



L'anticipazione: tra poetica e pragmatica dell'azione

Anticipation:
between poetics and pragmatics of action

Ines Giunta

Università Ca' Foscari, Venezia – ines.giunta@unive.it

ABSTRACT

The technologies's pervasiveness is not a quality that concerns only the dimensions of diffusion, interception of needs and of penetration in every human activity: it intervenes, it anchors itself and it produces effects on the internal mechanisms of *anticipation*, neural devices for the construction of "future scenarios" considered strategic for decision-making. Identified as the most important of the simplicity principles and recognized by the OECD 2030 as an essential element of learning according to the AAR cycle (Anticipation Action Reflection), the anticipation draws, in fact, from experiences, including *medial* ones, preserved in the *memory*, in the light of which present data is evaluated and predictions for the future are made. It is this *mental journey* between past and future, therefore, that pushes towards a reinterpretation of the experience of temporality in a phenomenological key and assigns the tasks of *cultivating memory* and *exercising gaze* to pedagogy, in the awareness that 'regarder' (looking back at) the past involves the recovery or the renewal of what has been remembered and that the gaze [regard] includes in itself the idea of respect [egard] and therefore always invites those who look to a deeper commitment.

La pervasività delle tecnologie non è una qualità che attiene solo alle dimensioni della diffusione, della intercettazione dei bisogni e della penetrazione in ogni attività umana: essa interviene, si ancora e produce effetti sui meccanismi interni dell'*anticipazione*, dispositivi neurali della costruzione degli "scenari futuri" considerati strategici ai fini dei processi decisionali. Individuato come il più importante tra i principi semplici e riconosciuto dall'OECD 2030 quale elemento imprescindibile dell'apprendimento secondo il ciclo AAR (Anticipazione Azione Riflessione), l'anticipazione attinge, infatti, alle esperienze, anche *mediali*, conservate nella *memoria*, alla luce delle quali valuta i dati del presente e formula previsioni per il futuro. E', dunque, questo *viaggio mentale* tra passato e futuro che spinge nella direzione di una rilettura dell'esperienza della temporalità in chiave fenomenologica e assegna alla pedagogia i compiti di *coltivare la memoria* e di *esercitare lo sguardo*, nella consapevolezza che *regarder* il passato comporti sempre anche la

ripresa o il rinnovarsi di quanto è stato ricordato e che lo *sguardo* [regard] include in sé l'idea di *riguardo* [egard] e inviti perciò sempre chi guarda a un impegno più profondo.

KEYWORDS

Anticipation, Technology, Memory, Simplexity.

Anticipazione, Tecnologie, Memoria, Semplicità, Decisione.

Introduzione

La consapevolezza che l'umanità, fragile come non mai, stia per entrare in una nuova, e difficilmente prevedibile, era della sua evoluzione che la porterà ad affrontare *sfide* senza precedenti (Caffo, 2017), ci obbliga, in un certo senso, a portare a tema le nostre paure, prima tra tutte quella che la rivoluzione tecnologica, lasciata al timone del cambiamento, possa determinare una *metamorfosi antropologica* senza controllo: «Abbiamo scelto degli strumenti, e ci piacciono: ma qualcuno ha badato a calcolare, preventivamente, le conseguenze che il loro uso avrà sul nostro modo di stare al mondo, forse sulla nostra intelligenza, in casi estremi sulla nostra idea del bene e del male?» (Baricco, 2018, p. 17). E ci obbliga, ancor di più, a cercare una sintesi armoniosa e condivisibile tra *tecnica* e *uomo*. E nel crinale, mai facile, che separa lo *slancio* (tipico della prima) e la *riflessione* (tratto distintivo del secondo), si delinea per la pedagogia il compito di ribaltare la direzione e il senso di questa travagliata relazione, per ritornare a vecchi obiettivi (cosa può fare la tecnica per l'uomo e non come possiamo utilizzare quanto ci propina) con nuove consapevolezze (i bisogni formativi di questo tempo storico, ma, anche, le tante sollecitazioni che ci restituisce una ricerca scientifica che, da più prospettive, si impegna sull'unico fronte dello sviluppo umano e della salvaguardia del suo benessere).

