

[Pubblicato in *Sapere* 63:2 (1997), 38–43]

## Perché i buchi sono importanti: problemi di rappresentazione spaziale

Roberto Casati

CNRS, Seminaire d'Epistémologie Comparative, Aix-en-Provence

Achille C. Varzi

Department of Philosophy, Columbia University, New York

Le relazioni spaziali tra gli oggetti che ci circondano nel nostro microcosmo quotidiano o nel macroambiente delle posizioni geografiche e le proprietà spaziali di tali oggetti, come forma e dimensione, sono un soggetto di ricerca privilegiato per quei settori delle scienze cognitive che mirano a rappresentare fedelmente le competenze degli agenti umani. Gran parte del nostro comportamento è descrivibile in termini spaziali: pianifichiamo azioni, cerchiamo di eseguirle secondo i nostri piani (eventualmente superando ostacoli imprevisti), ne controlliamo lo svolgimento attraverso un sofisticato sistema percettivo che, evidentemente, dispone di una componente non secondaria per la rappresentazione spaziale e il riconoscimento delle forme. Questi comportamenti spesso sono coadiuvati da ragionamenti e deduzioni («Se Paolo è a destra di Matteo e a sinistra di Holly, allora Holly è a destra di Matteo», «Se il cucchiaino è nella tazza e la tazza è nella credenza, il cucchiaino è nella credenza»). La stessa interpretazione del linguaggio naturale richiede un'adeguata semantica per le espressioni spaziali, presenti non solo nel lessico ma anche, significativamente, nel sistema delle preposizioni (“in”, “su”, “tra”). Allorché quindi si cerca di rendere esplicito questo complesso sistema di competenze, si vorrebbe—idealmente—fondere le diverse componenti (pianificazione, azione, percezione, ragionamento deduttivo, linguaggio naturale) in un quadro unitario e armonico. Se ci si chiede di accertare se il cucchiaino è nella credenza, abbiamo bisogno di *comprendere* quello che ci vien chiesto, di *progettare* un'azione di verifica, di *osservare* una certa relazione spaziale, di *inferire* una certa conclusione, e il contenuto di queste diverse competenze deve poter fluire dall'una all'altra attività mantenendosi (abbastanza) invariato.

Naturalmente i contributi al progetto di una rappresentazione adeguata delle competenze spaziali vengono da settori diversi e spesso di difficile armonizzazione—logica, matematica, filosofia, psicologia della percezione, neurofisiologia, semantica (vedi l'ampia selezione di contributi in [10]). E il lavoro si disperde inevitabilmente nel

tentativo di risolvere problemi specifici (ad esempio, il problema di trovare una semantica per la proposizione “in”), perdendo di vista i contorni del progetto generale. Ora, questo non è necessariamente uno svantaggio. Anche se è forse lontano il momento in cui potremo dialogare con un agente artificiale sensibile agli ordini impartitigli in linguaggio naturale e capace di eseguirli su un terreno accidentato («Caddie, si faccia trovare tra tre minuti alla buca #14»), è anche vero che la realizzazione di questi agenti sarà molto verosimilmente il risultato di una interazione abbastanza anarchica tra i settori della ricerca che si occupano delle diverse competenze in questione. Al tempo stesso vale la pena, di tanto in tanto, fare una pausa e vedere sino a che punto un singolo problema può venir trattato in tutti i suoi aspetti—psicologico, semantico, computazionale, e via dicendo.

Per un filosofo (o per due filosofi) l’interesse di questo indirizzo di ricerca è veramente grande. Da un lato, c’è la speranza di poter contribuire a un seppur piccolo progresso nelle scienze cognitive. D’altro lato, la moltiplicazione delle ricerche e dei risultati mette di fronte a nuovi concetti e oggetti d’indagine che non possono sottrarsi all’analisi filosofica. In particolare, l’anarchia metodologica che sembra contraddistinguere questa fase della ricerca nelle scienze cognitive ha messo al mondo (o in taluni casi riesumato) un certo numero di entità la cui natura e la cui stessa esistenza può sembrare sospetta al filosofo—entità come *operazioni*, *concetti*, *rappresentazioni*, entità come *quantità* e *regioni di spazio*, cui fanno pacificamente riferimento alcune fra le teorie più comuni di rappresentazione della conoscenza. Cercare di conciliare questa lussureggiante proliferazione di entità con la sobrietà un po’ ascetica della filosofia è una sfida affascinante alla quale è difficile resistere.

