Patrocinata dal 2011 dalla
Società Italiana di Filosofia Analitica

ISSN 2037-4445
http://www.rifanalitica.it

Rivista Italiana di Filosofia Analitica Junior 9:1 (2018)

Alcune considerazioni sulla possibilità metafisica dei supercompiti

Matteo Casarosa

Abstract. In questo articolo viene descritto un nuovo supercompito e viene difesa un'argomentazione atta a mostrare che esso è metafisicamente impossibile. Vengono considerate ed oppugnate alcune obiezioni alla suddetta argomentazione. Nel rispondere alle obiezioni, viene sviluppato un confronto tra questo supercompito ed altri già presenti nella letteratura, e vengono sottolineate alcune analogie. La conclusione è che anche tali supercompiti sono metafisicamente impossibili. In accordo con questa linea argomentativa, vengono sviluppate alcune considerazioni a favore della conclusione che il supercompito descritto in questo articolo pone delle difficoltà per la possibilità metafisica dei supercompiti in generale.

Keywords. Supercompiti, Paradosso di Littlewood-Ross, Topologia, Ricettacoli, Filosofia del tempo.

Copyright. 2018 Matteo Casarosa. Pubblicato in Italia. Alcuni diritti riservati. **Autore**. Matteo Casarosa, m.casarosa3@studenti.unipi.it.
Ricevuto. 3 Gennaio 2018. **Accettato**. 1 Luglio 2018.

1 Introduzione

I supercompiti sono processi fisici aventi un numero infinito di passaggi successivi e compientisi in un tempo finito[1]. Il tema dei supercompiti è profondamente legato ad altre questioni come quella della discretezza o continuità del tempo[2]: ad esempio, la possibilità di un numero infinito di stati successivi in un tempo finito richiede un numero infinito di istanti in un tempo finito. Il tema dei supercompiti ha quindi grande rilevanza sia in filosofia della fisica che in metafisica.

I primi esempi di supercompiti descritti nella filosofia occidentale paiono essere alcuni scenari appartenenti alla collezione dei paradossi di Zenone, come quello di Achille e della tartaruga. Per una discussione più approfondita di simili scenari bisognerà aspettare la filosofia del novecento.

Nel 1954, il filosofo inglese J. F. Thomson propose un esperimento mentale, detto della Lampada di Thomson, volto a negare la possibilità metafisica dei supercompiti. Thomson chiedeva di immaginare una lampada che possa essere accesa o spenta, ed il cui stato venga cambiato dopo un certo lasso di tempo, poi nuovamente dopo metà del tempo precedente, poi dopo un quarto, e così via *ad infinitum*[3]. L'intero processo terminerebbe dopo un tempo doppio rispetto a quello del primo passaggio, e vi sarebbero infiniti cambi di stato. L'idea di Thomson è che in una situazione del genere lo stato finale della lampada sembra essere indeterminato, situazione che il filosofo in questione rigetta come assurda.

La letteratura successiva ha trovato inefficaci simili argomenti, principalmente perché lo scenario descritto da Thomson è parso a molti come vago ed indeterminato nella sua stessa formulazione, e si è generalmente creduto che l'indeterminatezza della conclusione sia soltanto un risultato di quella della formulazione[4]. Per cercare di superare tale indeterminatezza, Earman (1996), ad esempio, hanno proposto uno scenario in cui l'accensione della lampada dipende dal contatto con un pavimento di una palla rimbalzante. Dispersa completamente in calore la propria energia dopo infiniti rimbalzi progressivamente più brevi, la palla si arresterà sul pavimento, lasciando la lampada accesa. L'indeterminazione dello scenario iniziale scompare.

In tempi recenti, la discussione dei supercompiti si è allontanata dal terreno prettamente metafisico scivolando nel campo della filosofia della fisica, all'interno del quale è stata principalmente la loro possibilità fisica[5], e non metafisi-

[1] Manchak e Roberts (2016).

[2] Per una breve discussione generale della topologia del tempo si veda ad esempio Markosian (2016).

[3] Thomson (1954).

[4] Benacerraf (1962).