Vale la pena, allora, di mettere mano a quella ingente mole di studi che si occupano, a vario titolo e in varia maniera, di questa delicata relazione, per leggerli ed elaborarli da una prospettiva eminentemente pedagogica. Tra questi, è sembrato utile soffermarsi sulla *previsione*, un aspetto fondamentale del funzionamento del cervello.

Scopo del lavoro di ricerca è, dunque, quello di integrare il nucleo teorico della *previsione* tratteggiato dal neurofisiologo Berthoz nei primi suoi studi due editi in lingua italiana (1997; 2011), e in parte già rielaborati da una prospettiva didattica da Rivoltella (2014), con quanto contenuto in un articolo redatto nel 2015 e pubblicato in un libro curato con Debru, dal titolo significativo *Anticipation et Prediction. Du geste au voyage mental* e non ancora tradotto in Italia. Ancora più persuaso della salienza dei meccanismi anticipatori, che sono alla base del funzionamento della *previsione*, lo Scienziato coinvolge, infatti, venti esperti di diversi campi con lo scopo non tanto di coprire tutto il vasto campo semantico di questo concetto, ma perché convinto del fatto che sia stato posto male e che necessiti di un nuovo esame e di maggiore dettaglio nella descrizione.

Dopo aver presentato, quindi, un quadro di insieme del funzionamento della *previsione* e analizzato le diverse forme del meccanismo dell'anticipazione, si avrà cura di operare un ulteriore passaggio in termini di elaborazione teorica, esplici-

tando in quale punto del processo intervengano le tecnologie e quali siano le ricadute in termini di riflessione pedagogica. Si tratta, è bene specificarlo, di un lavoro da concepirsi come introduttivo ad una analisi futura degli aspetti della previsione più eminentemente legati all'uso delle tecnologie, il cui fine è quello di giustificarla.

1. Centralità della previsione

La tesi che si intende proporre parte dall'assunto, peraltro già dimostrato da Berthoz (2011), che la *previsione* sia un meccanismo fondamentale della cognizione e che la sua esistenza sia all'origine stessa della capacità di *sopravvivenza* delle specie, riconoscendo con ciò in essa quella specifica capacità che ha consentito all'uomo, lungo la linea del tempo, ora di guadagnare quei pochi secondi necessari per avere la meglio sulle prede, ora di scegliere il percorso migliore per tornare in un determinato posto o, ancora, di utilizzare le informazioni memorizzate per risolvere nell'immediato situazioni potenzialmente pericolose (Berthoz, 1997). Ma tiene conto anche del fatto che, contrariamente a quanto ci restituisce il senso comune, «[...] non soddisfatta del dono della semplice sopravvivenza, [...] la natura abbia avuto un magnifico ripensamento: la dotazione innata a disposizione degli organismi per la regolazione dei processi vitali non mira al raggiungimento di uno stato neutrale – una terra di nessuno – fra la vita e la morte. Piuttosto, obiettivo dell'omeostasi è quello di offrire uno stato di vita migliore della neutralità, uno stato che noi umani, prospere creature pensanti, identifichiamo con la *buona salute* e il *benessere*» (Damasio, 2003, p. 49). *Sopravvivere* ingloba in sé, dunque, *a la Morin*, l'idea di «Vivere inteso non, o non solo, come essere in vita, come sopravvivere (che è un po' come dire sotto-vivere), ma inteso come poter compiere le proprie inclinazioni, i propri talenti e le proprie attitudini, poter "essere bene"» (Scarpini, 2015, pp. 195-196). Insomma, non vivere per sopravvivere, ma sopravvivere per vivere, che «[...] acquista senso quando vivere significa vivere poeticamente. Vivere poeticamente significa vivere intensamente la vita, vivere d'amore, vivere di comunione, vivere di comunità, vivere di gioco, vivere d'estetica, vivere di conoscenza, vivere nello stesso tempo di affettività e di razionalità» (Morin, 2002, p. 142).