Non si tratta di un esercizio fine a se stesso. Mostrando che dobbiamo tener sempre presente la possibilità di una ontologia più povera di quella suggerita da un certo modello, lasciamo anche la porta aperta a una semplificazione di quel modello e a una sua più semplice armonizzazione con altri modelli provenienti da altri settori della ricerca. Ne potrà derivare, inoltre, un significativo alleggerimento sul piano della complessità computazionale. Pensiamo ai recenti lavori di fisica naïve (la fisica naïve studia, e cerca di sistematizzare, le opinioni ingenuie di ciascuno di noi, e a volte anche dei fisici accademici, riguardo al comportamento degli oggetti fisici; opinioni che a volte divergono in modo radicale dalla corretta rappresentazione dei fatti [22]). Qualche tempo fa, per esempio, ci siamo imbattuti in uno studio sul movimento di una biglia lasciata cadere in un imbuto [9]: l’autore proponeva 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 la nostra tendenza alla parsimonia ontologica ci porti a fraintendere la natura di tale abbondanza, che noi attribuiamo a una scelta mal ponderata delle categorie primitive. Ma al di là della con-

siderazione filosofica, ci pare indiscutibile che per quella strada si arriverebbe ben presto a superare i termini inizialmente stimati dallo stesso Pat Hayes nel suo “Manifesto della Fisica Naive” [14], per il quale una teoria ragionevolmente completa del mondo ordinario richiederebbe tra i diecimila e i centomila predicati assiomatizzati. L’intero programma correrebbe così il rischio di venir meno a uno dei suoi presupposti principali: la maneggevolezza computazionale, appunto.

Vorremmo provare ad illustrare questo delicato punto riferendoci direttamente a un esempio che abbiamo studiato con una certa pazienza—i buchi [3]. In breve: i buchi sembrano appartenere alla nostra vita quotidiana almeno tanto quanto il groviera. Ma esistono? E se sì, di cosa sono fatti? In che relazione stanno col groviera? Come si rapportano alle altre entità cui intendiamo riservare un posto di diritto nel nostro prontuario di specie e generi ontologici?

Il problema è relativamente circoscritto, e tuttavia sufficientemente complesso da meritare un’analisi dettagliata. Si tratta, tra l’altro, di un caso paradigmatico a più d’un titolo per le sue implicazioni filosofiche e cognitive nella rappresentazione spaziale. Molte delle operazioni che effettuiamo nello spazio hanno a che fare, in un modo o nell’altro, con buchi di tutti i tipi. Vi nascondiamo dentro delle cose, ve ne facciamo passare attraverso delle altre, li riempiamo, li svuotiamo, li usiamo per tener fissi certi oggetti, e via dicendo. In molti casi, il concetto stesso che abbiamo di determinati oggetti—come i colapasta o lo stesso groviera—sembra il concetto di qualcosa che è intrinsecamente buco. D’altro canto, i buchi costituiscono un perfetto esempio di entità che i filosofi hanno cercato di espellere dall’elenco degli oggetti che fanno parte del mondo [15, 17]. Da espellere, per esempio, seguendo una strategia che potremmo chiamare di “eliminativismo aggettivale”: provando cioè a dimostrare che ogni descrizione del mondo che fa riferimento implicito o esplicito a questi *entia non grata* («C’è un buco in quel pezzo di formaggio») può essere parafrasata con pari potere espressivo da una descrizione che non vi fa riferimento («Quel pezzo di formaggio è *bucato*»). Si tratta di una strategia abbastanza comune, nelle sue linee generali, a molte forme di non-realismo. E nel caso dei buchi sembra suggerirsi da sola.

