

# L'attuale dell'inattuale: la ridondanza

Ines GIUNTA

Università Ca' Foscari Venezia - Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali, Venezia (VE)

ines.giunta@unive.it

## Abstract

*Il contributo apre alla necessità di verificare se anche in educazione, come in biologia, sia possibile riconoscere nel 'surplus', e quindi nella ridondanza, anche tecnologica, percepita il più delle volte come inutile, se non addirittura dannosa, un 'laboratorio di varietà' al quale potere attingere per trovare soluzioni creative. Alla creatività è, infatti, riconosciuta oggi una funzione strategica fondamentale ai fini della gestione della complessità e trasversale rispetto a tutte le competenze chiave (Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018). Trovare il modo di alimentare la creatività è, dunque, sicuramente in prospettiva futura una delle priorità della riflessione pedagogica.*

*Si procederà, quindi, presentando gli studi di matrice biologica che hanno contribuito a ribaltare il senso e l'importanza della ridondanza, analizzando, in seguito, mediante una systematic review, se e in che modo vi sia traccia di questo nuovo modo di intenderla negli studi di area pedagogica. Si concluderà, infine, tracciando i possibili sviluppi di questa pista di ricerca.*

Keywords: ridondanza, complessità, formazione

## Introduzione

Non più di 20 anni fa Ceruti (2000) rifletteva sul crescente divario tra l'evoluzione biologica della specie umana e la sua evoluzione culturale: se da una parte, infatti, «[...] la morfologia e la struttura organica della specie si sono modificate pochissimo, [...] dall'altra l'evoluzione culturale e tecnologica hanno subito un'accelerazione senza precedenti nella storia naturale: l'antropologia fisica ha mostrato quanto attualmente una specie bambina [...] sia in possesso di strumenti e conoscenze incommensurabili» (Ceruti, 2000, p. 19). La domanda, legittima, che seguiva a queste considerazioni riguardava se contemporaneamente si fosse sviluppata una coscienza adeguata circa l'uso di tali straordinarie potenzialità, insieme creatrici e distruttrici. L'interrogativo è, ovviamente, ancora aperto e tale è destinato a rimanere, vista la natura dinamica degli elementi coinvolti. L'unica certezza è che questa evoluzione ha assunto forme inedite, nelle quali è forse possibile ravvisare una seconda 'rivoluzione adattativa'. La prima, nelle tesi di Lewontin (1998), è consistita in una vera e propria inversione di tendenza, in virtù della quale non è più l'uomo a doversi adattare all'ambiente ma è l'ambiente che sembra doversi adattare alle attività dell'uomo. Questa seconda forma, ancora più complessa, scindendo il concetto di ambiente in naturale e tecnologico sembra costringere l'uomo ad un *passo evolutivo doppio*, che lascia inalterato, da una parte, l'esito della prima rivoluzione per ciò che riguarda l'ambiente inteso come natura, ma che, dall'altra, registra una nuova inversione di tendenza in riferimento a ciò che riguarda l'ambiente tecnologico: c'è, infatti, tutta una parte di produzione che procede guidata non dai bisogni percepiti, ma dalle leggi del mercato e che va a costituire un *surplus* al quale l'uomo cerca continuamente di adattarsi.

Posta così, la questione non lascia margini al dubbio: nessuna coscienza, zero controllo. Non si tratta qui, tuttavia, di entrare nel merito del funzionamento di questo meccanismo, nè di interpretarlo da un punto di vista etico. Si vuole, piuttosto, verificare se sia possibile leggere questo fenomeno non più come limite, ma come risorsa.

