponibilità dei dati che dalle necessità dello studio. La suddivisione delle aree è sempre arbitraria, sicché i risultati che si ottengono sono forzatamente dipendenti dalla suddivisione disponibile.

Cruciale nei dati geografici è il problema della qualità dell'input: le informazioni che si utilizzano devono essere complete, accurate ed aggiornate (Melnick & Fleming, 1999).

Legato al problema della scelta della scala delle mappe vi è quello del rischio di poter identificare i soggetti e, quindi, della necessità di tutelare la riservatezza. Se la base territoriale è piccola ed il fenomeno che si sta studiando è raro, potrebbero esserci aree con così pochi soggetti da renderne facile l'identificazione. Cox (1996) suggerisce, tuttavia, una serie di accorgimenti in modo da ovviare a tale problema: per citarne solo alcuni, si va dalla *data abbreviation*, diminuzione del dettaglio delle informazioni, alla *data aggregation*, che implica il collassamento di alcune categorie di una variabile in un'unica categoria, alla *data modification*, in cui o si arrotonda o si imputa il valore che rende riconoscibile il soggetto, traendo il dato da un altro soggetto simile in tutto fuorché nel dato che lo rende riconoscibile.

I SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI (GIS)

Gli studi geografici hanno tratto particolare impulso dalla disponibilità dei Sistemi Informativi Geografici (GIS: Geographical Information System).

Un Sistema Informativo Geografico (GIS) è un insieme di strumenti informatici per raccogliere, trasmettere, memorizzare, integrare, analizzare e mostrare dati con riferimento spaziale (fonte: <http://www.who.int/whosis/statistics>: GIS). I GIS hanno rivoluzionato il modo di creare mappe geografiche rendendolo molto più semplice. Tale facilità di utilizzo rende, tuttavia, necessaria una notevole professionalità nella creazione ed interpretazione delle mappe (McLafferty & Cromley, 1999). Come per tutti gli strumenti informatici avanzati, infatti, la facilità di utilizzazione non è sinonimo di buon uso: nell'analisi e nell'interpretazione delle mappe è necessario lo stesso rigore de-

gli studi statistici ed epidemiologici applicati ad altro tipo di dati. Il potenziale maggiore dei GIS sta nella possibilità di mostrare i risultati di analisi complesse in modo rapido, chiaro e convincente, a differenza delle analisi epidemiologiche tradizionali i cui risultati sono in genere comprensibili solo ad altri epidemiologi. I GIS, visualizzando la mappa di interesse, rendono possibile un'immediata comprensione dei risultati a chi deve prendere decisioni (Melnick & Fleming, 1999).

I GIS possono incorporare dati provenienti da diverse fonti, con l'unica limitazione che tali fonti devono contenere un'identificazione geografica: in particolare, si possono integrare dati sociodemografici, economici, di accesso alle strutture, dati sull'ospedalizzazione, dati di prevalenza delle malattie ed altre informazioni relative a fattori potenzialmente legati a una certa condizione di rischio, che si possono integrare per produrre informazione (Richards *et al.*, 1999).

Un'interessante ed articolata descrizione dei GIS e delle loro caratteristiche e potenzialità si trova in Croner *et al.* (1996). Gli autori trattano gli aspetti fondamentali dei GIS, le loro proprietà informatiche, l'uso dei dati di censimento e, soprattutto, propongono un interessante glossario dei termini propri di questo tipo di studi.

LE ANALISI STATISTICHE DI DATI GEOGRAFICI

Al fine di considerare la natura geografica dei dati, sono necessarie analisi statistiche spaziali: per effetto della pura casualità, infatti, tutte le mappe possono presentare una certa variabilità geografica (Kulldorf, 1999). Il ruolo dei metodi statistici è dunque quello di distinguere relazioni reali da relazioni casuali ed in questo senso le analisi spaziali non differiscono da altre analisi epidemiologiche: a causa della natura geografica delle osservazioni, tuttavia, la valutazione di tali differenze deve avvenire tenendo in considerazione la componente spaziale dei dati.

Le statistiche spaziali possono essere *descrittive*, volte quindi a visualizzare la distribuzione di un fenomeno, oppure avere come obiettivo l'individuazione di *patterns*, la ricerca di *fattori causali* o, ancora, la ricerca di *modelli* per capire come, modificando alcuni fattori, si può agire su altri. La dipendenza spaziale dei dati può derivare da errori di misura, da eterogeneità spaziale e da processi epidemiologici o ecologici spazio-tempo dipendenti. A fronte di questa serie di considerazioni, i valori di una variabile rilevata in una certa posizione geografica sono collegati con quelli rilevati in posizioni contigue (autocorrelazione). In genere la geostatistica, sia

che si tratti di analisi univariate che di analisi multivariate, si fonda su metodi di statistica "classica" adattati all'analisi spaziale, per tenere conto di questa autocorrelazione nei dati (Robinson, 2000).