Come in molti altri casi, un problema filosofico si ramifica molto velocemente in sottoproblemi, e una qualche soluzione parziale rischia di ripercuotersi su settori assai disparati dell’indagine. Il filosofo purista deve per esempio spiegarci com’è possibile che un mondo intrinsecamente privo di buchi possa far sì che i nostri sistemi cognitivi lo rappresentino come intrinsecamente pieno di buchi (se così si può dire). Da dove nasce l’erronea rappresentazione di qualcosa come *avente un buco*? (Il filosofo confuso a questo punto dirà che buchi *non sono altro che* rappresentazioni, proiettando così illecitamente sull’ontologia una caratteristica del sistema cognitivo. Vedi il dibattito sui colori svoltosi qualche tempo fa sulle pagine di *Sistemi Intelligenti* [2, 11–12]).

Nel trattare questo settore della rappresentazione delle competenze spaziali, in *Buchi* abbiamo deciso di prendere le distanze dal filosofo purista e di assumere appieno la responsabilità di assegnare ai buchi una dignità metafisica. In questo naturalmente ci allineiamo sulle posizioni del senso comune, per cui i buchi sono entità individuali—per quanto strane—al pari dei tavoli e delle sedie. È un atteggiamento ben diverso da quello che possiamo assumere ad esempio nei confronti di entità astratte come numeri o insiemi, nei cui confronti pure possiamo ritenere opportuno favorire una posizione di realismo (ancorché condizionale—per esempio al fine di semplificare o rendere più elegante il nostro sistema di rappresentazione). I buchi sembrano entrare nel nostro mondo con la massima naturalezza, perché se esistono sono localizzati spaziotemporalmente, nascono, crescono, muoiono. In breve: i buchi hanno un *curriculum vitae* come tutti gli individui che si rispettino.

Detto questo, la tesi su cui abbiamo lavorato è che i buchi siano oggetti immateriali, fatti di spazio, dotati di forma e dimensione e suscettibili di movimento, e la cui proprietà costitutiva è la riempibilità. Dall'assunzione che i buchi sono oggetti immateriali segue che la loro identità è un fattore estrinseco; di fatto, essa dipende dall'oggetto che ospita il buco. (I buchi sono dei parassiti, per così dire, entità incapaci di vita autonoma.) Dall'assunzione della costituzione spaziale dei buchi segue che essi posseggono una struttura descrivibile in termini di relazioni parte-tutto. Forma, dimensione e riempibilità sono elementi che contribuiscono inoltre a fornire una classificazione dei buchi in tre categorie principali: incavi superficiali, fori, e cavità interne. E un risultato non secondario consiste precisamente nell'aver mostrato che, a voler accettare sino in fondo il nostro impegno ontologico sui buchi, si riesce a render conto in maniera uniforme della tesi del senso comune secondo cui queste tre classi formano tre specie di un unico genere: i buchi *sono* incavi, fori, cavità. Si tratta di un risultato relativamente tecnico, ma la cui portata è molto ampia. È qui infatti che cominciano ad apparire i primi vantaggi derivati dell'approccio realista nei confronti di quello eliminativista. Senza entrare nei dettagli dell'argomentazione, diciamo semplicemente che è impossibile ottenere un risultato analogo se ci si confina all'oggetto che ospita il buco (come vorrebbe il filosofo purista—l'eliminativista aggettivale di poc'anzi—o il matematico affrettato): non si può distinguere, in topologia elementare, un oggetto con un incavo da un oggetto senza incavo; ma è del tutto elementare farlo accettando la riempibilità come proprietà costitutiva dei buchi. Così facendo infatti si sposta l'attenzione dall'oggetto ospite e dalle sue proprietà topologiche al possibile riempimento dell'oggetto—a quel corpo ideale che si adatta perfettamente all'ospite, in tutto e per tutto simile al buco fatta salva la sua materialità (e conseguentemente la sua impenetrabilità). Per così dire, ci si mette a pensare in negativo. E proprio le proprietà topologiche dei riempimento e le sue interazioni con l'oggetto ospite diventano essenziali per la classificazione dei buchi.

Ci siamo dilungati sull'esempio per mostrare quanto anche un problema apparentemente semplice o secondario come quello dei buchi possa subito ramificarsi in un complesso sistema di connessioni concettuali ed esplicative. Il nostro progetto è caratterizzato, come abbiamo detto, da alcune prese di posizione: in particolare l'aver assunto che i buchi esistono e hanno certe proprietà. Ma la riuscita del progetto si misura sulla capacità classificatoria e predittiva della teoria che ne risulta (nonché, vorremmo aggiungere, dalla sua eleganza).