Scopo del contributo è, pertanto, quello di verificare se anche in educazione, come in biologia, sia possibile, invece, riconoscere nel *surplus*, e quindi nella *ridondanza*, anche tecnologica, percepita il più delle volte come inutile, se non addirittura dannosa, un *laboratorio di varietà* al quale potere attingere per trovare soluzioni creative. Alla *creatività* è, infatti, riconosciuta oggi una funzione strategica fondamentale ai fini della gestione della complessità e, pertanto, trasversale rispetto a tutte le competenze chiave (Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018). Trovare il modo di alimentare la creatività è, dunque, sicuramente in prospettiva futura una delle priorità della riflessione

pedagogica. Si procederà, dunque, presentando gli studi di matrice biologica che hanno contribuito a ribaltare, in un certo senso, il senso e l'importanza della *ridondanza* rispetto al significato di senso comune attribuitole, analizzando, in seguito, mediante una *systematic review* se e in che modo vi sia traccia di questo nuovo modo di intenderla negli studi di area pedagogica. Si concluderà, infine, tracciando i possibili sviluppi di questa pista di ricerca.

## Stato dell'arte

Introduciamo, dunque, brevemente le riflessioni maturate in ambito biologico.

La nostra attuale teoria dell'evoluzione è estremamente complessa ed è costituita da una quantità di teorie circa le cause che determinano il cambiamento, al centro delle quali c'è il processo deterministico non-casuale della *selezione naturale*, che pur essendo semplice, è in grado di operare in molti modi e spiegare non solo l'adattamento, ma anche l'enorme diversità dei viventi (Futuyima, 2008).

Allo stesso tempo, però, nell'evoluzione ci sono importanti processi casuali «[...] che producono un'evoluzione non adattativa. Essi includono la mutazione e le fluttuazioni casuali nelle frequenze di alleli o aplotipi. Quest'ultimo processo prende il nome di deriva genetica casuale [...] essa è in grado di rendere conto di gran parte delle differenze nelle sequenze di DNA tra una specie e l'altra» (Futuyima, 2008, p. 266).

Ad essi, inoltre, è possibile aggiungere una modalità inedita di evoluzione, nota nella letteratura riguardante gli studi sul genoma come *bricolage* (Gould & Vrba, 1982). Contrariamente a quanto si possa pensare la sopravvivenza dell'organismo è garantita da una parte minoritaria del DNA, gli *esoni*, sequenze che hanno il compito fondamentale di codificare le proteine, ma che, paradossalmente, sono in numero esiguo.

Il resto delle sequenze geniche, è questo il punto cruciale per le riflessioni in atto, è costituito da elementi dagli *introni*, ossia da regioni non codificanti di un gene. Ma, per quanto paradossale possa sembrare, la componente più ampia del DNA è costituita dal cosiddetto DNA intergenico, che comprende «[...] copie ripetute decine, centinaia o addirittura migliaia di volte di una medesima sequenza» (Ceruti, 2018, p. 106) che nel complesso vengono denominate come DNA *replicante*. Vi sono, infine, altri materiali eterogenei accumulati nel corso del tempo, come sequenze geniche batteriche o virali, una volta indipendenti e poi inglobati.

Per quanto possa sembrare strano, la funzione degli introni, del DNA replicante e degli altri tipi di DNA *ridondante* è, tuttavia, lontana dall'essere banale e va a costituire, invece, una sorta di laboratorio dove si trova una preziosa *riserva di variabilità* per l'evoluzione futura che interferisce minimamente con i processi necessari per il presente, in una sorta di «[...] organizzazione duale, nella quale gli scopi del breve termine e gli scopi del lungo termine si integrano in un meccanismo assai complesso, non solo molto efficiente, ma anche molto efficace» (Ceruti, 2018, p. 108). Da questa prospettiva interpretativa, è possibile concludere con Ceruti che il "riuso" sia tutt'altro che una strategia marginale in natura e che rappresenti, invece, una "strada maestra" dell'evoluzione biologica (2018). Gould e Vrba (1982) hanno coniato a tal proposito il termine *exaptation* (exattamento) «[...] proprio per indicare quei caratteri che, comparsi in un organismo per una ragione contingente e locale, entrano a far parte di un ampio ed eterogeneo "repertorio", una sorta di enorme magazzino dal quale la selezione naturale può trarre, attraverso un bricolage creativo e imprevedibile, il materiale necessario per far fronte a situazioni critiche e a trasformazioni radicali» (Ceruti, p. 109).