Data la varietà di metodi esistenti e la discussione in corso tra addetti ai lavori circa le tecniche più efficienti per l'analisi di diversi tipi di problemi (puntuali, continui, di area, di interazione), risulta impossibile, in questa sede, entrare nel dettaglio dei metodi statistici di analisi dei dati geografici: mi limiterò, pertanto, ad individuare alcuni riferimenti bibliografici per chi fosse interessato ad approfondire la metodologia.

Un testo introduttivo all'argomento è quello di Lawson & Williams (2001): partendo dall'acquisizione del dato geografico, il ricercatore viene guidato verso semplici analisi geografiche.

Lawson (2001) entra più nello specifico delle diverse problematiche ed affronta sia i modelli di base sia alcuni dei problemi più importanti (scale di misura, studi ecologici, malattie infettive, ecc.).

Lawson *et al.* (1999) presentano invece i contributi del *workshop* su *Disease mapping and risk assessment for public health and decision making*, organizzato dalla WHO, tenutosi a Roma nel 1997. Si tratta di discussioni ad alto livello per chi già conosce l'epidemiologia geografica e vuole approfondire o riflettere sui problemi metodologici più complessi.

Aspetti particolari delle analisi geografiche si trovano, inoltre, in diverse riviste di statistica. *Statistics in Medicine*, ad esempio, ha dedicato più di un numero all'argomento (l'ultimo, nel 2000: vol 19, Issues 17-18).

Una rapida scorsa della letteratura mostra un interesse crescente per la disciplina, che si concretizza in un aumento della complessità delle metodologie impiegate.

STUDI GEOGRAFICI IN PSICHIATRIA

In ambito psichiatrico, l'interesse per i dati geografici si focalizza, nei lavori pubblicati, sulla distribuzione spaziale dei disturbi mentali.

Il legame tra la localizzazione geografica ed una certa concentrazione di disturbi mentali emerge da più studi. Alcuni sono studi ecologici che hanno analizzato e confrontato aree urbane ed aree rurali (Thornicroft *et al.*, 1993; Tansella *et al.*, 1993; Paykel *et al.*, 2000) e valutato l'associazione tra deprivazione sociale e disturbi mentali. In particolare, gli studi condotti a Verona-Sud (Thornicroft *et al.*, 1993; Tansella *et al.*, 1993) hanno utiliz-

zato il Registro Psichiatrico dei Casi ed hanno dimostrato una relazione, per le aree urbane, tra il tasso di utilizzazione dei servizi psichiatrici e gli indici di deprivazione, sia considerando tutte le diagnosi che limitando l'analisi alla schizofrenia. Per le zone rurali, invece, non è stata evidenziata tale relazione. Infine, per i disturbi nevrotici, una relazione di questo tipo si è ottenuta solo per uno dei tre anni considerati.

Altri studi sono più propriamente studi spaziali: ne riporterò solo alcuni a titolo di esempio. Youssef *et al.* (1999) hanno condotto uno studio sull'insorgenza della schizofrenia per luogo di nascita e luogo di insorgenza della malattia, trovando ancora un legame con la deprivazione sociale; Driessen *et al.* (1998) e Van Os *et al.* (2000), hanno studiato, rispettivamente, l'incidenza delle patologie non psicotiche-non organiche e psicotiche con metodi geografici, utilizzando come covariate indicatori di deprivazione sociale e applicando modelli *multilevel*, per tenere conto sia delle caratteristiche individuali che di gruppo (caratteristiche della zona geografica). Maylath *et al.* (2000) hanno studiato il rischio di ospedalizzazione in ospedale generale per patologie psichiatriche ed abuso di alcool e di droga, valutando come covariate indicatori di povertà riferiti alle zone studiate, concludendo che si dovrebbero creare nuovi servizi psichiatrici negli ospedali generali prossimi alle zone più deprivate. Di stampo leggermente diverso è il lavoro di Fortney *et al.* (1999), in cui viene valutato l'impatto sull'intensità e la qualità del trattamento dei pazienti depressi in base alla distanza per raggiungere il servizio di cura.

