

I trabocchetti della rappresentazione spaziale

Roberto Casati
Centre National de la Recherche Scientifique

Achille C. Varzi
Department of Philosophy, Columbia University, New York

[Pubblicato in *Sistemi Intelligenti* 11:1 (1999), 7–28]

Molti sistemi cognitivi, tra cui anche alcuni agenti artificiali, devono rappresentare lo spazio e gli oggetti spaziali per muoversi e agire in modo soddisfacente (per evitare un ostacolo, cogliere un frutto, decidere un punto dove atterrare). Nel caso degli esseri umani, la rappresentazione dello spazio ha anche un aspetto linguistico: sappiamo descrivere le relazioni spaziali o comprendere il significato di una preposizione come ‘tra’ immaginando una situazione spaziale cui essa si applichi. La rappresentazione dello spazio è pertanto un soggetto di studio che occupa una posizione centrale nelle scienze cognitive. In questo articolo intendiamo proporre una ricognizione metodologica.

Precisiamo subito che ci occuperemo soltanto delle rappresentazioni “distaccate” (cioè non egocentriche e non prospettiche) dello spazio in cui agisce un sistema cognitivo, rimandando a Casati e Dokic (1994) per alcuni spunti sugli altri aspetti. Lascieremo inoltre impregiudicate questioni metafisiche complesse quali l’identità tra lo spazio descritto dal senso comune e lo spazio descritto in un trattato di microfisica o di astronomia. Tenendo presenti queste limitazioni, passeremo in rassegna una serie di problemi metodologici. In alcuni casi si tratta di problemi effettivamente esemplificati nella letteratura contemporanea; in altri casi si tratta più che altro di tentazioni che hanno tuttavia alle spalle una lunga storia.

L’interesse di questa ricognizione è per noi eminentemente filosofico. Ci siamo imbattuti in casi come quelli che descriviamo e che ci sono sembrati metodologicamente sospetti durante lo studio di alcune entità spaziali (buchi, eventi, unità geografiche) che costituiscono un buon banco di prova per la meto-

dologia della rappresentazione spaziale. I buchi, ad esempio (Casati e Varzi 1994), sono interessanti per due ragioni. In primo luogo, si può mostrare che un modello che li contempla rende conto in modo semplice e intuitivamente convincente della varietà topologica e morfologica degli oggetti ordinari, dimostrando come un'ontologia ben calibrata possa aumentare il potere descrittivo di una teoria. In secondo luogo, i buchi sono un esempio semplice e maneggevole di entità spaziali più povere degli oggetti materiali e più ricche delle regioni di spazio. Nel caso di entità spaziali di questo tipo, l'inadeguatezza di molti modelli per la rappresentazione spaziale ci è sembrata dipendere dalla scarsa attenzione prestata a problemi semantici o metafisici. Tuttavia—e questo ci sembra travalicare gli interessi del filosofo—una distrazione semantica o metafisica può avere ripercussioni in settori di una teoria non necessariamente legati alla semantica o alla metafisica. Offriamo pertanto i nostri casi come esempi di un problema più generale, che non riguarda soltanto la rappresentazione spaziale, ma in genere ogni teoria della rappresentazione che cerchi di trovare modelli per certe capacità cognitive.

La nostra presentazione avrà dunque la forma di un elenco, ma questo formato nasconde in realtà un'unità di fondo che non fa che riflettere un nostro pregiudizio. Si tratta di un'ipotesi di *prudenza metodologica*. La rappresentazione spaziale è interessante non solo perché è un elemento portante nella rappresentazione della conoscenza, ma anche perché sembra sfuggire alle strutture che normalmente vengono usate per rappresentare la conoscenza, strutture eminentemente *proposizionali* (o, in senso lato *linguistiche*; ma preferiamo evitare quest'ultimo termine per non pregiudicare ulteriori questioni, come quella di una putativa influenza del linguaggio sulla rappresentazione spaziale). L'impressione di una differenza importante dello spazio rispetto ad altri oggetti di rappresentazione suggerirebbe che debbano venir utilizzati nuovi strumenti logici o concettuali per studiare i modi della rappresentazione spaziale. La nostra ipotesi di prudenza metodologica suggerisce invece che si debbano dapprima esplorare a fondo le opzioni esistenti. Una giustificazione di quest'ipotesi richiederebbe un esame approfondito delle interazioni tra capacità linguistiche e capacità di rappresentazione spaziale (possiamo parlare di quel che percepiamo come organizzato spazialmente, e possiamo immaginare una situazione spaziale sulla base di una descrizione verbale, per cui è ragionevole aspettarsi che esista un'interfaccia proposizionale tra le due capacità), ma un tale esame esula dai limiti di questo articolo. La nostra ipotesi metodologica viene pertanto qui for-

mulata solo per indicare al lettore la direzione in cui ci muoviamo e i trabocchetti che la costellano.

1. L'errore concettuale: non distinguere i tipi della rappresentazione spaziale

Cominciamo con quello che ci sembra il problema più importante, il non riconoscimento di una distinzione. Vi sono vari sensi in cui si può parlare di una teoria della 'rappresentazione spaziale'. Le due grandi opzioni sono:

(A) una teoria del modo in cui un organismo (un cervello, una mente, ma al limite anche un sotto-sistema cognitivo e, quindi, anche una lingua naturale o un frammento di lingua) rappresenta lo spazio in cui vive ed evolve: la rappresentazione spaziale deve da un lato organizzare l'input percettivo e d'altro lato fornire una base sufficientemente articolata per l'output dell'azione;

(B) una teoria formale della rappresentazione geometrica dello spazio, che permetta di rendere conto della validità di certe inferenze tipiche del ragionamento spaziale: "Se il cucchiaino è nella tazza e la tazza è nella credenza, il cucchiaino è nella credenza"; "Se il tavolo è sul tappeto e il lampadario è sopra al tavolo, allora il tappeto è sotto il lampadario".

In prima approssimazione queste due opzioni riflettono in modo naturale gli interessi rispettivamente della psicologia e della logica applicata (includendo in ciò certi settori dell'intelligenza artificiale). E sebbene esista un filo conduttore comune, è bene tenere le cose separate. Una teoria formale nel senso B non sembra presupporre, né sembra essere presupposta da, una teoria psicologica nel senso A. Pare un dato di fatto che si possano eseguire delle inferenze sullo spazio o su oggetti spaziali in modo totalmente astratto, senza impiegare rappresentazioni intuitive di sorta (e lo scopo di una teoria formale nel senso B è, idealmente, quello di fornire un apparato deduttivo in cui l'interpretazione intesa non è necessaria all'esecuzione delle inferenze); è d'altronde plausibile che non solo gli animali inferiori ma anche i primati e gli esseri umani dispongano di un sistema di rappresentazione spaziale che non richiede l'esecuzione di procedure inferenziali nel senso B.

Naturalmente, questa relativa indipendenza non esclude che lo studio della rappresentazione spaziale in uno dei due sensi sia utile per lo studio nell'altro senso. Dopo tutto, i concetti astratti impiegati dallo studioso di geometria derivano dalle nozioni solo apparentemente grossolane del senso comune ('vertice', 'punto', 'inclusione', 'concavità') e queste ultime presentano elementi idio-

sincratici che sembra ragionevole imputare al funzionamento del sistema cognitivo preposto alla rappresentazione spaziale. Se d'altro canto tali nozioni intuitive non costituiscono un insieme concettuale indifferenziato, ciò potrebbe venir spiegato dall'esistenza di una struttura mimabile da un sistema formale.

Vi è in effetti tutta una serie di importanti questioni che si situano in una regione filosofica parzialmente comune a teorie del tipo A come a teorie del tipo B. Si può riflettere sulle relazioni e le strutture spaziali senza postulare uno spazio metafisicamente indipendente dagli oggetti in esso situati? Qual è la relazione tra un oggetto e il "suo" spazio, lo spazio che esso occupa? Che rapporto sussiste tra le relazioni puramente spaziali (come 'contenuto in', 'situato tra') e relazioni più propriamente strutturali (per esempio le relazioni me-reologiche di parte-tutto)? Quali nozioni possono essere assunte come primitive, nell'uno e nell'altro caso?