[5] Generalmente accettata: si veda Romero (2014); per un'eccezione si veda Burke (2000).

ca[6], ad essere oggetto di dibattito.

In questo articolo cerco di evidenziare una difficoltà per la possibilità metafisica dei supercompiti dando un esempio di supercompito metafisicamente impossibile. L'articolo continua con una lista di possibili obiezioni che un oppositore potrebbe porre ed una risposta ad ognuna di esse. Nel rispondere ad alcune delle possibili obiezioni, colgo l'occasione di sottolineare alcune analogie tra questo nuovo supercompito ed altri già presenti nella letteratura, come quello di Littlewood-Ross. Vi è infine una sezione nella quale discuto ulteriormente i legami tra il supercompito descritto in questo articolo ed altri supercompiti, oltre ad evidenziare dei legami tra alcune caratteristiche di questo particolare supercompito ed alcuni elementi costitutivi della definizione stessa di supercompito, ponendo così una difficoltà per la possibilità metafisica dei supercompiti in generale.

2 Il supercompito

Si consideri un macchinario contenente una quantità $\aleph_0$ di mattoni numerati. Il processo eseguito dal macchinario è il seguente: esso seleziona tra i mattoni quello numerato con il numero 0, eventualmente lo deforma o raschia per dargli un'altezza di mezzo metro e lo pone a terra all'istante $t = 0$. Successivamente fa la stessa cosa con il mattone numerato con il numero 1 rendendolo alto un quarto di metro, e lo impila a parallelepipedo sopra il primo all'istante $t = 0.5$ secondi; prende il mattone 2, lo rende alto un ottavo di metro e lo impila all'istante $t = 0.75$, e così via *ad infinitum*.

A questo punto ci si chieda quale sarà la situazione al termine del supercompito, ovvero a $t = 1$ secondi. La mia risposta è che si avrebbe una pila di mattoni alta un metro, che esporrebbe come sua faccia superiore, una delle facce di uno degli infiniti mattoni che lo compongono. Questa affermazione può essere motivata come segue.

Scelgo di suddividere la mia linea argomentativa in due parti, inframezzate da un commento. In questo come in altri argomenti che compariranno in seguito nell'articolo le premesse sono indicate con una "P" e le deduzioni da una "D".

Chiamando "S" il supercompito in questione si ha:

1P) Al termine di S viene a prodursi una pila di altezza finita.

2P) Una pila di altezza finita costruita impilando mattoni come in S ha una faccia superiore.

3P) La faccia superiore di una pila costruita impilando mattoni come in S è faccia superiore di uno dei mattoni che compongono la pila.

[6] Generalmente accettata; per un'eccezione si vedano Gwiazda (2012) e Groarke (1982).

1D) (Da 1P & 2P). La pila risultante alla fine di S ha una faccia superiore.

2D) (Da 1D & 3P). La pila risultante alla fine di S espone come faccia superiore una faccia di uno dei mattoni che la compongono.

Ma la proposizione 2D sembra assurda; infatti, qualunque sia il mattone emergente, esso sarà numerato con un numero naturale n, ma con qualunque numero naturale n esso sia numerato, ciò implicherebbe che tale mattone sia stato impilato dalla macchina al passaggio n-esimo del supercompito, per essere poi coperto dal mattone numero $n+1$, da quello numero $n+2$, e dagli infiniti seguenti. Si ha perciò una contraddizione: deve esserci un mattone emergente che mostra la sua faccia in cima alla pila, ma un qualsiasi siffatto mattone sarebbe numerato con un numero naturale, e come tale uscirebbe all'n-esimo passaggio e sarebbe poi coperto da infiniti altri successivi, così da non poter mostrare la propria faccia. Il fatto che questo supercompito abbia implicazioni contraddittorie, viene usato come *reductio ad absurdum* contro la possibilità stessa del supercompito.

Questa seconda parte dell'argomento può essere strutturata nel seguente modo:

4P) Ogni mattone viene coperto dai mattoni numerati con numeri naturali maggiori.

5P) Se un mattone è coperto da altri mattoni non può esporre la propria faccia in cima alla pila finale.

3D) (Da 4P & 5P). Nessun mattone espone la propria faccia in cima alla pila.