È peraltro importante precisare che molti di questi problemi dipendono a loro volta (e in misura sostanziale) dal grado di stilizzazione con cui affrontiamo il più ampio tema della rappresentazione delle competenze spaziali da cui siamo partiti. Se diamo un'occhiata ai contributi sviluppati per esempio nell'ambito dell'intelligenza artificiale in questi ultimi anni, notiamo subito una certa tendenza ad affrontare la questione sulla base di un'ontologia molto schematizzata e provvisoria. Il precursore va forse individuato in Bowman Clarke, che riprendendo alcuni suggerimenti di Whitehead [27] presentò qualche anno fa una variante del calcolo degli individui basato su relazioni topologiche definite su un dominio di regioni spaziali [7–8]. Il calcolo è stato poi sviluppato ampiamente da vari autori, con applicazioni ad esempio nel campo della fisica naive [20–21] o dell'elaborazione del linguaggio naturale, soprattutto con riferimento alla semantica delle preposizioni spaziali [1]. Ebbene, tutti questi lavori condividono un'importante caratteristica, che potremmo riassumere così: la rappresentazione e il ragionamento spaziale si riferiscono sempre a un dominio *costituito da* regioni di spazio, non da individui *residenti in* regioni di spazio. (Una situazione analoga si riscontra nel campo del ragionamento temporale, dove si è più o meno consapevolmente venuti operando sulla base dell'assunzione che tutto quanto possa ridursi a una faccenda di intervalli—e fors'anche istanti—anziché eventi ed accadimenti veri e propri.) Ora è chiaro che questa semplificazione può avere conseguenze molto rilevanti. Se ci limitiamo a un mondo così semplificato, i nostri buchi perdono la loro caratteristica fondamentale—la riempibilità, e più in generale la compenetrabilità da parte di altri individui—e diventano assolutamente indistinguibili dalle altre categorie di entità ammesse. Diventa allora banale eliminarli, o comunque ridurne la complessità concettuale. (Il lavoro di Nick Gotts [13] su come semplificare la nostra tripartizione di incavi, fori, e cavità è abbastanza indicativo di questo stato di cose.) Ma è parimenti evidente che il risultato sarà un modello molto piatto, e quindi, in ultima analisi, applicabile solamente entro limiti ben precisi.

Né si tratta solo di una questione filosofica. Procedendo con eccessiva confidenza si corre il rischio di perdere di vista importanti distinzioni sul piano degli stessi strumenti di rappresentazione [4–6]. Prendiamo ad esempio il delicato problema del confine tra mereologia (lo studio delle relazioni tra le parti e l'intero) e topologia (intesa come studio delle relazioni qualitative di connessione e compattezza) [24–26]. Il riferi-