Una critica diffusa a questo tipo di studi, allorquando si basino su dati di area (e quindi rientrano nella categoria degli studi ecologici), è il rischio della cosiddetta *ecological fallacy*, in cui si incorre quando si studiano gli individui a livello di gruppo, che consiste nell'assunzione errata che un'associazione statistica tra due variabili ecologiche (a livello di gruppo) sia equivalente all'associazione tra le stesse variabili a livello individuale. Tale problema è da considerare seriamente quando si studia la relazione tra una certa patologia e variabili legate alla locazione geografica, nel tentativo di trovare nessi causali. Estremamente interessante è l'osservazione fatta da Riedel-Heller & Angermerger (2000): gli autori, in una review di sei decenni di ricerca ecologica in psichiatria, trovando una concentrazione della maggior parte dei disturbi psichiatrici in alcune aree territoriali problematiche, con condizioni sociali sfavorevoli, suggeriscono che, se tali studi in psichiatria non possono individuare una relazione causa-effetto, possono, comunque, essere utilizzati come base razionale per la pianificazione dei servizi e l'allocatione delle risorse, aiu-

tando ad individuare le aree a più elevato rischio di concentrazione di disturbi mentali.

Viene allora spontaneo puntare sugli studi spaziali (con i GIS, in particolare) per affrontare il problema della pianificazione sanitaria e dell'allocatione delle risorse.

STUDI GEOGRAFICI E PIANIFICAZIONE DI INTERVENTI

I GIS sono stati usati fin dall'inizio per lo studio della concentrazione delle malattie (in particolare di quelle trasmissibili) e, solo successivamente, per la pianificazione di interventi, l'allocatione delle risorse, le valutazioni socio-economiche in campo sanitario.

Poiché trend demografici ed economici, cambiamenti nei rischi legati alla salute e cambiamenti nelle politiche di cura hanno effetti sulla salute pubblica tramite meccanismi biologici, comportamentali e strutturali, tutti caratterizzati da una dimensione geografica (Roper & Mays, 1999; Melnik & Fleming, 1999), tenendo conto di questa dimensione e legandola ad altri importanti attributi, gli strumenti di analisi geografica possono essere usati per individuare rischi, per valutare l'effetto di interventi sulla salute e di cambiamenti strutturali a livello di popolazione sull'utilizzazione delle risorse (Lapierre *et al.* 1999). In tal senso i GIS sono estremamente importanti per formulare, implementare e valutare politiche di salute pubblica a livello locale, regionale e nazionale (Roper & Mays, 1999). I GIS si possono utilizzare anche per anticipare le necessità di risorse future e per una pianificazione strategica degli interventi. Si pensi, ad esempio, a zone in cui è rilevante il fenomeno dell'immigrazione ed in cui gli immigrati si concentrano in particolari agglomerati urbani o a situazioni in cui la popolazione tende a modificare la propria struttura per età: queste informazioni su base territoriale permettono di prevedere nuove necessità in termini di risorse da ripartire tenendo in considerazione tali evoluzioni.

I GIS si possono inoltre utilizzare per valutare possibili cambiamenti strutturali ed organizzativi, come la chiusura o la creazione di qualche servizio sanitario, permettendo anche di analizzare diverse alternative per tali cambiamenti strutturali.

Con particolare riferimento alla salute mentale, per la quale la componente territoriale è già di per sé determinante, la razionalizzazione nell'organizzazione di servizi capillari, localizzati laddove più agevolano i soggetti che hanno necessità di utilizzarli, è di particolare rilevanza. Le mappe sono, tuttavia, ancora poco utilizzate da parte di chi si occupa di salute pubblica: uno dei primi passi che si rendono necessari per l'utilizzazione dei metodi illustrati è l'a-

dozione di procedure standardizzate per la raccolta delle informazioni caratterizzate da un riferimento geografico (Yasnoff & Sondik, 1999). Se, ad esempio, i registri di malattia, i Comuni, le aziende sanitarie "georeferenziasero" la popolazione utilizzando criteri comuni, ciò permetterebbe, a livello locale, di studiare in modo più efficace i bisogni della popolazione e la loro effettiva soddisfazione in termini di domanda-offerta di servizi.

La previsione è che nei prossimi anni l'uso dei GIS da parte dei manager di salute pubblica sarà sempre più diffuso (Thrall, 1999).

CONCLUSIONI

Le mappe geografiche permettono in prima battuta di individuare *pattern* di distribuzione non rilevabili da tabelle statistiche; il loro utilizzo, tuttavia, si estende anche all'individuazione di comunità ad alto rischio o aree problematiche; infine, sono strumenti che aiutano le autorità pubbliche nell'allocazione di risorse limitate ad aree a maggior rischio, nello sforzo di migliorare la performance delle attività di salute pubblica essenziali a promuovere la salute ed il benessere della popolazione (McLafferty & Cromley, 1999). I GIS, che rappresentano una promettente raccolta di strumenti e metodi per le decisioni, sono ancora, purtroppo, largamente sottoutilizzati nel campo del management e della pratica di salute pubblica (Roper & Mays, 1999), anche in paesi in cui è diffuso il loro utilizzo per lo studio delle malattie come in Gran Bretagna e negli Stati Uniti.