4D) (Da 2D & 3D). Contraddizione.

Le premesse 1P e 2P sono motivate a partire da considerazione matematiche e geometriche, la 3P può essere motivata a partire da considerazioni mereologiche, 4P e 5P derivano direttamente dalla descrizione fisica del supercompito.

3 Obiezioni e possibili risposte

1 Tutto l'argomento si basa proprio sull'idea che ci sia un ultimo mattone della pila, che alla fine sarà visibile alla sommità della stessa. Ma questo è falso, proprio alla luce del modo in cui il supercompito è definito. La conseguenza contraddittoria, dunque, è il risultato di una assunzione che, per quanto intuitivamente plausibile, rappresenta una esplicita contraddizione della descrizione stessa del supercompito, e quindi non può essere usata per argomentare contro la possibilità di quest'ultimo, perché si tratterebbe di una forma di ragionamento circolare.

R.1 Nell'argomento non si sostiene direttamente l'esistenza di un *ultimo* mattone, bensì di un mattone *emergente*. Con "mattone emergente" deve intendersi un mattone che al termine del supercompito si trova collocato sopra a tutti gli altri, mentre con l'espressione "ultimo mattone" deve intendersi un mattone che viene aggiunto alla pila dopo tutti gli altri. Dal fatto che la prima definizione è in termini spaziali mentre la seconda è in termini temporali, dovrebbe essere chiaro che le due espressioni non hanno lo stesso significato, né segue soltanto da queste definizioni che un blocco emergente debba essere anche un ultimo blocco. Quindi, argomentare a partire da alcune ulteriori premesse che un blocco emergente dovrebbe essere anche blocco finale non è un caso di ragionamento circolare. Inoltre, la stessa esistenza di un blocco emergente non è assunta come premessa, ma dedotta da alcune plausibili premesse.

2 La premessa 1 non è efficacemente difendibile, ed in particolare la prima difesa che di essa verrebbe da addurre prevede un passaggio immotivato da un infinito potenziale ad uno attuale. Più precisamente, non è detto che solo poiché la serie delle lunghezze dei mattoni converge ad un metro allora a $t = 1$ secondi la pila sarà alta un metro: infatti una serie non è altro che un limite, ma nulla impone che la funzione $A(t)$, che indica l'altezza della pila in funzione del tempo, valga in 1 secondi quanto il suo limite in quel punto; la funzione potrebbe infatti presentare una discontinuità in corrispondenza del valore 1 secondi. In effetti, nella letteratura sono già presenti supercompiti come quello di Littlewood-Ross[7], che prevedono delle discontinuità simili. Se la pila, pur avendo lunghezza tendente ad 1 metro per t che tende 1 secondi assumesse lunghezza infinita in $t = 1$ secondi, allora non ci sarebbe più un mattone emergente, e l'intero argomento cadrebbe.

R.2 Si può confutare l'obiezione nel modo seguente.

Come fatto poco fa, indichiamo con $A(t)$ la funzione che indica la lunghezza (altezza) della pila in funzione dell'istante t. Inoltre indicheremo gli istanti in base al tempo trascorso dall'inizio del supercompito, sottintendendo come unità di misura i secondi.

1aP) Se esiste una lunghezza $l > 0$ tale che per ogni istante $x < 1$ vale $A(x) + l < A(1)$ allora la pila subisce un allungamento istantaneo di lunghezza almeno l all'istante 1.

2aP) Se la pila è infinitamente lunga all'istante 1 allora esiste una lunghezza $l > 0$ tale che per ogni istante $x < 1$ vale $A(x) + l < A(1)$.

3aD) (Da 1aP & 2aP). Se la pila è infinitamente lunga all'istante 1 allora essa subisce un allungamento istantaneo all'istante 1.

[7] Si vedano a proposito Littlewood (1953) e Ross (1988).

4aP) Per ogni allungamento istantaneo della pila si ha che esso avviene in un istante strettamente precedente a 1.

5aD) (Da 3aD & 4aP). La pila non è infinitamente lunga all'istante 1.