mento alla mereologia in luogo della più tradizionale teoria degli insiemi può ormai considerarsi una strategia sufficientemente consolidata per la rappresentazione della conoscenza e del senso comune (con applicazioni che spaziano dall'analisi dei tempi verbali sino alla rappresentazione dell'azione e al cosiddetto "planning". Allo stesso tempo, 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 contenimento, esclusione, tangenza, ecc.). In entrambi i casi, il ricorso alla topologia si presenta come un passo necessario e meritevole di indagine approfondita. Ebbene, l'approccio riduzionistico cui facevamo riferimento sopra tende ad andare oltre, promuovendo una vera e propria sussunzione della mereologia nell'ambito della stessa topologia. In sostanza, una cosa (=regione) risulta parte di un'altra esattamente quando ogni cosa (=regione) che è topologicamente connessa alla prima è topologicamente connessa alla seconda. Il che significa che la relazione mereologica fondamentale di *parte* risulta definibile nei termini della relazione topologica di *connessione*. Ora, *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 aggiungere: la riduzione della mereologia alla topologia rappresenta un'importante semplificazione concettuale. Se però vogliamo prendere sul serio entità di natura diversa, più vicine al senso comune, allora la situazione cambia radicalmente. O cerchiamo di ridurre queste altre entità—tutte le entità—alle regioni spaziali da esse occupate, o insistiamo che la topologia delle regioni è davvero tutto quello che ci serve, nel senso che gli stessi principi si applicano in ultima analisi anche a entità di natura diversa. Ebbene entrambe le opzioni ci sembrano inadeguate, salvo forse per rappresentazioni del tutto particolari e *ad hoc*. E non ci serve scomodare gli evanescenti cherubini di David Lewis [16], perennemente danzanti in perfetta sovrapposizione sulla punta di uno spillo («Ad ogni istante, ciascuno occupa la stessa regione dell'altro; e tuttavia essi costituiscono due parti ben distinte del complessivo contenuto angelico delle regioni da essi condivise»). È sufficiente pensare al nostro mondo in cui anche ai buchi viene riconosciuta dignità individuale. Un oggetto può essere posizionato completamente all'interno di un buco, ed essere quindi totalmente connesso con esso, senza con ciò essere una sua parte. Certo non si dirà che il buco si restringe ai lati per lasciar posto all'oggetto. La *regione* occupata dall'oggetto è parte della regione occupata dal buco. Ma tant'è. I buchi sono immateriali, *ergo* compenetrabili—punto e a capo. Una teoria che non consenta di tener conto di queste distinzioni sarà una teoria non solo più povera, ma incorporerà

delle semplificazioni concettuali assolutamente fuorvianti. (Questo significa, fra le altre cose, che la possibilità di estendere la teoria a domini limitrofi potrebbe risentirne. Per esempio, una teoria degli eventi che riduca la mereologia alla topologia, schiacciando ogni evento sull'intervallo o istante di tempo da esso occupato, avrà come conseguenza la coincidenza di tutti gli eventi contemporanei, mentre una teoria che distingua opportunamente le due nozioni risulterà ben più potente sul piano espressivo [18–19]).

Con tutto ciò, la definizione di un corretto rapporto tra mereologia e topologia (nell'accezione qualitativa alla quale abbiamo fatto riferimento) ci sembra un primo importante passo verso un'adeguata rappresentazione del complesso sistema di competenze spaziali con cui un agente intelligente organizza la propria interazione con l'ambiente. Non è, naturalmente, l'ultimo, e nemmeno può ritenersi soddisfacente se non per scopi molto limitati. Per esempio, abbiamo già accennato che né la topologia né tantomeno la mereologia consentono di cogliere appieno certe fondamentali distinzioni tassonomiche. La topologia consente di distinguere un oggetto forato (toro) da un oggetto senza fori (sfera), ma rimane assolutamente cieca dinnanzi a un oggetto caratterizzato da un buco superficiale. Topologicamente, le deformazioni superficiali sono banalmente eliminabili, e occorrerà un vero e proprio salto nella morfologia—nella teoria delle forme e delle discontinuità qualitative—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. E occorrerà un salto nella dinamica per poter cominciare davvero a parlare di comportamento nello spazio.

Ci sembra che il lavoro da fare sia veramente molto. Ma riteniamo anche di poter sottolineare che molto del lavoro richiede, al suo livello più elementare (quello delle relazioni spaziali e delle relazioni tra gli oggetti o gli eventi e lo spazio in cui essi sono situati), un contributo di analisi sui concetti utilizzati. Nonostante l'anarchia metodologica e le sue virtù, questo contributo sembra rientrare in un campo in cui i filosofi—crediamo—hanno ancora molto da dire.

Nota. Una versione preliminare di questo testo è apparsa nel bollettino dell'Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (*AI\*IA Notizie*, 7:3 (1994), 18-21), che ringraziamo per averci consentito di attingervi.

#### RIFERIMENTI

- [1] Aurnague M., Vieu L., '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. Wibel), Berlino: Mouton de Gruyter, 1993, pp. 393-439.
- [2] Casati R., 'United Colors of Wittgenstein', *Sistemi Intelligenti*, 5 (1993), 316-21.