E se in passato, di fronte al tumultuoso proliferare di 'oggetti' e di conoscenze (Ceruti, 2018), l'obiettivo della scienza moderna era stato quello di dominarli riducendone la molteplicità e la varietà con l'ausilio degli "ideali della previsione e del controllo" (Ceruti, 2018), alla luce della teoria della complessità la sovrabbondanza tipica del *fenomeno di ridondanza* appare, invece, sorprendentemente come una delle condizioni essenziali per la *creatività* e, inoltre, come uno dei presupposti ineludibili per assicurare *resilienza* e *capacità di adattarsi ai cambiamenti* (Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018) e, dunque, in definitiva, per garantire la stessa sopravvivenza.

## Metodologia

L'interessante tesi di Ceruti e le sue importanti ricadute in tema di creatività, resilienza e adattabilità aprono, dunque, alla necessità di comprendere se e in che modo il concetto di *ridondanza* sia stato utilizzato in ambito formativo, consapevoli con Wittgenstein (2009) che, come per il gioco, anche per questo concetto (come, in definitiva, per tutti quelli ad elevato indice di complessità) non possa esistere un insieme prefissato di caratteristiche che definiscano cosa sia in assoluto e, tuttavia, guidati dalla certezza che sia comunque possibile identificare un agglomerato di caratteri comuni (Osaka, 2006) presenti nei vari usi che se ne fanno in educazione.

Trattandosi di un primo lavoro di esplorazione delle fonti, si è adottata la tecnica della *systematic review* (Uman, 2011) per identificare, selezionare, valutare e riassumere gli elementi utili al fine di tratteggiare gli ambiti di riflessione e i modi d'uso del concetto di *ridondanza* presenti in letteratura. In particolare, la ricerca è stata condotta utilizzando la libreria digitale ERIC (Education Resources Information Center) dell'Institute of Education Sciences of the United States Department of Education. Il criterio con il quale è stata scelta la query "redundancy" rispecchia la natura puramente esplorativa del lavoro di analisi. Ad una prima ricerca, risultano complessivamente 1001 pubblicazioni (tra cui solo 501 sono quelle referate) distribuite come segue: 12 nel 2019, 25 nel 2018, 75 dal 2015 ad oggi (ultimi 5 anni), 223 dal 2010 ad oggi (ultimi 10 anni) e 373 dal 2000 ad oggi (ultimi 20 anni). Sulla base di questi dati, la media annua delle pubblicazioni in cui compare la parola *ridondanza* ammonterebbe a 18.65. Ma andando a disgregare la distribuzione seguendo, nello specifico, il raggruppamento presentato da ERIC, si può notare come la media ammonti a 15 pubblicazioni per anno nei dieci anni che vanno dal 2000 al 2010, come essa salga a ben 29,6 nel quinquennio successivo, per poi scendere a 16.6 nei tre anni che vanno dal 2015 al 2017, attestandosi, infine, a 13 nel 2018 e a 12 nell'anno in corso (non ancora concluso). È interessante fin qui segnalare il *trend positivo* della media delle pubblicazione annue registrato nel quinquennio 2010-2015.

Al termine *redundancy* vengono, poi, associati 25 descrittori, che, per maggiore chiarezza espositiva sono stati aggregati in 8 *macro-categorie*, ulteriormente suddivisibili in due *tipologie di approccio* al tema. Una prima che si caratterizza per via del fatto che l'analisi del topic *redundancy* è presente in maniera *esplicita e diretta* e che da sola totalizza ben 270 pubblicazioni. E una seconda, che ospita le altre sette macro-categorie, nelle quali il tema della *ridondanza* è preso in considerazione solo *indirettamente*, in riferimento ora al livello di istruzione, specifico oggetto di riferimento in 261 studi; a quanto prodotto in Paesi diversi dagli Stati Uniti, 131 papers; alle strategie utilizzate, per un totale di 167 ricerche; ai processi cognitivi coinvolti, 120 pubblicazioni; agli aspetti linguistici, complessivamente 368 pubblicazioni; alle teorie pedagogiche di riferimento, 58 records, e, infine, in maniera specifica, all'analisi statistica, 163 pubblicazioni.