La premessa 1a segue dal significato stesso di "allungamento istantantaneo" cioè un aumento di lunghezza che avviene in un certo istante, facendo sì che ad un certo istante un oggetto sia più lungo di una certa misura rispetto a quanto era in ogni istante precedente. La premessa 2a si giustifica su basi puramente matematiche, considerando che la pila ha effettivamente lunghezza finita per ogni istante precedente a 1. La premessa 4a, infine, deriva dalla descrizione del supercompito, la quale prevede che tutti i mattoni vengano aggiunti in istanti precedenti l'istante finale del processo.

Si osservi che la considerazione fatta qui per il supercompito S può essere applicata anche al paradosso di Littlewood-Ross. Infatti, poiché nel paradosso il contenitore contiene un numero non nullo di palline in ogni stato del supercompito precedente alla sua supposta conclusione, e nell'istante finale del supercompito esso è vuoto, bisogna affermare che esso perde istantaneamente un certo numero di palline nell'istante finale. Ma per come è descritto il supercompito, ogni variazione nel numero di palline contenute avviene in un istante strettamente precedente a quello finale, e nell'istante finale del supercompito non avviene affatto alcuna variazione. Quindi, se ad esempio si avesse che il primo passaggio in cui vengono aggiunte dieci nuove palline e viene sottratta quella numerata con il numero più basso avviene dopo 0.5 secondi, il secondo passaggio analogo dopo altri 0.25 secondi e così via, nessuno degli infiniti passaggi del supercompito avverrebbe nell'istante finale. Questo perché, data la legge matematica appena espressa, l'n-esimo passaggio del supercompito avviene a $\frac{1}{2^n}$ secondi dall'istante finale. Ma $\frac{1}{2^n}$ è diverso da 0 per ogni n, quindi non c'è alcun passaggio nell'istante finale del supercompito. Eppure in tale istante il contenitore diventa vuoto, pur avendo contenuto palline in ogni istante precedente. Si ha quindi una contraddizione.

3 La premessa numero 2 dell'argomento principale è falsa nel caso dell'istante $t = 1$ secondi. L'idea dell'esistenza di una faccia emergente in cima al blocco è basata su un'assunzione topologica errata. Lo spazio occupato in altezza dalla pila finale dovrebbe essere rappresentato da un intervallo semi-aperto a destra, del tipo $[0, 1)$. Infatti, se consideriamo lo spazio occupato in altezza dall'n-esimo mattone come rappresentabile dall'intervallo chiuso:

$$1 - (\tfrac{1}{2})^n, 1 - (\tfrac{1}{2})^{n+1}$$

che chiameremo A_n[8], allora lo spazio occupato in direzione verticale dalla pila finale sarebbe uguale all'unione di tutti questi intervalli, ovvero:

[8] Il primo blocco è qui considerato lo 0-esimo per semplicità notazionale.

$$\bigcup_{n\in N} 1-(\tfrac{1}{2})^n,\ 1-(\tfrac{1}{2})^{n+1}$$

Ma questa unione infinita è uguale proprio all'intervallo aperto a destra [0, 1)[9]. Quindi, per quanto possa sembrare difficile da immaginare che una pila di altezza finita possa mancare di una faccia superiore, sembra che questo sia proprio il caso dell'oggetto con cui abbiamo a che fare, poiché di fatto la regione bidimensionale di spazio che delimita superiormente la pila non è occupata dalla stessa. In altre parole, non esiste una sezione orizzontale della pila che abbia la proprietà di trovarsi sopra tutte le altre.

R.3 L'interpretazione[10] topologica offerta in questa obiezione va incontro a notevoli difficoltà.
Infatti, si consideri il seguente principio:

P: Dato un oggetto X e un insieme di oggetti A, e detta Y la somma mereologica degli elementi di A, X tocca Y se e solo se tocca almeno uno degli elementi di A.

Credo che si tratti di un principio molto plausibile ed intuitivo. Ad ogni modo, ne darò una difesa più avanti nel corso di questa risposta.