Questi quesiti sono certamente a cavallo tra rappresentazione in senso psicologico e rappresentazione in senso formale e prima o poi andranno affrontati da chi si occupa dell'una come dell'altra. Tuttavia l'esistenza di preoccupazioni comuni richiede la massima cautela metodologica. Bisogna prima imparare a distinguere; poi si devono cercare i nessi. Ignorare la differenza tra (A) e (B) è un errore metodologico che può risolversi in errori di sostanza. (Ne vedremo alcuni fra breve.)

2. L'errore riduzionista: appiattare le cose identificandole con le "loro" regioni di spazio

Qualunque sia l'approccio scelto (formale o psicologico), il desiderio condivisibile di semplificare i termini di un problema può dar luogo a una tendenza a procedere sulla base di un'ontologia molto schematizzata, dimenticando che è provvisoria. L'idea fuorviante è che si possa fondare una teoria della rappresentazione spaziale su un dominio ristretto costituito per esempio solo da regioni di spazio, senza tener conto di eventuali individui *residenti in* tali regioni. (Una situazione analoga si riscontra nel campo del ragionamento temporale, dove si è più o meno consapevolmente assunto che tutto quanto possa ridursi a proprietà di intervalli—e fors'anche di istanti—anziché di eventi e accadimenti veri e propri. Si veda ad esempio la letteratura ispirata ai lavori di Allen 1981, 1984.) Teorie di questo tipo trovano un precursore in Clarke (1981), che riprendendo la teoria di Whitehead (1929) ha presentato una variante del calcolo degli individui

basata su relazioni topologiche definite su un dominio di regioni spaziali. Il calcolo di per sé non aveva ambizioni applicative o cognitive, e bisogna anzi dare atto a Clarke di aver per primo compiuto il passo dalla mereologia (la teoria della relazione parte-tutto) alla topologia (intesa ampiamente come teoria delle relazioni di connessione fra individui), un passo sicuramente molto importante per lo studio della rappresentazione qualitativa dello spazio, sia nel senso A che nel senso B. Tuttavia gli sviluppi successivi ad opera di vari autori operanti ad esempio nel campo della modellizzazione del ragionamento qualitativo (Randell e Cohn 1989, Randell *et al.* 1992b, Davis 1993, Gotts *et al.* 1996) hanno consolidato questo approccio, sottolineando per l'appunto l'idea che la rappresentazione e il ragionamento spaziale possano in definitiva ricondursi alla rappresentazione delle relazioni che possono sussistere tra le regioni di spazio.

Questa semplificazione può avere implicazioni inaccettabili. Limitarsi a un mondo così semplificato significa assumere che ogni oggetto può essere rappresentato completamente dalla sua regione di spazio, il che presuppone che ad oggetti distinti corrispondano regioni distinte. Il filosofo John Locke aveva molto insistito su questo punto, facendone un principio metafisico da cui scaturisce immediatamente un criterio di identità per gli oggetti materiali: se l'oggetto x e l'oggetto y si trovano esattamente nella stessa regione di spazio allo stesso istante di tempo, allora x e y sono *lo stesso* oggetto (*Saggio sull'Intelletto Umano*, II-xxvii-1). Tuttavia ecco subito un problema: il principio di Locke riguarda entità dello stesso tipo; ma entità di tipo diverso possono coabitare nella stessa regione di spazio. Prendiamo una sfera che ruota su se stessa. La sfera (un oggetto materiale) e il suo ruotare (un evento) occupano esattamente la stessa regione; nondimeno vanno tenuti ben distinti. Se quindi il dominio include entità eterogenee, non si possono "appiattare" tali entità identificandole con le regioni da esse abitate. Oppure prendiamo la sfera e il vetro di cui è composta. Una certa tradizione filosofica distingue queste due entità, per esempio in virtù delle loro diverse proprietà modali: se la mandiamo in frantumi, la sfera non c'è più mentre il vetro continua ad esistere. Tuttavia è evidente che sfera e vetro occupano lo stesso spazio. (Su questi temi, si vedano ad esempio i lavori ristampati nella recente raccolta di Rea 1997).

Certamente si può sostenere che la relazione di costituzione non sia altro che la relazione di identità. (Noi stessi favoriamo un punto di vista secondo cui spesso abbiamo a che fare con la stessa entità sotto descrizioni diverse; vi ritorneremo fra breve.) Alcuni autori, seguendo Quine (1950), si spingono sino ad

affermare che la stessa distinzione tra sfera e rotazione (o tra oggetti ed eventi) sia spuria. Questi punti di vista sono perfettamente coerenti. Ciò non toglie che assumerli in partenza possa avere effetti disastrosi se lo scopo è quello di fornire una teoria comprensiva della rappresentazione spaziale, soprattutto una teoria di tipo A. Difficilmente si potrà sostenere, per esempio, che una teoria psicologica del modo in cui il linguaggio o qualche altro sistema cognitivo rappresenta lo spazio debba basarsi su un'ontologia quineana in cui tanto gli oggetti quanto gli eventi sono in ultima analisi ricategorizzati come strutture quadrimensionali (spaziotemporali).

Occorre peraltro tener distinto questo tipo di progetto riduzionista da altri tipi di riduzionismo che, seppur non necessariamente condivisibili, corrispondono a opzioni metafisiche rispettabili. Per esempio, il dibattito tra *assolutisti* (che accettano l'esistenza di un'entità, lo spazio, indipendentemente dall'esistenza di oggetti spaziali) e *relazionisti* (che negano l'esistenza dello spazio come entità distinta e *riducono* le proprietà dello spazio a proprietà degli oggetti spaziali) è una tipica controversia tra antiriduzionisti e riduzionisti, sulla quale non intendiamo pronunciarci. Ci opponiamo quindi non tanto al riduzionismo in sé, quanto alla sua applicazione a problemi di rappresentazione ben determinati. Si può accettare il riduzionismo filosofico e opporsi al riduzionismo metodologico.

3. L'errore provincialista: assumere la metafisica di un certo tipo di oggetti e applicarla incondizionatamente ad altri

Questo errore si collega al precedente. Non solo non si può escludere che entità di tipo diverso possano essere localizzate nella stessa regione di spazio. Non si può neanche escludere che vi siano entità che sfuggono al principio di Locke, che in fondo era stato formulato avendo presente soprattutto la categoria degli oggetti materiali. Non si può cioè assumere che tutte le entità che sono localizzate nello spazio *occupino* dello spazio, come se lo spazio fosse un grande parcheggio in cui ogni posto è riservato a un solo cliente.

La distinzione è particolarmente evidente allorché si considerano azioni o eventi, che pur avendo una localizzazione (un indirizzo: "C'è un incendio all'Empire State Building"; "C'è una festa all'interno 5B") non occupano lo spazio in modo esclusivo (Casati 1995, Casati e Varzi 1996a). Per riprendere un esempio di Davidson (1980), se una sfera ruota e nel contempo si surri-

scalda, non abbiamo difficoltà a riconoscere due eventi distinti—la rotazione e il surriscaldamento—nella medesima regione di spazio. Ma gli eventi sono solo un caso tra tanti. Già Leibniz nel suo commentario a Locke (*Nuovi Saggi*, II-xxvii-1) aveva citato le ombre come esempi di oggetti interpenetrabili. Shorter (1977) ha escogitato il caso di due nuvole intersecantisi generate da due distinti “proiettori di nuvole”. Oppure ancora prendiamo le entità immateriali per antonomasia—i buchi. Mettiamo un anello all’interno del buco in una ciambella. Come descrivere la relazione spaziale tra i due buchi? Certo non si dirà che il buco della ciambella si restringe ai lati per lasciar posto a quello nell’anello. Né diremo che il buco piccolo diventa *parte* del buco grande. Semplicemente, la *regione* occupata dal buco piccolo è parte della regione occupata dal buco grande. Ma tant’è. I buchi sono immateriali, *ergo* compenetrabili.