E se gli *scopi* dell'uomo moderno sono il suo benessere e la salvaguardia della sua salute, ogni oggetto che può contribuire al loro raggiungimento diventa, dunque, per lui un *obiettivo*, da determinare *preventivamente* scegliendo con cura le azioni da intraprendere e il percorso da compiere. Solo a queste condizioni la vita è *agita* e non *subita*.

Come spiega Berthoz, ogni attività pratica, intellettuale e tecnologica dell'uomo è sempre orientata verso il futuro: «Sono inventati scenari alternativamente possibili, vengono valutati i rischi di avere il cancro, le possibilità di beneficiare di una meteorologia favorevole, o di subire i disastri del riscaldamento globale. Calcoliamo la possibilità dei politici alle elezioni, gli effetti negativi degli OGM sull'ambiente, le curve demografiche, la probabilità di un incidente o di un disastro nucleare. Gli atleti praticano l'anticipazione allenandosi in base alle prestazioni dei loro futuri avversari. Lo speculatore prevede il crollo del mercato azionario. Prendiamo anche in considerazione il 'cigno nero', cioè l'evento improbabile» (Berthoz, 2015, pp. 4-5, trad. mia). Il cervello *prevede*, nell'*incertezza*, quale scelta è maggiormente strategica, funzionale o semplicemente bella per raggiungere l'obiettivo prefissato e, a quel punto, scommette (Berthoz, 2015). L'*in-*

certezza si qualifica, infatti, per un alto grado di *entropia*, che è una grandezza fisica legata al disordine di un sistema: basterà citare a titolo esemplificativo il classico esempio del mucchio di mattoni che ha più entropia dell'edificio costruito con essi o dell'acqua in un secchio che ha più entropia del blocco di ghiaccio dal quale si è sciolta. Caratteristica delle situazioni con elevata entropia sono la moltiplicazione delle possibilità di scelta, da una parte, e l'aumento del numero delle risposte o delle soluzioni a disposizione, dall'altra, fattori che riducono drammaticamente al minimo la *prevedibilità* dei comportamenti e dei fenomeni (Morin, 1999). È proprio per questo che se, in generale, essere in grado di prevedere è fondamentale in tutte le attività, in questi tempi, caratterizzati da una crescente complessificazione, diventa addirittura di importanza vitale. E, per le stesse ragioni, anche incredibilmente difficile: vi è, infatti «[...] un netto contrasto tra, da un lato, l'enorme quantità di informazioni disponibili, che dovrebbero rendere possibile fare delle previsioni (ad esempio sulle prevedibili conseguenze del surriscaldamento globale) e, dall'altra parte, la difficoltà per l'umanità di trarre le conseguenze per l'azione» (Berthoz, 2011, p. 107).

Una volta tralasciato definitivamente qualsiasi riferimento alle accezioni *mistico-magiche* legate alla previsione e circoscritta la ricerca alla considerazione degli aspetti legati all'*attività razionale-conoscitiva* umana, si impone dunque, in considerazione del tempo storico e dei fenomeni emergenti ad esso legati (tutti rigorosamente a diffusione planetaria), la necessità di un maggiore approfondimento della natura della previsione e del ruolo da essa ricoperto nei processi decisionali. Le domande riguardano, quindi, come sia classificabile la previsione; quale sia il nesso con l'apprendimento; quali le ricadute di natura epistemologica; e, ancora, quale il ruolo ricoperto dalle tecnologie in questo delicato, e a tratti inestricabile, complesso di fattori.

L'ipotesi avanzata da Berthoz (2012) e finemente sintetizzata da Rivoltella (2014) è che la previsione non sia 'solo' una *proprietà fondamentale* del vivente, ma sia 'la più importante' al fine di raggiungere i suoi obiettivi. Ipotesi che, in un testo successivo di Berthoz (2015), trova ulteriore conferma e una precisa identificazione quale *meccanismo di base dell'apprendimento*.