BIBLIOGRAFIA

Bailey C. & Gatrell C. (1996). *Interactive Spatial Data Analysis*. Longman: Essex, UK.

Cox L.H. (1996). Protecting confidentiality in small population health and environmental statistics. *Statistics in Medicine* 15, 1895-1905.

Croner C.M., Sperling J. & Broome F.R. (1996). Geographic information systems (GIS): new perspectives in understanding human health and environmental relationships. *Statistics in Medicine* 15, 1961-1977.

Driessen G., Gunther N. & Van Os J. (1998). Shared social environment and psychiatric disorder: a multilevel analysis of individual and ecological effect. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 33, 596-605.

Fortney J., Rost K., Zhang M. & Warren J. (1999). The impact of geographic accessibility on the intensity and quality of depression treatment. *Medical Care* 37, 884-893.

Kulldorf M. (1999). Geographic Information Systems (GIS) and community health: some statistical issues. *Journal of Public Health Management Practice* 5, 100-106.

Lapierre S.D., Myrick J.A. & Russel G. (1999). The public health care planning problem: a case study using Geographic Information Systems. *Journal of Medical Systems* 23, 401-417.

Lawson A.B. (2001). *Statistical Methods in Spatial Epidemiology*. John Wiley & Sons: Chichester.

Lawson A.B. & Williams F.L.R. (2001). *An Introductory Guide to Disease Mapping*. John Wiley & Sons: Chichester.

Lawson A.B. & Biggeri A., Böning D., Lesaffre E., Viel J-F., Bertolini R. (Eds.) (1999). *Disease Mapping and Risk Assessment in Public Health*. John Wiley & Sons: Chichester.

Maylath E., Seidel J. & Schlattmann P. (2000). Spatial distribution of in-patient service use of psychiatric patients: somatic departments versus psychiatric units. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 35, 408-417.

McLafferty S. & Cromley E. (1999). Your first mapping project on your own: from A to Z. *Journal of Public Health Management Practice* 5, 76-82.

Melnick A.L. & Fleming D.W. (1999). Modern Geographic Information Systems: promise and pitfalls. *Journal of Public Health Management Practice* 5, viii-x.

Paykel E.S., Abbott R., Jenkins R., Brugha T.S. & Meltzer H. (2000). Urban-rural mental health differences in Great Britain: findings from the National Morbidity Survey. *Psychological Medicine* 30, 269-280.

Richards T.B., Croner C.M. & Novick L.F. (1999). Geographic Information Systems in public health, Part 2. *Journal of Public Health Management Practice* 5, 1-6.

Riedel-Heller S.G. & Anghermergher M.C. (2000). Die räumliche verteilung psychisch kranker in großstädten: ein resümee aus sechs jahrzehnten ökologischer forschung in der psychiatrie. *Psychiatrische Praxis* 27, 214-220.

Robinson T.P. (2000). Spatial statistics and geographical information systems in epidemiology and public health. *Advances in Parasitology* 47, 82-128.

Roper W.L. & Mays G.P. (1999). GIS and public health policy: a new frontier for improving community health. *Public Health Management Practice* 5, 75-82.

Tansella M., Bisoffi G. & Thornicroft G. (1993). Are social deprivation and psychiatric service utilization associated in neurotic disorders? A case-register study in South-Verona. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 28, 225-230.

Thornicroft G., Bisoffi G., De Salvia D. & Tansella M. (1993). Urban-rural differences in the associations between social deprivation and psychiatric services utilisation in schizophrenia and all diagnoses: a case-register study in Northern Italy. *Psychological Medicine* 23, 487-496.

Thrall G.I. (1999). The future of GIS in public health management and practice. *Journal of Public Health Management Practice* 5, 75-82.

Van Os J., Driessen G., Gunter N. & Delespaul P. (2000). Neighbourhood variation in incidence of schizophrenia. Evidence for person-environment interaction. *British Journal of Psychiatry* 176, 243-248.

Yasnoff W.A. & Sondik (1999). Geographic Information Systems (GIS) in public health practice in the new millennium. *Journal of Public Health Management and Practice* 5, viii-xi.

Youssef H.A., Scully P.J., Kinsella A. & Waddington J.L. (1999). Geographical variation in rate of schizophrenia in rural Ireland by place at birth vs place at onset. *Schizophrenia Research* 37, 233-243.