È interessante notare come da questa prima analisi emergano chiaramente quattro fasce di interesse. Nella prima compare in solitario la pista di ricerca più battuta, e cioè quella della riflessione in ambito linguistico (368). Nella seconda è possibile collocare idealmente gli studi sul costruito (270) e sui livelli di istruzione (261). Nella terza si trovano quelli sulle strategie utilizzate (167), sull'analisi statistica (163) e sui processi cognitivi coinvolti (120). Da ultimo, ci sono le riflessioni sulle teorie pedagogiche (58). Questa distribuzione è significativa dell'attenzione riservata in ambito anglofono dalla teoria del linguaggio nei confronti del costruito e, contestualmente, del moderato interesse riscontrato nei confronti dei processi cognitivi coinvolti (si trovano, infatti, in terza fascia).

Tuttavia, ai fini di questo studio, principalmente interessato a verificare l'interesse specifico nei confronti del costruito da parte della comunità scientifica di area educativa e a valutarne la salienza ai fini dell'apprendimento, sembra utile, almeno in questa prima fase di elaborazione, concentrare l'attenzione sul descrittore *redundancy* incrociandolo, per l'appunto, proprio con il descrittore *cognitive processes*.

## Risultati e discussione

È possibile, dunque, passare all'analisi dei 26 risultati ottenuti.

Già ad una prima lettura dei papers è emerso come il quadro di riferimento fosse per tutti la *Teoria del carico cognitivo* (CLT), nata nei primi degli anni '80 ad opera di Sweller (Sweller, Cooper, 1985), secondo la quale l'istruzione è efficiente proprio quando lavora in armonia con i processi di

apprendimento «[...] vale a dire quando prende in considerazione il modo in cui le persone selezionano le informazioni, organizzano e memorizzano la conoscenza, applicano quanto hanno appreso» (Landriscina, 2007, p.64). La comprensione di tali processi viene oggi fornita dalle scienze cognitive: non si tratta, tuttavia, del tipo di elaborazione "algoritmica" dei primi modelli Human Information Processing (Neisser, 1976), bensì della più recente visione della mente basata sull'interazione cervello-corpo-ambiente (Varela, 2006; Varela, Thompson, Rosh, 1991) e regolata sui principi di funzionamento dei sistemi dinamici e della teoria della complessità. E' all'interno di questa cornice di senso che matura la consapevolezza dell'importanza di tenere in considerazione l'architettura cognitiva della mente umana «[...] e, in particolare, delle limitazioni imposte dalla struttura della nostra memoria di lavoro» (Calvani, 2009, p. 48) in ordine al difficile compito (Baddeley, Hitch, 1974; Landriscina, 2007) di elaborazione attiva delle informazioni mediante il collegamento con quelle pregresse. In ordine a questa concezione, diventa fondamentale il concetto di *carico cognitivo*, che si riferisce specificatamente all'impegno richiesto in un dato momento alla memoria dalle operazioni di elaborazione e di immagazzinamento delle informazioni. Esso può essere determinato dalla complessità dei contenuti da studiare (*carico cognitivo intrinseco*), oppure essere ascritto al modo in cui viene presentata l'informazione (*carico cognitivo estraneo*) o, ancora, essere collegato all'attività in sé di costruzione degli schemi mentali (*carico cognitivo pertinente*) (Sweller, van Merriënboer, Paas, 2019).