Prima di argomentarla una precisazione sul modo di intendere il concetto di *apprendimento*. Nel solco della Scuola di Santiago, infatti, è possibile considerare i sistemi viventi come delle totalità integrate, le cui proprietà non possono essere ridotte a quelle delle loro componenti più piccole (Capra, Luisi, 2015), ma sono da considerare, anzi, come proprietà dell'insieme, che emergono dagli schemi di interazione tra le sue componenti. Tuttavia, solo alcuni di questi schemi di interazione si caratterizzano per il carattere della *stabilità* o della *ricorrenza* e vanno a formare dei veri e propri *percorsi* (pathway), che grande peso avranno sulle risposte future dell'organismo (Maturana, Varela, 2001; Minati, 2010) e, dunque, sulla sua *agentività*. È questo 'processo di cambiamento del comportamento sulla base delle esperienze precedenti' che intendiamo per *apprendimento*. Ed è all'interno di questa cornice di senso che è possibile considerare l'apprendimento come il *processo stesso della vita* (Capra, Luisi, 2015; Margiotta, 2015).

Fatta questa necessaria premessa, è possibile individuare le 'costanti' (Margiotta, 2015) che concernono due *caratteri della vita* che si ritiene importante evidenziare ai fini del nostro ragionamento: essi riguardano «[...] in primo luogo la connessione fra il carattere di sopravvivenza inerente alla vita e l'apprendimento inteso come cambiamento dei comportamenti che l'assicurano. Una seconda costante che merita segnalare è, poi, la dipendenza dei nuovi comportamenti biologici dall'acquisizione di "capacità"» (Margiotta, 2015, p. 51). Useremo, quindi,

questi due *caratteri* come chiavi euristiche per la nostra analisi, avendo cura di metterle in relazione con il ruolo svolto dalla previsione e andando, quindi, a definire compiutamente il ruolo delle tecnologie.

2. Prima costante: sopravvivenza, apprendimento e previsione

Nella logica di garantire la *sopravvivenza* (intesa nella maniera tratteggiata), l'*apprendimento*, inteso come il *processo stesso della vita* non può che privilegiare tutti quei comportamenti che la assicurano. È in ordine a questa esigenza primaria, che appare chiaro che la necessità di elaborare i fenomeni del reale tenendo conto dell'esperienza passata e anticipando il futuro riguarda, tuttavia, non solo l'uomo e il tempo storico presente, ma, più in generale, il vivente e la sua più complessa storia evolutiva: il legame, ormai evidente, della previsione con la *sopravvivenza* è da collocare, quindi, all'interno della necessità biologica di trovare soluzioni *semplesse* (Berthoz, 2011) a problemi a vari livelli di complessità. È per questo che la previsione è stata identificata da Berthoz come uno dei *principi semplificativi*, insieme ai principi del rifiuto, della specializzazione e della selezione, della deviazione, della cooperazione e della ridondanza e del senso, il cui scopo è quello di consentire di trovare soluzioni rapide, eleganti ed efficaci (Berthoz, 2011).

In particolare, il *principio dell'anticipazione probabilistica e della previsione* consente, nella definizione di Berthoz di «[...] confrontare i dati dei sensi con le conseguenze delle azioni passate e di prevedere le conseguenze delle azioni in corso» (Berthoz, 2011, p. 15). Esso presuppone, quindi, sempre, la presenza di due elementi e di due dimensioni temporali: i dati dei sensi e la dimensione del presente e la memoria delle esperienze pregresse (e dei loro esiti) e la dimensione del passato. A ulteriore integrazione, la tesi sostenuta in seguito dallo Studioso (2015), e che fa da sfondo a queste riflessioni: cioè che la previsione non sia solo *uno* dei principi semplici, ma sia *il* principio semplice, in quanto più di ogni altro concorrerebbe proprio alla "costante ricerca del successo (evolutivo, personale)" e al "sistematico evitamento di quel che lo compromette" (Rivoltella, 2014, p. 26).

Individuati quali elementi identificativi del processo di previsione, si analizzeranno, pertanto, sia pure brevemente, nell'ordine prima *i meccanismi percettivi e la dimensione del presente* e, in seguito, *la memoria delle esperienze pregresse (e dei loro esiti) e la dimensione del passato*. E per ciò che concerne questo studio, e per le ragioni precedentemente tratteggiate, *il meccanismo di base dell'apprendimento*.