Non ci serve quindi scomodare i fantasmi di van Inwagen (1990: 81) o gli evanescenti cherubini di David Lewis (1991: 75), perennemente danzanti in perfetta sovrapposizione sulla punta di uno spillo. Vi sono varie entità, più o meno accettabili forse, ma non per questo da scartare a priori, per le quali il principio di Locke semplicemente non vale. E una teoria che non ne tenga conto non solo sarà una teoria più povera, ma incorporerà delle semplificazioni concettuali fuorvianti. (Analogamente, una teoria che appiattisce ogni evento sull’intervallo o istante di tempo nel quale l’evento ha luogo finirà con l’identificare tra loro tutti gli eventi contemporanei: ricadiamo così nell’errore riduzionista di cui al punto 2. Vedi Pianesi e Varzi 1996a, 1996b per un confronto.)

4. *L’errore di moltiplicazione e altre trappole semantiche*

L’errore riduzionista e quello provincialista corrispondono a una semplificazione dell’ontologia: concentrandosi solo sulle regioni di spazio, o sui principi di localizzazione spaziale che caratterizzano entità di un certo tipo ma non altre, ci si dimentica della complessità del problema. Vi è anche il rischio opposto: è il rischio di chi si lascia impressionare dalla complessità del linguaggio e finisce col moltiplicare oltre misura il tipo o il numero di entità da assegnare a un’unica regione di spazio.

Ecco un esempio che si riaggancia alla mereologia. Consideriamo un panino al prosciutto. Il panino consiste del pane e del prosciutto. Il panino è il pane e il prosciutto: non vi sono parti dell’uno (il panino) che non siano parti dell’altro (la somma mereologica del pane più il prosciutto). Tuttavia ecco la

tentazione: siccome il panino è stato preparato all'ora di merenda, ma il pane e il prosciutto c'erano anche questa mattina, se ne conclude che il panino e l'aggregato pane+prosciutto non sono la stessa cosa. Hanno proprietà diverse, e quindi sono distinti. *Ergo*—così prosegue questo ragionamento—all'ora di merenda, quando il panino è sul tavolo pronto per essere addentato, ci troviamo di fronte a *due* cose che occupano la stessa regione di spazio: il panino e l'aggregato pane+prosciutto. (Questo modo di ragionare è abbastanza diffuso e risale addirittura ai filosofi stoici: vedi Sedley 1982 e Sorabji 1988. Recentemente è stato difeso ad esempio da Lowe 1989, Fine 1994 e Thomson 1998.)

Abbiamo un problema del tutto analogo nel caso degli eventi. Come abbiamo visto, si può pensare che gli eventi, a differenza degli oggetti materiali, non occupino lo spazio in modo esclusivo. Si può pensare che due o più eventi possano aver luogo esattamente nella stesso posto e nello stesso intervallo di tempo (la rotazione della sfera, il suo surriscaldamento). Resta comunque da vedere con *quanti* eventi abbiamo a che fare, e qui è facile cadere nell'errore di moltiplicazione. Prendiamo il caso di Mario che spara a Piero uccidendolo. C'è uno sparo, c'è un'uccisione. Si tratta dello stesso evento o di due eventi diversi? La tentazione è di ragionare come segue: l'uccisione non avrebbe potuto aver luogo se Piero non fosse morto; ma ovviamente lo sparo avrebbe potuto aver luogo comunque (Mario potrebbe avere una pessima mira); *ergo*—si è tentati di concludere—lo sparo e l'uccisione hanno proprietà modali diverse, e vanno quindi distinti per il principio dell'indiscernibilità degli identici. (L'esponente forse più rappresentativo di questa posizione è Kim, i cui saggi sono raccolti in Kim 1993. Il punto di vista opposto è stato difeso soprattutto da Davidson 1980 e Bennett 1988. Per un quadro più generale—e per ulteriori riferimenti—rinviamo a Casati e Varzi 1996b.)

Ora, la nostra diagnosi è che in entrambi i casi (il panino e la somma delle sue parti, lo sparo e l'uccisione) si commetta lo stesso errore: si ritiene che descrizioni logicamente distinte denotino entità distinte. Dal semplice fatto che i predicati '*x* spara a *y*' e '*x* uccide *y*' hanno estensioni (o almeno intensioni) distinte si conclude a torto che un evento descrivibile mediante il primo predicato (l'evento in cui Mario spara a Piero) debba essere diverso da un evento descrivibile mediante il secondo predicato (l'evento in cui Mario uccide Piero). Dal semplice fatto che i predicati '*x* è un panino al prosciutto' e '*x* consiste di pane e prosciutto' hanno estensioni (o intensioni) distinte si conclude a torto che un oggetto che soddisfa il primo predicato debba essere diverso da un og-

getto che soddisfa il secondo. Siamo d'accordo che non basta avere del pane e del prosciutto per avere un panino: i due ingredienti devono essere disposti in un certo modo. Ma questo non significa che il panino sia *una cosa in più*: quando mettete il prosciutto in mezzo al pane, *quello stesso oggetto* che soddisfaceva il predicato 'x consiste di pane e prosciutto' viene a soddisfare anche il predicato 'x è un panino al prosciutto'. (Si confronti: non basta avere un cane per avere un cane seduto, ma questo non significa che, sedendosi, Fido dia alla luce una nuova entità: semplicemente Fido stesso viene a soddisfare, oltre al predicato 'x è un cane', anche il predicato più specifico 'x è un cane seduto'.) E così pure per gli eventi: lo sparo—*quell'evento particolare*—non è un'uccisione sino a quando Piero non muore. Ma Mario compie una e una sola azione premendo il grilletto.

Si badi bene che l'errore non conduce semplicemente a una *duplicazione* delle entità che si trovano nella stessa regione: la moltiplicazione è potenzialmente illimitata. Siccome 'x spara a Piero', 'x spara a Piero con la pistola', 'x spara a Piero intenzionalmente', e così via, hanno tutti significato diverso, si potrebbe concludere che nello stesso preciso istante e nello stesso preciso luogo Mario ha commesso non già due azioni (lo sparo e l'uccisione), bensì un numero illimitato. Considerazioni analoghe ci porterebbero a concludere che sul tavolo all'ora di merenda vi sono non due cose (il panino e la somma mereologica del pane col prosciutto), ma un numero imprecisato. La fallacia è sempre la stessa: ci si dimentica che nomi o descrizioni diverse possono designare le stesse cose, proprio come nel caso paradigmatico della stella della sera e della stella del mattino. E il buon senso lascia pochi dubbi: possiamo star certi che Mario non verrà condannato per un numero illimitato di azioni illegali, e che chi fa merenda non si sta abbuffando oltre misura. (Per una discussione più diffusa di questa fallacia, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti mereologici, rimandiamo a Varzi 1998 e Casati e Varzi 1999, capitoli 3 e 6).

Incidentalmente, certi problemi legati alla vaghezza delle relazioni spaziali presentano caratteristiche simili a quelle del problema appena discusso. È assodato che molto spesso è difficile stabilire con precisione la localizzazione di un evento. (Dove esattamente ha avuto luogo lo sparo? Dove, esattamente, si è tenuta la gara di sci?) Non ne segue però che gli eventi hanno luogo in regioni vaghe. Diremo semmai che i nostri nomi o descrizioni di eventi designano vagamente. Allo stesso modo, coloro che sostengono che Milano, il monte Bianco, e la nuvola sopra il campanile sono oggetti vaghi—entità per le quali è og-

gettivamente indeterminato se occupino una certa regione di spazio piuttosto che una regione leggermente diversa—commettono a nostro avviso una confusione tra semantica e ontologia. È ovvio che non esiste una zona precisa che corrisponda a ‘il monte Bianco’. Ma questo significa solo che ‘il monte Bianco’ denota vagamente, non che denota un oggetto vago. Prima di lasciarsi sedurre da una metafisica esotica vale la pena di chieder consiglio a una sobria semantica. (Un filosofo che ha insistito molto sulla vaghezza ontologica è Michael Tye 1990, ma la posizione è abbastanza diffusa anche in altre discipline. Per degli esempi in campo geografico, si vedano i testi raccolti in Burrough e Frank 1996.)