Nel tempo, gran parte dell'attenzione della comunità scientifica è stata rivolta prevalentemente a ridurre il *carico cognitivo estraneo*: per quanto la teoria del carico cognitivo non sia nata occupandosi di multimedialità, ma di problem solving e apprendimento di compiti complessi, ci si è resi presto conto, infatti, che le modalità di presentazione delle informazioni, verbali (testo scritto e testo parlato) e non (immagini e animazioni), e il tipo di relazioni spaziali, temporali o semantiche che le caratterizzano possono produrre effetti significativi sull'apprendimento (Landriscina, 2007) e che «Maggiore è il numero di risorse da dedicare alla gestione del carico cognitivo estraneo, meno sarà disponibile per affrontare il carico cognitivo intrinseco e così meno sarà appreso» (Sweller et alii, 2019, p. 4).

Tra gli effetti prodotti dal carico cognitivo estraneo (effetto dell'attenzione divisa, di modalità, di capovolgimento dell'expertise), è possibile riconoscere proprio l'*effetto di ridondanza* (Chandler, Sweller, 1991). L'effetto di ridondanza nasce come conseguenza dell'effetto della divisione dell'attenzione, che si verifica quando gli studenti si confrontano con due fonti di informazioni complementari, le quali, prima di essere debitamente comprese, devono essere integrate: tuttavia, spesso queste fonti si sovrappongono senza che questo costituisca un valore aggiunto (Sweller et alii, 2019) - essendo ciascuna di esse perfettamente autonoma e comprensibile anche senza il riferimento all'altra - o, peggio, determinando un ostacolo all'apprendimento. In questo caso si dice che l'informazione non necessaria è *ridondante*. Uno degli esperimenti citati a sostegno di questo modo di intendere la ridondanza, ritenuto particolarmente esplicativo ai fini della riflessione in atto, è quello condotto da Chandler e Sweller (1991), che è consistito nell'aver associato a un diagramma che mostra il flusso di sangue nel corpo un testo con la sua descrizione: in questo caso secondo gli Studiosi le informazioni contenute nel diagramma e quelle contenute nel testo possono essere considerate ridondanti e comportano per gli studenti lo sforzo di una duplice elaborazione, del tutto inutile ai fini della comprensione e dell'apprendimento. Più in generale, è possibile riscontrare un effetto di ridondanza sia quando delle informazioni identiche sono presentate in due o più forme (immagini e parole; testo sia in forma scritta che in forma audio) (Kalyuga, Chandler, Sweller, 2000), sia quando vengono fornite delle informazioni aggiuntive al fine di migliorare o di elaborare ulteriormente delle informazioni (ad esempio, un testo completo e un testo riassuntivo) (Jin, 2012).

Questi risultati di indagine, che tengono in debita considerazione i meccanismi di funzionamento della memoria di lavoro, mettono in luce un'idea di ridondanza come lo specifico fenomeno in cui una sovrabbondanza di informazioni finisce con l'ostacolare, invece che facilitare, l'apprendimento (Jin, 2012): essa assume, così, una valenza prevalentemente negativa. E' in questo senso che Kalyuga, Chandler e Sweller (1998) hanno usato i termini "effetto di ridondanza" per riferirsi a qualsiasi situazione multimediale in cui l'eliminazione di materiale ridondante determini prestazioni migliori rispetto a quando il materiale ridondante è incluso; mentre Mayer, Heiser e Lonn (2001) per riferirsi a situazioni di apprendimento multimediale in cui "presentare parole come testo e discorso è peggio che presentare solo parole come parole". Essi sono indicativi, inoltre, dell'esistenza della credenza

secondo la quale fornire le stesse informazioni due volte non solo non possa causare danni, ma possa risultare addirittura vantaggioso (Sweller et alii, 2019).