2.1 Primo elemento identificativo: i meccanismi percettivi e la dimensione del presente

Esiste una varietà di manifestazioni della previsione, che attengono a *diversi livelli* di complessità, in un gradiente che va dalle operazioni più semplici, legate alla sopravvivenza, fino al sovrintendere a operazioni più complesse, quali saper prendere decisioni e pianificare il futuro (Rivoltella, 2014). Tuttavia, come per molte altre funzioni cerebrali, piuttosto che cercare di organizzarle in un ordine gerarchico, sembra più corretto prendere in considerazione la possibilità di fare ricorso ad una strutturazione di tipo *eterarchico*, in cui si esprime una logica organizza-

trice nuova, caratterizzata da relazioni di interdipendenza orizzontale tra le parti, senza la mediazione di controlli centralizzati: il concetto di anticipazione, come sottolinea Berthoz (2015), assume in sé, infatti, tutta una molteplicità di *meccanismi percettivi* emersi durante l'evoluzione e che «[...] combinano acentrismo / policentrismo / centrismo, anarchia / poliarchia / gerarchia, specializzazione / policompetenza / non specializzazione» (Morin, 1993, p.101).

Oltre a quello che, solo per comodità espositiva, possiamo definire *livello 0*, in cui la previsione è identificabile con l'intero *apparato genomico*, unità ereditaria fondamentale degli organismi viventi, i cui meccanismi molecolari e atomici anticipano sia la forma che la funzione, richiedendo poi la convalida e l'attuazione di meccanismi specifici durante lo sviluppo (Berthoz, 2015, p. 19), c'è un *primo livello dell'anticipazione*, costituito dai *recettori sensoriali* (come i *fusi neuromuscolari*, i *sensori vestibolari*, i *recettori visivi*, ecc.), dispositivi di percezione progettati per guidare l'azione orientandoli ad uno scopo, ma soprattutto per prevedere le conseguenze e così garantire un aspetto basilare della vita: l'autonomia.

Il *secondo livello* è quello dell'*anticipazione motoria*, ossia dell'atto o del gesto, cioè dei movimenti orientati verso un obiettivo a cui si rivolge l'organismo. Berthoz ritiene, infatti, che, di fronte alla necessità di organizzare un compito motorio, il Sistema Nervoso Centrale abbia a disposizione due possibilità di programmazione: una di tipo *conservativo*, in cui vi è l'attivazione di schemi di movimento già sperimentati ed immagazzinati, modificabili per alcuni parametri (velocità, intensità, ampiezza); l'altra di tipo *proiettivo*, che costituisce, da un punto di vista fenomenologico, un importante strumento di simulazione, attraverso cui imparare a fare, senza effettivamente fare. In definitiva, un valido strumento di apprendimento, in contrapposizione all'apprendimento per tentativi ed errori (Reggiani, 1999) e una componente importante dell'*agentività*, cioè della coscienza di essere gli agenti delle nostre azioni (Berthoz, 2015).

Un *terzo livello* è legato all'*analisi dello spazio*, che consente una percezione coerente, unica, stabile del proprio corpo e della sua relazione con l'ambiente: tanto per [...] «l'assone di un neurone, che cerca la cellula bersaglio durante lo sviluppo del cervello, quanto per il cosmonauta che esplora la Luna, *localizzare un oggetto nello spazio* significa, infatti, semplicemente, rappresentare i movimenti che sarebbero necessari per raggiungerlo (Berthoz, 2015).

Il *quarto livello* è legato al *contesto*. Come si diceva, la necessità biologica di garantire la sopravvivenza degli animali e dell'uomo sul nostro pianeta ha comportato, per via della complessità dei processi naturali, la necessità di trovare una serie di soluzioni, alcune delle quali sono state suggerite, in un certo senso, dai rapporti personali, o, meglio, dall'adattamento delle strategie sensoriomotorie, con il proprio *Umwelt* (Uexküll, Kriszat, 1936; Berthoz, 2011), quell'*intorno* percepito in maniera soggettiva che fa di un mondo fisico una svariata infinità di mondi percettivi personali, organizzati attorno alle esigenze del soggetto e basati sulla *previsione* del comportamento e dell'utilità degli oggetti all'interno di questo universo semiotico di significati (Rivoltella, 2014, p. 29).