5. L'errore fondamentalista: cercare a tutti i costi un unico primitivo (o generalizzare a partire da un modulo cognitivo circoscritto)

I riduzionisti di solito si lasciano affascinare da un certo tipo di ente, e cercano di ricostruire il mondo a partire da oggetti di quest'unico tipo. I fondamentalisti invece non hanno pregiudizi in favore di una certa entità, ma sono convinti della necessità di andare in cerca di strutture fondamentali a partire dalle quali ricostruire il mondo. Questo errore è comune, anche perché la tentazione corrispondente è forte (e in discipline come la fisica ha una legittimità teorica di grande respiro). Ci limitiamo ad illustrarlo con riferimento a una teoria della rappresentazione spaziale molto nota e abbastanza elegante: quella proposta da Biederman (1987) (peraltro innestandosi sulla consolidata tradizione che si rifà a Marr e Nishihara 1977 e Brooks 1981). Ci situiamo qui inequivocabilmente sul terreno delle scienze cognitive: a Biederman interessa il problema del riconoscimento delle forme. La teoria (di cui esistono diverse versioni) usa un'unica nozione primitiva, quella di cilindro normalizzato (o “geone”, dall'inglese *geon*, per *geometric ion*), e fornisce una semplice *sintassi spaziale* per mostrare come ogni oggetto può venir considerato composto da una o più variazioni sul tema del cilindro. La tesi cognitiva annessa è che il sistema di riconoscimento delle forme degli oggetti utilizza questa capacità di scomporli in cilindri. Per esempio, intuitivamente, una tazzina da caffè risulterebbe composta di un cilindro semicavo per il corpo contenitore, e di un cilindretto ritorto per il manico, attaccato per le estremità al cilindro del corpo principale.

In una formulazione più recente (1990), tanto i geoni quanto le relazioni tra geoni attaccati tra loro sono definiti in termini di alcuni parametri più primitivi,

quali la variazione di dimensione della sezione, la dimensione relativa degli assi di un geone in rapporto alla sezione, la dimensione relativa di due geoni, la posizione verticale di un geone al punto di giunzione con un altro. Il risultato è che con tre geoni si possono teoricamente descrivere oltre 1,4 miliardi di oggetti distinti—il che costituisce un chiaro vantaggio della teoria.

Veniamo ai problemi. In primo luogo, non è affatto chiaro perché si debba avere come primitivo un cono o un cilindro, ovvero, una figura con asimmetrie importanti e salienti: si potrebbe obiettare che la distanza concettuale tra il cilindro e il parallelepipedo è la stessa che separa la sfera e il cilindro, per cui tanto valeva partire da una sfera (si consideri l'immagine dell'omino della Michelin). In una teoria puramente formale (B), il problema è meno importante. Ma qui abbiamo a che fare con una teoria di tipo cognitivo (A), e la scelta dei primitivi deve essere ben fondata.

Il punto più grave però è un altro, ed è che la teoria non può conformarsi alla congiunzione dei principi impliciti che la definiscono: (1) ogni oggetto equivale o a un primitivo geometrico oppure a una somma di primitivi geometrici; (2) la scomposizione degli oggetti nelle loro parti deve prodursi nei giunti (cognitivamente) salienti; (3) i cilindri generalizzati sono gli unici primitivi. Abbiamo presentato (Casati e Varzi 1997) un argomento che sembra mostrare abbastanza bene il tipo di difficoltà qui in gioco. Si consideri una ciambella perfettamente uniforme. Non è un cilindro generalizzato, dunque la si deve scomporre (per conformarci a (1)). Ma dove tagliamo per scomporla? Qualsiasi piano normale all'anima della ciambella va bene, dato che la ciambella è uniforme e non presenta giunture salienti. Quindi non possiamo conformarci al principio (2), a meno che non si rinunci a (3) e si consideri la ciambella stessa come primitivo geometrico, salvando così i due primi principi. Il problema purtroppo si ripropone per la ciambella doppia, spalancando la porta a una serie illimitata di primitivi.

Da questa discussione si possono trarre tante morali. Quella che ci sembra indiscutibile è che insistendo su un unico primitivo si rischia di doverne accettare un numero illimitato, contraddicendo l'obiettivo dell'economia concettuale. L'origine del problema, nel caso specifico, risiede nella tendenza a generalizzare a partire da un modulo cognitivo circoscritto. La teoria di Biedermann e le sue variazioni si basano su un'assunzione generale: la capacità di scomposizione mereologica, guidata forse da un modulo per il ragionamento sulle parti e sugli interi, sarebbe cruciale per il *riconoscimento* degli oggetti. Ma questa as-

sunzione è indebita. Per esempio, Cave e Kosslyn (1993) hanno mostrato che un modulo per la scomposizione in parti non entra in gioco *prima* del riconoscimento di un oggetto, e non ne è una condizione necessaria. I risultati sperimentali riguardano i tempi di riconoscimento relativi di (immagini di) oggetti (i) smembrati secondo l'organizzazione parte/tutto più naturale (per esempio, astine, lenti, e montatura degli occhiali), ma le cui parti sono spazialmente disordinate; oppure (ii) rotti in pezzi non naturali, riaffiancati tuttavia in modo abbastanza ordinato. Il riconoscimento è più rapido nel secondo caso. I risultati indicano in primo luogo che il riconoscimento di un oggetto dipende dalla sussistenza di buone relazioni spaziali tra le parti. Quando le parti sono in disordine, aumentano i tempi di reazione e gli errori di denominazione. In secondo luogo, l'analisi mereologica di un oggetto influisce sulla sua identificazione solo in condizioni di osservazione molto impoverite.

Questi risultati non costituiscono una ragione per rifiutare l'esistenza di un modulo mereologico autonomo (e in effetti il modo in cui gli oggetti vengono cognitivamente suddivisi in parti tende ad essere costante in individui diversi). Tuttavia tale modulo non serve in condizioni normali per il riconoscimento degli oggetti. Possiamo quindi considerare la struttura di un modulo mereologico indipendentemente dalle richieste eventualmente avanzate dal modulo per il riconoscimento degli oggetti.

6. L'errore geometrico: non distinguere tra nozioni mereologiche, topologiche, morfologiche

Veniamo così al problema delicato di spiegare il legame concettuale tra il modulo mereologico e le altre componenti di una teoria della rappresentazione spaziale. Oltre alle difficoltà richiamate sopra, esistono vari altri motivi per andare al di là di una semplice analisi in termini di relazioni parte-tutto. In particolare, sembra necessario integrare la prospettiva mereologica almeno con qualche nozione di natura topologica. Da un lato, infatti, la pura mereologia può render conto della nozione relazionale di parte, ma sembra per sua natura inadatta a catturare la nozione di intero (non riesce cioè a distinguere fra individui tutti d'un pezzo e individui sconnessi, tra eventi contigui ed eventi separati); dall'altro lato, pur rendendo conto di certe relazioni fondamentali tra entità spaziali, la mereologia risulta inadatta a rappresentare anche le più elementari relazioni spaziali tra tali entità, per esempio relazioni fondamentali come il contenimento,

l'esclusione, la tangenza, ecc. In entrambi i casi, il ricorso alla topologia si presenta come un passo necessario e meritevole di indagine approfondita. (Abbiamo esaminato questa questione e le sue ramificazioni in Varzi 1994, 1996a, 1997, Casati e Varzi 1995, 1997, 1999.)