Adesso si consideri di appoggiare un cubo, la cui collocazione esatta[11] è rappresentata da una regione chiusa, sulla sommità della pila. Anche ammettendo che la regione di spazio occupata dalla pila sia un aperto e non comprenda lo strato che delimita superiormente la pila, si può comunque affermare, a partire da una plausibile definizione di contatto, che il cubo e la pila si toccano. Si consideri ad esempio la seguente definizione di contatto, proposta in Hudson (2001):

> "Necessarily, x touches y if and only if ∃ R1, ∃ R2, $\exists w$, $\exists v$, $\exists p$ (i) w is a part of x, whereas v is a part of y, (ii) w exactly occupies R1, whereas v exactly occupies R2, (iii) p is a boundary point of both R1 and R2 (iv) p is a member of at least one of R1 and R2, and (v) $w \neq v$."

A questo punto, tenendo conto del principio P e di questa definizione, è possibile introdurre la seguente *reductio ad absurdum.*

[9] La dimostrazione è semplice: si nota che ogni valore strettamente minore di 1 appartiene ad uno degli intervalli, e quindi all'unione, ma che allo stesso tempo 1 non appartiene ad A_n per alcun n, e quindi non appartiene all'unione.

[10] Parlo qui di interpretazione perché chiaramente gli oggetti fisici non sono, in sé stessi, astrazioni matematiche, e non è scontato che ogni astrazione topologica possa applicarsi a degli oggetti concreti. In effetti, è oggetto di dibattito tra i filosofi quali regioni di spazio possano essere *collocazione esatta* di oggetti fisici (si veda a tale riguardo Uzquiano 2006). Hudson, in Hudson (2008), chiama *C-theory* la teoria per la quale solo le regioni chiuse possono essere collocazione esatta di oggetti fisici.

[11] Per la definizione di collocazione esatta si veda la sezione "Which location relation is fundamental?" della pagina "Location and mereology", Gilmore (2018). D'ora in poi utilizzerò le espressioni "collocazione esatta" e "regione occupata" come equivalenti.

1bP) Se X tocca la somma mereologica di un insieme di oggetti, allora tocca almeno un elemento dell'insieme.

2bP) La pila è la somma mereologica di tutti i mattoni.

3bP) Il cubo tocca la pila e non tocca alcuno dei mattoni.

4bD) (da 1 & 3) Se un oggetto tocca la pila, esso tocca almeno uno dei mattoni.

5bD) (da 4 & 5) Contraddizione.

La prima premessa corrisponde ad una delle due implicazioni previste dal principio P, e la seconda può essere presa come definizione della pila. Quindi, a patto di affermare il principio P, bisogna negare la terza premessa. Ma la terza premessa è implicata dal fatto che lo strato che delimita superiormente la pila non faccia parte della pila stessa. Quindi, con un' inferenza *modus tollens*, è possibile dedurre che tale regione deve essere occupata dalla pila.

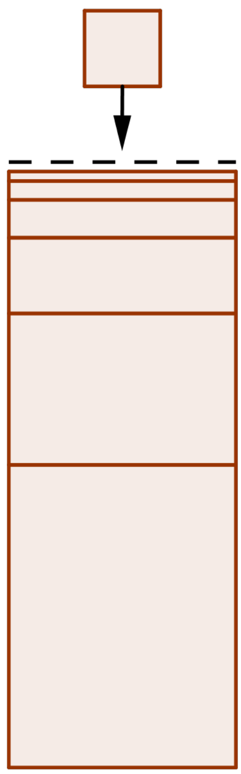

Figura 1

A questo punto propongo uno scenario che ritengo utile ad illustrare la plausibilità del principio P.

Si immagini che il macchinario che impila i mattoni, prima di posizionarli, li colori alternatamente di blu e di rosso. Ci si chieda di che colore apparirebbe la pila guardandola da sopra. Abbiamo stabilito in precedenza che la pila, anche dalla parte della sua estremità superiore, può essere toccata; quindi anche un fotone può toccare la sua estremità superiore e riflettersi su di essa. Se però lo strato che delimita superiormente la pila non appartenesse alla pila stessa vista da sopra, essa non potrebbe apparire né blu né rossa. Infatti ogni mattone sarebbe coperto da infiniti mattoni sovrastanti, e quindi nessun mattone, né blu né rosso, sarebbe visibile da sopra alla pila. La pila sarebbe visibile, ma nessuno dei suoi mattoni lo sarebbe. Ma vedere la sommità della pila come blu oppure rossa richiederebbe appunto di vedere alla sua sommità la faccia superiore di un mattone rispettivamente blu oppure rosso.