Berthoz individua, poi, un quinto livello, quello del *processo decisionale cognitivo*, che opera in maniera sotterranea in tutti gli altri creando il mondo possibile di ciascuno e anticipando la vita in esso, mediante una paziente e instancabile opera di conciliazione di desideri interni e opzioni reali, quali la scelta di un lavoro, di uno spettacolo, di un viaggio, una religione, ecc. e sul quale intervengono aspetti culturali, ideologici, sociali (Berthoz, 2015). Ma è anche il livello della capacità di immaginare, anticipandoli in un certo senso, *altri mondi possibili*, *utopici*, non nel senso di inesistenti e, quindi, irraggiungibili, ma, invece, di *possibili*, "augurabili e verosimili".

Berthoz aggiunge poi, in termini di proposta, un *sesto livello*, quello dell'*emozione*. La vita dell'uomo dipende dalla capacità di capire cosa fanno gli altri, non solo comprendendone le intenzioni, ma anche interpretandone i *sentimenti*, che tanta parte hanno nei processi decisionali (Damasio, 2010). Inoltre, sembra fortemente plausibile che lo stesso tipo di simulazione sia alla base dell'architettura funzionale dell'*empatia*, cioè la capacità di riconoscere e rispettare le emozioni degli altri, al punto da riuscire a decifrare e, perfino, ad *anticiparne* i sentimenti sulla base dell'osservazione del modo in cui si stanno comportando o del contesto in cui si trovano (si parla in questo caso di *empatia cognitiva*), o a provare addirittura la loro stesse emozioni (è il caso della *empatia emozionale*) (Roganti, Ricci Bitti, 2012). L'empatia diventa, così, il *sistema della molteplicità condivisa* (shared manifold of intersubjectivity), uno *spazio intersoggettivo noi-centrico* in cui entriamo in relazione con gli altri riconoscendoli come nostri simili (Gallese, 2001), per comprendere e prevedere le loro esperienze, intenzioni, bisogni e comportamenti (Preston, de Waal, 2002), per Berthoz (2015) una delle forme più importanti di *anticipazione*. È, dunque, possibile riconoscere al meccanismo anticipatore un ruolo di primo piano nella regolazione dei comportamenti e delle interazioni alla base di ogni rapporto umano.

Ci sono, poi, nella ricognizione di Berthoz dei meccanismi anticipatori, forme che definisce *più cognitive*, che – spiega lo scienziato – non richiedono necessariamente l'osservazione di un gesto o di un'azione, ma più semplicemente il coinvolgimento diretto in una determinata relazione sociale interindividuale (Berthoz, 2015): si tratta di un insieme strutturato di abilità che rendono possibile attribuire stati mentali a sé stessi e agli altri, riconoscere che le menti altrui hanno credenze, desideri e intenzioni differenti da quelle delle proprie e utilizzare tale conoscenza per spiegare e *prevedere* il proprio e l'altrui comportamento (Premack, Woodruff 1978).

2.1.2 Ruolo dell'associazione, dell'inferenza e dell'anticipazione

Alla base dei comportamenti di previsione che abbiamo testè descritto operano i meccanismi dell'*associazione*, dell'*anticipazione* e dell'*inferenza* (Rivoltella, 2014.).

L'*apprendimento associativo* è il tipo di apprendimento più elementare, ma è fondamentale per l'acquisizione delle conoscenze sul mondo, in quanto consente di imparare quali cose possiamo considerare gradevoli e quali sgradevoli. Lo spiega bene Frith, neuroscienziato di fama internazionale, che afferma che «[...] ciò che viene appreso è un'associazione tra uno stimolo arbitrario e uno stimolo ricompensa (il cibo in bocca) o uno stimolo punizione (una scossa elettrica)» (Frith, 2009, p. 111), specificando come uno stimolo arbitrario non basti a far sì che vi sia apprendimento, ma è interessante solo nella misura in cui *predice* quel che avverrà in futuro. Questo processo, scoperto da Pavlov grazie ai suoi esperimenti con i cani (Pavlov, 1927) e noto come *condizionamento classico*, «[...] è precisamente quel tipo di apprendimento di cui abbiamo bisogno per sopravvivere» (Frith, 2009, p. 112).