Ora, la distinzione è chiara ma molte teorie che si occupano di rappresentazione spaziale tendono a ignorarla. Per esempio, l'approccio riduzionistico cui facevamo riferimento nella sezione 2 tende ad andare ben oltre il suggerimento di considerare le nozioni topologiche come un'addizione alla mereologia, promuovendo invece una vera e propria sussunzione della mereologia nell'ambito della stessa topologia. In sostanza, una cosa risulterebbe parte di un'altra esattamente quando tutto ciò che è topologicamente connesso alla prima (cioè ha parti in comune o è in contatto con essa) è topologicamente connesso alla seconda. Il che significa che la relazione mereologica fondamentale di *parte* risulterebbe definibile nei termini della relazione topologica di *connessione*. Ora, questa definizione sembra adatta se stiamo parlando di connessione tra regioni di spazio (più precisamente, regioni topologicamente regolari). Ne segue che *se* le regioni sono le uniche entità spaziali del nostro dominio (affiancate al più da punti, linee, o altri elementi di confine), allora c'è poco da eccepire: la riduzione della mereologia alla topologia costituisce un'importante semplificazione concettuale. Se però vogliamo prendere sul serio entità di natura diversa, più vicine al variegato zoo ontologico del senso comune, allora la situazione cambia radicalmente e la definizione di un corretto rapporto tra mereologia e topologia diventa cruciale. Per esempio, si potrebbe sostenere che un oggetto all'interno di un buco è connesso con tutto ciò che è connesso con la parte del buco da esso occupata; tuttavia ciò non implica che l'oggetto sia *parte* del buco (come sarebbe invece implicato dal principio che riduce la mereologia alla topologia). Si noti come ciò si leghi ancora una volta alla questione discussa al punto 2. *Se* ci limitassimo alle regioni, allora è evidente che i buchi perderebbero la loro caratteristica saliente: la riempibilità, e più in generale la compenetrabilità da parte di altri individui. Diventa allora banale eliminarli, o comunque ridurne la complessità concettuale. Il lavoro di Gotts (1994) è indicativo di questo stato di cose. Gotts dimostra che, se il dominio consiste esclusivamente di regioni topologicamente regolari, è possibile distinguere per esempio tra configurazioni sferiche e configurazioni toroidali (cioè con buchi) utilizzando un repertorio limitato di nozioni topologiche. Ma è parimenti evidente che il modello è molto semplificato e quindi, in ultima analisi, applicabile soltanto entro limiti ben precisi.

Né ci si può limitare a questa basilare demarcazione tra mereologia e topologia se non per scopi molto limitati. Per esempio, certe distinzioni tassonomiche fondamentali sfuggono tanto alla mereologia quanto alla topologia. Quest'ultima consente di distinguere un oggetto forato da un oggetto senza fori, ma rimane assolutamente cieca dinanzi a un oggetto caratterizzato da un buco superficiale (una concavità): non è in grado di distinguerlo dalla sfera. Topologicamente, le deformazioni superficiali sono insignificanti, e occorrerà un vero e proprio salto nella morfologia—nella teoria delle forme—per poter cogliere le differenze rilevanti. Occorrerà poi un salto nella cinematica per poter render conto anche delle più elementari differenze di *comportamento* tra oggetti con configurazioni diverse. Occorrerà un salto nella dinamica per poter cominciare davvero a parlare di comportamento nello spazio. E così via. Cercare di fare a meno della demarcazione tra mereologia e topologia all'inizio del viaggio è tanto fuorviante quanto inutile: il viaggio sarà comunque lungo e costoso.

7. *L'errore di distrazione: considerare solo i casi facili*

A metà strada tra l'errore fondamentalista e l'errore geometrico si situa l'errore di distrazione. Il trabocchetto minaccia virtualmente qualunque teoria descrittiva, ma può acquisire sfumature diverse a seconda dei casi.

Consideriamo il seguente suggerimento, che muove dalla considerazione che un buco in un oggetto è un fattore di disturbo nella convessità dell'oggetto stesso (il buco introduce una discontinuità concava). Un oggetto è convesso se e solo se, dati due punti situati al suo interno, un cammino che li congiunge lungo una retta (o una geodetica) passa interamente all'interno dell'oggetto; altrimenti l'oggetto è concavo. Dato un oggetto concavo x , possiamo involupparlo in un'infinità di oggetti convessi. Si consideri l'*inviluppo convesso* minimo di x (quello contenuto in tutti gli involuppi convessi) e se ne sottragga x . Il resto sono buchi. Questa tesi è stata proposta da Banchoff (1994) e riflette l'intuizione per cui un buco è definibile nei termini di un 'raffinamento' o completamento dell'oggetto bucato che ne recuperi la convessità. Si tratta, però, di una tesi falsa: non tutte le differenze tra l'inviluppo di un oggetto e l'oggetto sono buchi. Pensiamo all'inviluppo convesso di un calice da champagne: la parte corrispondente alla coppa indica effettivamente la presenza di un buco o concavità (l'interno della coppa); ma la parte intorno allo stelo non è affatto un buco.

Troviamo quest'errore, per esempio, sullo sfondo di quello che possiamo chiamare il rompicapo della mosca, ampiamente trattato nella letteratura sul ragionamento spaziale e sulla semantica delle preposizioni spaziali nel linguaggio naturale. Molti autori (fra cui Herweg 1989 e Randell *et al.* 1992a) hanno suggerito di analizzare il significato di una preposizione come "in" in termini di inclusione mereologica della regione dell'oggetto contenuto nella regione dell'involuppo convesso dell'oggetto contenente. In certi casi questa analisi funziona bene: la mosca è nel barattolo se e solo se la regione da essa occupata è una parte della regione occupata dall'involuppo convesso del barattolo. È facile però mostrare (come aveva già notato Herskovitz 1986) che un approccio del genere non riesce a cogliere la specificità di una parte contenente rispetto a una qualsiasi parte non-convessa: una mosca che cammina sullo stelo non è *nel* calice, anche se è inclusa nell'involuppo convesso del calice. Non solo; non si potrebbe evitare il problema neanche se ci si limitasse alle parti contenenti, come pure è stato suggerito (Vandeloise 1986). A parte l'ovvia circolarità, è facile immaginare calici la cui parte contenente (la coppa) presenta caratteristiche morfologiche che generano controesempi per un trattamento di genere. (Si pensi a un calice con delle rientranze all'esterno della coppa.) Sicuramente ci troviamo qui dinanzi a un problema la cui soluzione deve tenere in debita considerazione le proprietà funzionali degli oggetti, che non si riducono a proprietà geometriche e includono una componente causale (Aurnague e Vieu 1993, Vandeloise 1994).

8. L'errore capitalista: dimenticare che le teorie hanno una struttura (ovvero dimenticare che dagli assiomi seguono i teoremi)

Una buona teoria—è pacifico—dovrebbe ambire a un buon rapporto tra il numero degli assiomi e il numero dei teoremi *interessanti* che se ne possono derivare. La situazione ottimale naturalmente prevede che dal minor numero di assiomi semplici segua il maggior numero di teoremi interessanti. Per contro, molte teorie si limitano a definire gli oggetti di cui parlano e a postularne una serie di proprietà giudicate interessanti, un'operazione questa che corrisponde all'enunciazione di assiomi, senza preoccuparsi di derivarne teoremi o di giudicare se i teoremi che se ne possono derivare sono significativi.

Anche se ciò fosse poco grave per una teoria psicologica della rappresentazione spaziale (tipo A), potrebbe tuttavia avere conseguenze gravi per una teoria

computazionale (tipo B), per esempio per il modulo di rappresentazione per un sistema artificiale di ragionamento spaziale. Ad esempio, lo studio di Ernie Davis (1987) sul movimento di una biglia lasciata cadere in un imbuto propone una teoria con ben 90 concetti specifici (“dentro”, “sopra”, “accanto”, “attraverso”, “asse”, “orifizio”, “bordo”, “superficie”, ecc.) governati da quasi 150 assiomi. Ora, può darsi che tale abbondanza sia da attribuirsi a una scelta mal ponderata delle categorie primitive. Ma ci sembra indiscutibile che si sia qui imboccato un vicolo cieco.