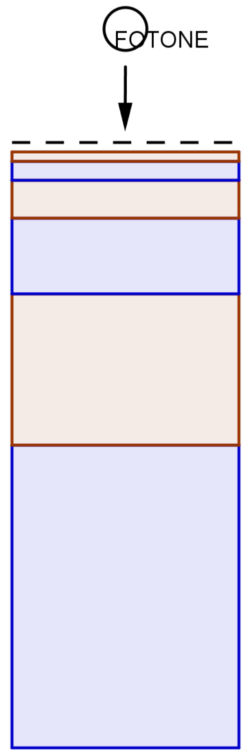

Figura 2

C'è un senso in cui lo scenario appena descritto sembra presentare non soltanto una situazione controintuitiva e difficilmente immaginabile, ma un' autentica contraddizione. Infatti, sembra impossibile che un oggetto visibile, cioè luce-riflettente, sia al tempo stesso incolore. La luce è un'onda, e come tale deve avere in ogni istante una determinata lunghezza d'onda, la quale corrisponde ad un colore.

La apparente contraddizione appena evidenziata nasce dall'ammettere che un fotone possa toccare la pila senza toccare alcuno dei suoi mattoni. Sembra quindi di dover negare una tale possibilità, e questo va a corroborare il principio P.

4 Legami con altri supercompiti

La risposta all'obiezione numero 2 ha già dato l'occasione per presentare un argomento contro la possibilità del supercompito di Littlewood-Ross. Al di là di questo, si potrebbe pensare che il fatto che S sia impossibile non ponga alcuna difficoltà per la possibilità degli innumerevoli altri supercompiti.

A mio parere è però possibile sostenere che il supercompito S sia rilevante rispetto alla definizione stessa di supercompito. Infatti, ciò che è comune a tutti i supercompiti è l'esistenza dello *stato finale* di un processo, che infatti ha durata finita, pure in mancanza di *passaggio finale*, che manca proprio perché i passaggi sono infiniti. Ma come la faccia emergente in S deve appartenere necessariamente ad un mattone, così lo stato finale deve appartenere ad un tratto temporale del processo, cioè un intervallo di tempo che inizia con un passaggio del supercompito e che termina con il passaggio successivo, qualora ve ne sia uno. Questo tratto temporale a cui appartiene lo stato finale non può che essere l'ultimo, ma questo implica a sua volta l'esistenza di un ultimo passaggio.

L'analogia appena espressa è ancora più evidente se si accetta la teoria delle parti temporali[12]: in tale prospettiva i tratti temporali successivi sarebbero appunto come dei blocchi successivi sovrapposti l'uno agli altri, di lunghezza sempre minore, al pari dei mattoni della pila descritta nello scenario S.

Sempre in questa prospettiva, si può notare che l'esperimento mentale della Lampada di Thomson diventa del tutto analogo allo scenario dei mattoni a colorazione alterna: basta far corrispondere i tratti temporali in cui la lampada è spenta ai mattoni blu, e quelli in cui essa è accesa ai mattoni rossi.

Suggerendo questa analogia tra il supercompito S ed i supercompiti in generale sto esprimendo una linea argomentativa non troppo diversa da quella di Gwiazda (2012), secondo il quale il problema dei supercompiti è che in realtà non è concettualmente possibile giungere al termine di una serie di passaggi senza passare per un ultimo passaggio, il quale, appunto, non esiste nei supercompiti.