## Conclusioni

In conclusione, dalla systematic review si evince con chiarezza un'attenzione della ricerca educativa nei confronti del concetto di ridondanza. Dall'analisi dei descrittori emerge, in particolare, come tra le diverse aree di ricerca si riscontra un maggiore interesse in quella linguistica. Con un buono stacco si trovano subito dopo a pari merito l'analisi del costrutto, dei livelli di istruzione e dei processi cognitivi. Mentre, da ultimo, si trovano le riflessioni sui metodi di insegnamento, quelle statistiche e quelle che si riferiscono ad altri Paesi. Dei 26 studi selezionati incrociando i descrittori *ridondanza* e *processi cognitivi*, se si escludono gli 8 che non si occupano di verificarne gli effetti sull'apprendimento, i 18 rimanenti sono così distribuiti: 4 studi attribuiscono alla ridondanza effetti positivi, 6 dimostrano come la ridondanza presenti pro e contro, 2 le assegnano un ruolo ininfluenza e 6 decisamente negativo. In tutti i casi, la ridondanza è presentata come effetto caratterizzante del *carico cognitivo estrinseco* e, in particolare, associata al modo in cui viene presentata l'informazione (Sweller et alii, 2019).

Una lettura del costrutto, questa, che, tuttavia, alla luce delle sollecitazioni offerte da Ceruti appare parziale. E' incrociando l'interesse su come ottimizzare l'apprendimento dei concetti ad elevato indice di complessità, ossia il *carico cognitivo intrinseco*, con una concezione della *ridondanza* intesa come 'riserva di variabilità' (Ceruti, 2018, p. 108), che si apre alla possibilità di proporre una nuova attribuzione di senso al concetto di ridondanza, funzionale, peraltro, alle mutate esigenze segnalate anche nelle Raccomandazioni (Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018).

Già Wittgenstein (2009) nella sua prefazione alle "Ricerche Filosofiche", lamentava che tutti i suoi tentativi di saldare le sue idee complesse in una forma ordinata paralizzava quelle idee: piuttosto che ridurre la complessità per scopi di eleganza espositiva, avrebbe trattato gli argomenti filosofici in maniera tale da formare un paesaggio complesso e avrebbe tratteggiato questi argomenti come fossero luoghi all'interno del paesaggio. Avrebbe, poi, organizzato questi schizzi delle regioni locali del paesaggio per formare qualcosa di simile ad un album. Per assicurarsi che il paesaggio non fosse ipersemplificato, egli avrebbe tentato di incrociarlo in molte direzioni, cioè gli stessi schizzi di argomenti specifici sarebbero riapparsi in contesti differenti, analizzati da diverse prospettive. Qualche tempo dopo, Spiro generalizza le sollecitazioni di Wittgenstein formulando la Teoria della flessibilità cognitiva (Spiro, Jehng, 1990), che afferma che per raggiungere l'obiettivo di un'acquisizione avanzata della conoscenza, che consiste in una conoscenza profonda, è, infatti, essenziale *rivisitare* lo stesso materiale in tempi diversi, in contesti riorganizzati, per scopi differenti e da diverse prospettive concettuali (Giunta, 2013). In questo senso possiamo dire che questa ripetizione del medesimo contenuto da prospettive interpretative diverse finalizzata a sostenere il carico cognitivo intrinseco è *ridondante*. Ma se, da una parte, la ridondanza si configura come ripetizione, tesa a consolidare l'apprendimento di alcuni aspetti della conoscenza mediante successive presentazioni, dall'altra si configura al contempo come *non-replicante*, garantendo quella riserva di variabilità dalla quale è possibile attingere per far fronte al nuovo e all'imprevisto in maniera creativa. Ed è questo il punto di svolta che ci obbliga a piegare in maniera nuova lo sguardo sul concetto, fino ad ampliarne lo spettro dei significati includendo tra le funzioni che gli vengono riconosciute come proprie anche quella di facilitare il lavoro cognitivo imposto da un compito complesso.