- [3] Casati R., Varzi A. C., *Holes and Other Superficialities*, Cambridge (MA) e Londra: MIT Press (Bradford Books), 1994; traduzione italiana di L. Sosio, *Buchi e altre superficialità*, Milano: Garzanti, 1996.
- [4] Casati R., Varzi A. C., '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), Parigi: Angkor, 1995, pp. 63–72.
- [5] Casati R., Varzi A. C., 'The Structure of Spatial Localization', *Philosophical Studies* 82:2 (1996), 205-39.
- [6] Casati R., Varzi A. C., 'Spatial Entities', in *Spatial and Temporal Reasoning* (a cura di O. Stock), Dordrecht, Boston, e Londra: Kluwer, in corso di stampa.
- [7] Clarke B. L., 'A Calculus of Individuals Based on "Connection"', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 22 (1981), 204-18.
- [8] Clarke B. L., 'Individuals and Points', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 26 (1985), 61-75.
- [9] Davis E., 'A Framework for Qualitative Reasoning About Solid Objects', in *Proceedings of the Workshop on Space Telerobotics* (a cura di G. Rodriguez), Pasadena (CA): NASA/JPL, 1987, pp. 369-375.
- [10] Eilan N., McCarthy R., Brewer B. (a cura di), *Spatial Representation. Problems in Philosophy and Psychology*, Oxford e Cambridge (MA): Blackwell, 1993.
- [11] Gerbino W., 'United Colors of Descartes', *Sistemi Intelligenti*, 4 (1992), 489-94.
- [12] Gerbino W., 'Luci, ombre e sfumature. Replica a Casati', *Sistemi Intelligenti*, 5 (1993), 472-77.
- [13] Gotts N. M., '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, 1994, pp. 246-57.
- [14] Hayes P. J., 'The Naive Physics Manifesto', in *Expert Systems in the Micro-Electronic Age* (a cura di D. Michie), Edinburgo: Edinburgh University Press, 1979, pp. 242-270.
- [15] Jackson F., *Perception. A Representative Theory*, Cambridge: Cambridge University Press, 1977.
- [16] Lewis D. K., *Parts of Classes*, Oxford: Basil Blackwell, 1991.
- [17] Lewis D. K., Lewis S. R., 'Holes', *Australasian Journal of Philosophy*, 48 (1970), 206-212.
- [18] Pianesi F., Varzi A. C., 'Events, Topology, and Temporal Relations', *The Monist*, 78:1 (1996), 89–116.
- [19] Pianesi F., Varzi A. C., 'Refining Temporal Reference in Event Structures', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 37:1 (1996), 71-83.
- [20] Randell D. A., Cohn A. G., 'A Spatial Logic Based on Regions and Connections', in *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Third International Conference* (a cura di B. Nebel, C. Rich, e W. Swartout), Los Altos (CA): Morgan Kaufmann, 1992, pp. 165-76.
- [21] Randell D. A., Cohn A. G., 'Naive Topology: Modelling the Force Pump', in *Recent Advances in Qualitative Physics* (a cura di B. Faltings, e P. Struss), Cambridge (MA), e Londra: MIT Press, 1992, pp. 177-92.
- [22] Smith B., Casati R., 'Naive Physics: An Essay in Ontology', *Philosophical Psychology*, 7 (1994), 227-47.

- [23] Varzi A. C., 'Spatial Reasoning in a Holey World', in *Advances in Artificial Intelligence* (a cura di P. Torasso), Berlino e Heidelberg: Springer-Verlag, 1993, pp. 326-336.
- [24] Varzi A. C., 'On the Boundary Between Mereology and Topology', in *Philosophy and the Cognitive Sciences* (a cura di R. Casati, B. Smith, e G. White), Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, 1994, pp. 423-442.
- [25] Varzi A. C., 'Parts, Wholes, and Part-Whole Relations: The Prospects of Mereotopology', *Data & Knowledge Engineering*, 20:3 (1996), 259-86.
- [26] Varzi A. C., 'Boundaries, Continuity, and Contact', *Noûs*, 31:1 (1996), 1-33.
- [27] Whitehead A. N., *Process and Reality*, New York: Macmillan, 1929; traduzione italiana di N. Bosco, *Il processo e la realtà*, Milano: Il Saggiatore, 1965.