In effetti, ci pare che questo sia uno dei limiti principali di gran parte della ricerca sulla rappresentazione spaziale svolta nell’ambito della fisica ingenua cui Davis fa riferimento. Muovendo dal presupposto che l’intelligenza di un agente (artificiale o meno) si misura innanzitutto sulla sua capacità di districarsi nelle faccende quotidiane—muoversi tra ostacoli, spostare oggetti—la fisica ingenua ha avuto il pregio di mettere in evidenza la necessità di rappresentare le conoscenze necessarie per cavarsela in tali faccende, o almeno un nucleo centrale di credenze e principi generali cui fare riferimento. In particolare, il tipo di teoria fisica richiesta dev’essere molto più simile a quella che noi si usa intuitivamente che non a quella che si conforma, poniamo, ai principi della meccanica razionale. Deve corrispondere all’insieme di credenze con le quali organizziamo la nostra attività quotidiana, per quanto approssimative o in ultima analisi errate possano rivelarsi. Se però il semplice moto di una biglia che cade attraverso un imbuto richiede 150 assiomi, non c’è dubbio che si superano i termini inizialmente stimati da Pat Hayes nel suo “Manifesto della Fisica Naive” (1979), per il quale una teoria ragionevolmente completa del mondo ordinario richiederebbe tra i diecimila e i centomila predicati assiomatizzati. Per questa strada il programma viene meno a uno dei suoi presupposti principali: la maneggevolezza computazionale, appunto.

Ma non si tratta solo di un problema di maneggevolezza. C’è il rischio dell’inconsistenza, o della consistenza indesiderata (ossia la consistenza garantita da modelli indesiderati). Se gli assiomi sono in numero esorbitante, la costruzione di un modello della teoria può rivelarsi un’operazione dalla complessità eccessiva, e il rischio è che si finisca col pensare che la teoria descrive un mondo (il modello desiderato) quando in realtà ne descrive un altro (o nessuno). Questo è un problema soprattutto per teorie di tipo B, evidentemente. Ed è un problema che a dire il vero oggi esiste anche per teorie molto più semplici di quella di Davis. Per esempio, solo da poco si è intrapreso lo studio dei modelli

delle teorie mereotopologiche di cui si parlava sopra. (Il primo risultato di completezza risale ad Asher e Vieu 1995, che dimostrano la completezza di una versione del calcolo di Clarke, peraltro *opportunamente modificato* proprio in quanto la formulazione originale risulta inadeguata sotto vari punti di vista; per degli studi generali, si vedano Lemon 1996 e Cohn e Varzi 1998.)

Può essere utile citare un precedente storico. Nel formulare l'ultima versione della sua teoria detta dell'"astrazione estensiva", Whitehead (1929) utilizzava una mereologia ristretta in cui due cose possono essere sommate per dar luogo a una terza soltanto quando sono connesse l'una all'altra, cioè quando hanno parti in comune o sono almeno in contatto esternamente (si toccano). Ora, Whitehead lavorava nell'ambito di una teoria puramente mereologica, e definiva la connessione nel modo seguente: x e y sono connessi se e solo se esiste qualcosa, z , che ha parti in comune sia con x che con y , e solo con x o con y . Nelle intenzioni, la definizione doveva catturare la nozione intuitiva. Tuttavia non è difficile rendersi conto che questa definizione (come ogni altra ad essa simile, per chi volesse cimentarsi in questo compito) *non funziona* a meno che non si assuma in partenza che z sia tutto d'un pezzo. Altrimenti il riferimento a z non serve, e nulla garantisce che due cose x e y che soddisfano il definiens siano effettivamente connesse l'una all'altra: si pensi a due oggetti x e y separati tra loro, e sia z la loro somma (Simons 1987). Ne segue che tutta la teoria di Whitehead in realtà cattura concetti e proprietà spaziali affatto diversi da quelli che egli aveva in mente. In breve: gli assiomi non avevano *il significato* inteso.

9. *L'errore di formato: proiettare sulla rappresentazione le proprietà del rappresentato*

Si è spesso sostenuto che la rappresentazione spaziale utilizza un formato continuo (o analogico) che è di natura completamente distinta dal formato discontinuo (discreto, o digitale) che viene utilizzato dal linguaggio. Quando si vede un quadrato non viene resa disponibile solo l'informazione per cui c'è una forma quadrata davanti a noi, ma con essa un gran numero di altre informazioni: la forma ha tale e tal'altra dimensione, è inclinata in un certo modo, è composta di molteplici regioni che hanno colori differenti, ecc. Quando invece si comprende la frase 'C'è un quadrato davanti a me' si ottiene un'informazione discretizzata, una molecola informazionale non scomponibile più di tanto (non sappiamo se il quadrato è piccolo, bianco, ecc.). La differenza tra la rappresentazione spaziale e

la rappresentazione linguistica sarebbe quindi una irresolubile differenza di tipo. Dopotutto, il linguaggio è discreto e lo spazio è continuo. Se a questa osservazione si aggiunge il fatto che le rappresentazioni digitali sono i veicoli privilegiati dei contenuti proposizionali, si può concludere che la rappresentazione spaziale è di tipo non-proposizionale. Naturalmente questo è un *non sequitur* (non tutto ciò che esprime una proposizione dev'essere linguistico) ma il modo in cui vengono interpretati vari esperimenti psicologici lascia intravedere una certa resistenza dello stereotipo.

Prendiamo a titolo di esempio l'esperimento di Shepard e Metzler 1970 (sul quale esiste una abbondante letteratura; per una rassegna, vedi Tye 1991). Si tratta di un esperimento di esplorazione mentale in cui un'immagine mentale viene 'spazzata' da un meccanismo di osservazione interno. Viene presentata ai soggetti la mappa di un'isola su cui sono localizzati alcune icone (il pozzo, la capanna, ecc.) e i soggetti memorizzano le posizioni delle icone. In seguito viene loro richiesto di valutare le distanze relative delle icone. I tempi di risposta crescono al crescere delle distanze da valutare, e questo indica la presenza di un meccanismo spaziale o simil-spaziale di esame dell'informazione contenuta nella carta.

Ora, l'uso di una carta mentale, al di là di alcune ambiguità metodologiche (il processo di memorizzazione delle icone richiede per esempio una costante interazione linguistica con lo sperimentatore), è particolarmente interessante. Una carta mentale è una carta, e l'articolazione sintattica e semantica delle carte viene spesso contrastata con quella del linguaggio. Una carta *non può* dire che la Sicilia è un'isola senza dire moltissime altre cose: che è di forma approssimativamente triangolare, che ha un orientamento prevalente sull'asse est-ovest, eccetera. (Per una discussione recente sulle differenze tra carte ed enunciati in Braddon-Mitchell e Jackson 1997; sulla semantica delle carte, vedi Pratt 1993, Leong 1994.) Pur essendo veicoli informativi come gli enunciati, le carte sarebbero l'esempio paradigmatico della distinzione tra analogico e digitale, avendo una semantica e una sintassi completamente distinte da quella di una lingua. È significativo a questo proposito che molti difensori di un'interpretazione proposizionale delle immagini mentali (Pylyshyn 1981) abbiano proposto a loro volta teorie ibride in cui le immagini sono reinterpretate come proposizioni strutturate spazialmente (in effetti, come carte in cui alcuni oggetti sono segnalati da nomi; non a caso le teorie iconiche e le teorie proposizionali delle immagini mentali sembrano ridursi a varianti ortografiche le une delle altre).