L'impegno per il futuro è, ancora una volta, quello di progettare ambienti educativi ricchi e stimolanti, che ora, però, possiamo spingerci a definire *ridondanti*. E, ancora, di riuscire concepire il *surplus* di tecnologia che invade il nostro quotidiano in una prospettiva che, se pure non ribalta la situazione oggettiva di un mercato che segue le proprie leggi, almeno capovolge la prospettiva del singolo, consapevole ora di dover guardare ad esso non chiedendosi più in che modo tale sovrabbondanza di strumenti (se considerata in riferimento ai bisogni che l'individuo esprime in quel dato momento) modificherà le sue abitudini, ma, piuttosto, in che modo gli elementi e gli strumenti presenti in questo surplus possono essere ripensati e riutilizzati creativamente per sostenere, migliorare e potenziare i propri processi di apprendimento.

È, dunque, possibile vedere la ridondanza come un laboratorio creativo anche da una prospettiva pedagogica.

E sorprendentemente l'*inattuale* diventa attuale.

### Riferimenti bibliografici

- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). *Working Memory*. Psychology of Learning and Motivation, 8, 47-89.
- Calvani, A. (2009). *Teorie dell'istruzione e carico cognitivo*. Trento: Erickson.
- Capra, F., & Luisi, P.G. (2014). *Vita e natura. Una visione sistemica*. Sansepolcro: Aboca.
- Ceruti, M. (2000). Introduzione. In M., Callari Galli, M., Ceruti & T., Pievani (2000). *Pensare la diversità*. Roma: Meltemi.
- Ceruti, M. (2018). *Il tempo della complessità*. Milano: Raffaello Cortina.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). *Cognitive Load Theory and the Format of Instruction*. Cognition & Instruction, 8, 293-240.
- Commissione Europea, *Raccomandazione del Consiglio relativa alle Competenze chiave per l'apprendimento permanente*, Gazzetta Ufficiale del 4/06/2018.
- Futuyama, D.J. (2008). *L'evoluzione*. Bologna: Zanichelli.
- Giunta, I. (2013). *La flessibilità come categoria pedagogica*. Milano: FrancoAngeli.
- Gould, S. J. & Vrba, E.S. (1982). *Exaptation. Il bricolage evolutivo*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Jin, P. (2012). Redundancy Effect. In N.M., Seel (eds). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Boston: Springer.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). *Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction*. Journal of Educational Psychology, 92, 126-136.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). *Levels of expertise and instructional design*. Human Factors, 40, 1-17.
- Landriscina F. (2007). *Ma si fanno i conti con il carico cognitivo?* Journal of e-Learning and Knowledge Society, 1, 63-74.
- Lewontin, R.C. (1998). *Gene, organismo e ambiente*. Bari: Laterza.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). *Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding*. Journal of Educational Psychology, 93(1), 187-198.
- Neisser, U. (1976). *Psicologia cognitivista*. Milano: Martello Giunti.
- Osaka, S. (2006). *Il primo libro di filosofia della scienza*. Torino: Einaudi.
- Spiro, R., & Jehng, J. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. In Nix, D. & Spiro, R. (eds.). *Cognition, Education and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*. Hillsdale New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 163-205.
- Sweller J., Cooper G. A. (1985). *The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra*. Cognition and Instruction, 2, 59-89.
- Sweller, J. & Van Merriënboer, J. J. G., Paas, F. (2019). *Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later*. Educational Psychology Review, 31(2), 261-292.
- Uman, L.S. (2011). *Systematic Reviews and Meta-Analyses*. J Can Acad Child Adolesc Psychiatry, 20(1), 57-59.
- Varela F.J. (2006). Neurofenomenologia. Un rimedio metodologico per il problema difficile. In M. Cappuccio (a cura di), *Neurofenomenologia. Le scienze della mente e la sfida dell'esperienza cosciente*. Milano: Bruno Mondadori, 65-93.
- Varela, F.J., Thompson, E. & Rosch, E. (1991). *The embodied mind*. Cambridge: MIT Press.
- Wittgenstein, L. (2009). *Ricerche filosofiche*. Torino: Einaudi.