5 Conclusioni

In questo articolo si è mostrato come, a partire dalla descrizione del particolare supercompito preso qui in considerazione, è possibile dedurre proposizioni contraddittorie, sintomo dell'impossibilità del supercompito in questione. Si è poi mostrato come le stesse considerazioni possano essere usate per ottenere risultati contraddittori nel caso del paradosso di Littlewood-Ross e del paradosso della Lampada di Thomson e si sono discussi brevemente i legami del supercompito qui descritto con altri già presenti nella letteratura. In conclusione è

[12] Per una esposizione di questa teoria si veda Sider (2001).

opportuno notare anche che, nonostante in questo articolo si sia seguita la linea abbracciata da gran parte della letteratura sui supercompiti e sulla filosofia del tempo in generale, che prevede di descrivere gli intervalli di tempo a partire dagli istanti e di parlare senza particolari chiarimenti di eventi o cambiamenti che sono detti avvenire *in un certo istante*, alcuni autori[13] ritengono che sia più corretto e rispettoso della struttura del tempo definire gli istanti come dei concetti-limite a partire dagli intervalli, e analogamente parlare dei cambiamenti istantanei come di un limite di cambiamenti su intervalli di tempo concentrici progressivamente più piccoli. La scelta fatta in questo articolo di parlare di cambiamenti che avvengono *in un certo istante* deve intendersi come una preferenza stilistica ai fini della semplicità dell'esposizione, e non come una presa di posizione sulla reale natura dei cambiamenti istantanei o della questione più generale di quali siano più fondamentali nella struttura del tempo tra istanti ed intervalli[14].

Ringraziamenti

Ringrazio Agostino Pigozzi per aver proposto l'obiezione numero 2, Paolo Bussotti per l'aiuto fornitomi nella revisione di questo scritto ed uno dei referee per i suoi utili commenti.

[13]Vedasi ad esempio Oderberg (2006).

[14]Per una discussione approfondita di questo tema si veda Koons e Pickavance (2017, p. 415).

Riferimenti bibliografici

Benacerraf, P. (1962). “Tasks, super-tasks, and the modern eleatics”. In: *Journal of Philosophy* 59.24, pp. 765–784.

Burke, M. B. (2000). “The Impossibility of Superfeats”. In: *Southern Journal of Philosophy* 38.2, pp. 207–220.

Earman J. Norton, J. (1996). “Infinite pains:the trouble with supertasks”. In: *Benacerraf and His Critics*. A cura di Adam Morton e Stephen P. Stich. Oxford: Blackwell, pp. 11–271.

Gilmore, Cody (2018). *Location and Mereology*. A cura di Edward N. Zalta. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/location-mereology.

Groarke, L. (1982). “Zeno’s Dichotomy: Undermining the Modern Response”. In: *Auslegung* 9, pp. 67–75.

Gwiazda, J. (2012). “A Proof of the Impossibility of Completing Infinitely Many Tasks”. In: *Pacific Philosophical Quarterly* 93.1, pp. 1–7.

Hudson, H. (2001). “Touching”. In: *Nous* 35.15, pp. 119–128.

— (2008). *The Metaphysics of Hyperspace*. Oxford: Oxford University Press.

Koons, R.C. e T. Pickavance (2017). *The Atlas of Reality: A Commprehensive Guide to Metaphysics*. Oxford: Wiley-Blackwell.

Littlewood, J.E. (1953). *A Mathematician’s Miscellany*. Londra: Methuen Co. Ltd.

Manchak, John e Bryan W. Roberts (2016). *Supertasks*. A cura di Edward N. Zalta. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/spacetime-supertasks.

Markosian, Ned (2016). *Time*. A cura di Edward N. Zalta. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: https://plato.stanford.edu/archives/fall2016/entries/time/.

Oderberg, D.S. (2006). “Instantaneous Change Without Instants”. In: *Analytical Thomism: Traditions in Dialogue*. A cura di C. Paterson e M.S. Pugh. Aldershot: Ashgate, pp. 101–118.

Romero, G. E. (2014). “The Collapse of Supertasks”. In: *Foundations of Science* 19.2, pp. 209–216.

Ross, S.M. (1988). *A First Course in Probability*. USA: Macmillan.

Sider, T. (2001). *Four Dimensionalism: An Ontology of Persistence and Time*. Oxford: Oxford University Press.

Thomson, J.F. (1954). “Tasks and super-tasks”. In: *Analysis* 15.1, pp. 1–13.

Uzquiano, G. (2006). “Receptacles”. In: *Philosophical Perspectives* 20.1, pp. 427–451.