Vorremmo tuttavia ridimensionare i termini e la portata di questa differenza (Casati 1998). L'informazione contenuta in una carta può venir distinta in due tipi: informazione riguardo alla localizzazione, e informazione riguardo al tipo di individui e proprietà rappresentati. L'informazione sulla localizzazione è in tal caso contenuta in una *assegnazione* di regioni della carta a regioni dello spazio, assegnazione che deve rispettare certi vincoli. Questi vincoli (per esempio, la topologia delle regioni della carta deve riflettere quella delle ragioni rappresentate) possono venir espressi da una *teoria* che assiomatizza le proprietà dell'assegnazione. L'informazione sulla localizzazione di certi oggetti o proprietà nella realtà viene espressa dalla localizzazione di certi simboli (colori, o icone) sulla carta: una regione colorata della carta è una rappresentazione corretta qualora la regione che essa rappresenta ha la proprietà espressa dal colore. Ora entrambi i tipi di contenuti sono proposizionali: tanto la teoria dell'assegnazione che la descrizione tramite colori e icone hanno una struttura che non è radicalmente differente dalla struttura del linguaggio.

La nostra diagnosi del problema, almeno in forma provvisoria, è che quando si insiste su una differenza radicale tra immagini ed enunciati, tra carte e strutture linguistiche, riconducendola alle particolari proprietà spaziali del medium, si fornisce un esempio della confusione tra ciò che rappresenta e ciò che viene rappresentato. Succede spesso che si proiettino proprietà del medium sull'oggetto rappresentato (Casati 1993). Questa volta invece si proiettano certe proprietà dell'oggetto rappresentato su alcune proprietà del medium rappresentativo. (Si potrebbe obiettare che la mossa è giustificata in quanto l'oggetto che rappresenta può rappresentare *solo se* cattura tutte le proprietà dell'oggetto rappresentato, ma si esigerebbe troppo: una foto piatta può rappresentare senza difficoltà un oggetto tridimensionale.)

Per concludere, vorremmo mostrare un altro ambito, più vicino al ragionamento, in cui il pensiero visivo non sembra avere prerogative particolari, e anzi sembra richiedere che un'articolazione proposizionale sia stata attivata. Si consideri la capacità di scoprire principi generali operando con immagini mentali. Per esempio, esiste un metodo visivo per determinare l'algoritmo che calcola l' i -esimo numero triangolare $n = (1+2+\dots+i)$, corrispondente alla somma dei numeri interi fino a i (Giaquinto 1998). Si può visualizzare un numero naturale n come una colonna di n punti, ed allineare in seguito le colonne alla base, in ordine crescente. La prima colonna ha 1 punto, la seconda ne ha 2, e la i -esima ne ha i . Un numero triangolare è semplicemente il numero totale di punti

nell'immagine che si ottiene, immagine che assomiglia per l'appunto alla rappresentazione di un triangolo. Per determinare l'algoritmo: si copi il triangolo, che supponiamo aver base di z punti, si ruoti la copia di centottanta gradi e la si sovrapponga al triangolo di partenza in modo che la prima colonna del triangolo sia allineata sull'ultima della copia, la seconda sulla penultima, ... e l'ultima sulla prima. Si ottiene un rettangolo di $z \times (z+1)$ punti. Il numero dei punti nel triangolo è quindi di $(z \times (z+1))/2$, espressione che ci dà l'algoritmo desiderato.

Abbiamo ora descritto linguisticamente questa euristica, ma è essenziale che invece si immagini il processo, il che, concediamo, è del tutto possibile. È anche importante che si possa evitare di usare supporti fisici, come diagrammi su una lavagna: deve trattarsi di pensiero visivo. Dobbiamo letteralmente immaginare il triangolo sdoppiarsi, immaginare la copia ruotare nello spazio, riallinearsi sul triangolo, eccetera. Ed è qui che nascono i problemi. Che cosa ci garantisce che la copia abbia esattamente lo stesso numero di punti dell'originale? Che cosa ci garantisce che l'allineamento riesca colonna per colonna? Che cosa ci garantisce quindi che otteniamo un rettangolo? Il grado di affidabilità dell'immaginazione sembra qui *dipendere completamente da una decisione* affidata a una serie di *giudizi* d'identità (la copia ha lo stesso numero di punti dell'originale, le colonne della copia vengono disposte sulle stesse linee delle colonne dell'originale, ecc.). Lasciate a se stesse, le immagini potrebbero anche perdere punti o colonne di punti nella rotazione. Questo significa che esse non svolgono alcun ruolo nel ragionamento: la componente visiva del pensiero visivo è epifenomenica; le immagini sono pure e semplici decorazioni.

Lo spazio è pieno di insidiosi trabocchetti. Qui ne abbiamo illustrati alcuni, quelli che ci sembrano più comuni, ma sicuramente il terreno merita un esame più approfondito. Ci sono anche tentazioni più generali con cui ogni teorico della rappresentazione deve fare i conti: la creazione di teorie *ad hoc*, l'introduzione surrettizia di distinzioni di granularità, il ricorso facile a considerazioni di complessità computazionale, la confusione tra principi logici e principi legati alla struttura del dominio, l'abbandono affrettato della logica classica. Ma il settore della rappresentazione spaziale, proprio per la varietà dei problemi metodologici che solleva e per la ricchezza dei territori da esplorare, resta un oggetto privilegiato per l'indagine filosofica che ha come riferimento le nuove discipline cognitive.

Riferimenti

- Allen, J. F., 1981, 'An Interval-Based Representation of Temporal Knowledge', *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Vancouver: Morgan Kaufmann, Vol. 1, pp. 221-26.
- 1984, 'Towards a General Theory of Action and Time', *Artificial Intelligence* 23, 123-54.
- Asher, N., e Vieu, L., 1995, 'Toward a Geometry of Common Sense: A Semantics and a Complete Axiomatization of Mereotopology', in *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, pp. 846-852.
- Aurnague, M., e Vieu, L., 1993, 'A Three-Level Approach to the Semantics of Space', in *The Semantics of Prepositions: From Mental Processing to Natural Language Processing* (a cura di C. Z. Wibbelt), Berlino: Mouton de Gruyter, pp. 393-439.
- Banchoff, T., 1994, 'Theories of Incompleteness', recensione di Casati e Varzi (1994), *Nature*, 368, p. 374.
- Bennett, J., 1988, *Events and Their Names*, Oxford: Clarendon Press.
- Biederman, I., 1987, 'Recognition-by-Components. A Theory of Human Image Understanding', *Psychological Review*, 94, 115-47.
- 1990, 'Higher-Level Vision', in *An Invitation to Cognitive Science. Volume 2: Visual Cognition and Action* (a cura di D. N. Osherson, S. M. Kosslyn, e J. M. Hollerbach), Cambridge, MA: MIT Press, pp. 1-36.
- Braddon-Mitchell, D., e Jackson, F., 1997, *Philosophy of Mind and Cognition*, Oxford: Blackwell.
- Brooks R., 1981, 'Symbolic Reasoning among 3-D Models and 2-D Images', *Artificial Intelligence*, 17, 285-348.
- Burrough, P. A., e Frank, A. U. (a cura di), 1996, *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries*, London e Bristol, PA: Taylor and Francis.
- Casati, R., 1993, 'United Colors of Wittgenstein', *Sistemi Intelligenti*, 5, 316-21.
- 1995, 'Temporal Entities in Space', in *Time, Space and Movement: Meaning and Knowledge in the Sensible World. Proceedings of the 5th International Workshop* (a cura di P. Amsili, M. Borillo, e L. Vieu), Toulouse: COREP, Part D, pp. 66-78.
- 1998, 'Formal Maps', in *Proceedings of the Ontology and Cognition Conference*, Bielefeld, in corso di pubblicazione.
- Casati, R., e Dokic, J., 1994, *La philosophie du son*, Nîmes: Chambon.
- Casati, R., e Varzi, A. C., 1994, *Holes and Other Superficialities*, Cambridge, MA: MIT Press (Bradford Books), 1994; traduzione italiana di L. Sosio, *Buchi e altre superficialità*, Milano: Garzanti, 1996.
- 1995, 'Basic Issues in Spatial Representation', in *Proceedings of the 2nd World Conference on the Fundamentals of Artificial Intelligence* (a cura di M. De Glas e Z. Pawlak), Paris: Angkor, pp. 63-72.
- 1996a, 'The Structure of Spatial Location', *Philosophical Studies*, 82, 205-39.
- 1996b (a cura di), *Events*, Aldershot: Dartmouth.
- 1997, 'Spatial Entities', in *Spatial and Temporal Reasoning* (a cura di O. Stock), Dordrecht, Boston, e Londra: Kluwer, pp. 73-96.

- 1999, *Parts and Places. The Structure of Spatial Representation*, Cambridge, MA: MIT Press (Bradford Books).
- Cave, C. B., e Kosslyn, S. M., 1993, 'The Role of Parts and Spatial Relations in Object Identification', *Perception* 22, 229-248.
- Clarke, B. L., 1981, 'A Calculus of Individuals Based on "Connection"', *Notre Dame Journal of Formal Logic* 22, 204-18.
- Cohn, A. G., e Varzi, A. C., 1998, 'Connection Relations in Mereotopology', in *Proceedings of the 13th European Conference on Artificial Intelligence* (a cura di H. Prade) Chichester: John Wiley & Sons, pp. 150–54.
- Davidson, D., 1980, *Essays on Actions and Events*, Oxford: Oxford University Press; traduzione italiana di R. Brigati, *Azioni ed Eventi*, Bologna: Il Mulino, 1992.
- Davis, E., 1987, 'A Framework for Qualitative Reasoning about Solid Objects', in *Proceedings of the Workshop on Space Telerobotics* (a cura di in G. Rodriguez), Pasadena, CA: NASA/JPL, pp. 369-75.
- 1993, 'The Kinematics of Cutting Solid Objects', *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence* 9, 253–305.
- Fine, K., 1994, 'Compounds and Aggregates', *Noûs* 28, 137–58.
- Giaquinto, M., 1998, 'General Theorems from Specific Images', manoscritto.
- Gotts N. M., 1994, 'How Far Can We 'C'? Defining a 'Doughnut' Using Connection Alone', in *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Fourth International Conference* (a cura di J. Doyle, E. Sandewall, e P. Torasso), San Mateo (CA): Morgan Kaufmann, pp. 246-57.
- Gotts N. M., Gooday J. M., Cohn A. G., 1996, 'A Connection Based Approach to Common-Sense Topological Description and Reasoning', *The Monist* 79, 51–75.
- Hayes P. J., 1979, 'The Naive Physics Manifesto', in *Expert Systems in the Micro-Electronic Age* (a cura di D. Michie), Edinburgo: Edinburgh University Press, pp. 242-270.
- Herskovits A., 1986, *Language and Spatial Cognition. An Interdisciplinary Study of the Prepositions in English*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Herweg M., 1989, 'Ansätze zu einer semantischen Beschreibung topologischer Präpositionen', *Raumkonzepte in Verstehenprozessen* (a cura di C. Habel, M. Herweg, e K. Rehkämper), Tübingen: Niemeyer, pp. 99–127.
- Kim J., 1993, *Supervenience and Mind. Selected Philosophical Essays*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Leong, M.-K., 1994, *Towards a Semantics for a Visual Information System*, tesi di dottorato, Stanford University.
- Lemon, O., 1996, 'Semantical Foundations of Spatial Logics', in *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Fifth International Conference* (a cura di L. C. Aiello e S. Shapiro), San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, pp. 212–19.
- Lewis, D. K., 1991, *Parts of Classes*, Oxford: Basil Blackwell.
- Lowe, E. J., 1989, *Kinds of Being. A Study of Individuation, Identity and the Logic of Sortal Terms*, Oxford: Basil Blackwell.
- Marr D. e Nishihara H. K., 1977, 'Representation and Recognition of the Spatial Organization of Three-Dimensional Shapes', *Proceedings of the Royal Society*, B 200, 269-94.
- Pianesi, F., e Varzi, A. C., 1996a, 'Events, Topology, and Temporal Relations', *The Monist* 78, 89–116.

- Pianesi F., Varzi A. C., 1996b, 'Refining Temporal Reference in Event Structures', *Notre Dame Journal of Formal Logic* 37, 71-83.
- Pratt, I., 1993, 'Map Semantics', in *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS. Proceedings of the Second International Conference* (a cura di A. Frank e I. Campari), Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 77-91.
- Pylyshyn, Z., 1981, 'Imagery and Artificial Intelligence', in *Readings in the Philosophy of Psychology* (a cura di N. Block), Volume 2, Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 174-76.
- Quine, W. V. O., 1950, 'Identity, Ostension and Hyposthesis', *Journal of Philosophy*, 47, 621-33.
- Randell, D. A., e Cohn A. G., 1989, 'Modelling Topological and Metrical Properties in Physical Processes', in *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the First International Conference* (a cura di R. J. Brachman, H. J. Levesque e R. Reiter), Los Altos, CA: Morgan Kaufmann, pp. 357-368.
- Randell, D. A., Cui, Z., e Cohn, A. G., 1992a, 'An Interval Logic of Space Based on "Connection"', in *Proceedings of the 10th European Conference on Artificial Intelligence* (a cura di B. Neumann), Chichester: John Wiley & Sons, pp. 394-398.
- Randell, D. A., Cui Z., e Cohn, A. G., 1992b, 'Naive Topology: Modelling the Force Pump', in *Recent Advances in Qualitative Physics* (a cura di B. Faltings e P. Struss), Cambridge, MA: MIT Press, pp. 177-92.
- Rea, M., 1997, *Material Constitution. A Reader*, Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- Sedley, D., 1982, 'The Stoic Criterion of Identity', *Phronesis* 27, 255-75.
- Shepard, R. N., e J. Metzler, 1970, 'Mental Rotation of Three-Dimensional Objects', *Science* 171, 701-3.
- Shorter J. M., 1977, 'On Coinciding in Space and Time', *Philosophy* 52, 399-408.
- Simons, P. M., 1987, *Parts. A Study in Ontology*, Oxford: Clarendon Press.
- Smith B. and Varzi A. C., 1998, 'Fiat and Bona Fide Boundaries', *Philosophy and Phenomenological Research*, in corso di pubblicazione.
- Sorabji, R., 1988, *Matter, Space, and Motion. Theories in Antiquity and Their Sequel*, Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Thomson, J. J., 1998, 'The Statue and the Clay', *Noûs* 32, 149-73
- Thrower, N. J. W., 1996, *Maps and Civilization*, Chicago: Chicago University Press.
- Tye, M., 1990, 'Vague Objects', *Mind* 99, 535-557.
- 1991, *The Imagery Debate*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Vandeloise, C., 1986, *L'espace en français: sémantique des prépositions spatiales*, Paris: Seuil.
- 1994, 'Methodology and Analyses of the Preposition *in*', *Cognitive Linguistics* 5, 157-84.
- Van Inwagen, P., 1990, *Material Beings*, Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Varzi, A. C., 1994, 'On the Boundary Between Mereology and Topology', *Philosophy and the Cognitive Sciences* (a cura di R. Casati, B. Smith, e G. White), Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, pp. 423-42.
- 1996a, 'Parts, Wholes, and Part-Whole Relations: The Prospects of Mereotopology', *Data & Knowledge Engineering*, 20, 259-86.

- 1996b, 'Reasoning about Space: The Hole Story', *Logic and Logical Philosophy* 4, 3–39.
 - 1997, 'Boundaries, Continuity, and Contact', *Noûs*, 31, 1–33.
 - 1998a, 'Basic Problems of Mereotopology', in *Formal Ontology in Information Systems* (a cura di N. Guarino), Amsterdam e Oxford: IOS Press, in corso di stampa.
 - 1998b, 'Mereological Minimalism', manoscritto.
- Whitehead, A. N., 1920, *The Concept of Nature*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 1929, *Process and Reality. An Essay in Cosmology*, Cambridge: Cambridge University Press.

Siamo grati a Massimiliano Carrara e a un lettore di *Sistemi Intelligenti* per utili osservazioni su una prima versione di questo testo.