Importante, sì, tuttavia, non sufficiente: per sopravvivere non basta, infatti, imparare quali cose saranno gradevoli e quali sgradevoli, occorre capire come ottenere le prime ed evitare le seconde. Sarà grazie agli esperimenti newyorkesi di Thorndike (1911) sui gatti che verrà scoperto il ruolo dell'*apprendimento strumentale*, l'altra forma dell'apprendimento associativo, che consiste nell'individuare

«[...] quali, fra le nostre azioni, influenzano il futuro» (Frith, 2009, p. 114). In entrambe i casi si tratta, comunque, di processi che «[...] hanno a anche fare con il futuro: impariamo che alcuni segnali ci avvertono circa quello che accadrà in futuro; impariamo che alcune azioni faranno accadere delle cose in futuro» (Frith, 2009, p. 116). In tal senso possiamo dire che il cervello si comporta come una *macchina frithiana* (Rivoltella, 2014).

Certo, commenta lo Studioso, non sono i segnali responsabili delle previsioni, bensì il cervello, e, meglio ancora, i *neuroni dopaminergici*, detti erroneamente anche *cellule di ricompensa*, come ha dimostrato Schultz (2001) con i suoi esperimenti con le scimmie. I primati venivano sottoposti ad un segnale luminoso e dopo un secondo veniva dato loro un sorso di succo di frutta: se è vero che inizialmente la loro attività aumentava subito dopo che veniva dato loro da mangiare o da bere, tuttavia, è anche vero che, dopo alcune ripetizioni dello schema, l'attivazione dei neuroni dopaminergici avveniva subito dopo il lampo e prima che fosse dato il succo di frutta: invece di rispondere alla ricompensa, i neuroni la stavano *anticipando*, la stavano predicendo» (Frith, 2009, p. 120). In questo senso è possibile affermare con Rivoltella (2014) che il cervello si comporta come una *macchina popperiana*, nel senso che impara dai propri *errori* e non dalle conferme che riceve dalle sue previsioni. Questa forma particolare di apprendimento associativo, nota come *apprendimento per predizione*, considera banalmente il *mondo come uno spazio di ricompense* (Frith, 2009) e crea al suo interno «[...] una mappa di azioni possibili indicando quali azioni più probabilmente ci porteranno alla ricompensa» (Frith, 2009, p. 122). Ancora, oltre a predire una ricompensa, questi neuroni servono a segnalare anche gli errori nella predizione, indicandoci che dobbiamo fare qualcosa per migliorarla. Se, infatti, la scimmia vede lo stimolo luminoso senza che a questo segua la somministrazione del succo di frutta, l'attività dopaminergica diminuirà sensibilmente, segnalando così l'errore nella predizione. Questo meccanismo di funzionamento del cervello è particolarmente importante, poi, perché è anche il modo attraverso il quale il nostro cervello impara ad 'attribuire certi valori' a tutti gli eventi, gli oggetti e i luoghi che ci circondano secondo la semplice equazione che se la predizione è corretta lo stimolo può essere considerato rilevante e acquista, pertanto, valore (Frith, 2009). La *mappa del mondo* è, dunque, così, in un certo senso, una *mappa di valori*: «Essa colloca gli oggetti di alto valore dove è probabile che io riceva una ricompensa e gli oggetti di scarso valore dove non è probabile venire ricompensati. La mappa indica pure quali azioni di alto valore siano ad alta probabilità di successo e quali azioni di basso valore probabilmente andranno incontro al fallimento [...] Per il nostro cervello [...] ciò che vediamo intorno a noi non è un mormorio crescente e confuso, ma una mappa di segni circa le possibilità future. E questa mappa di future possibilità che tiene i nostri corpi intimamente legati al mondo che ci circonda» (Frith, 2009, p. 124).

Veniamo ora al ruolo ricoperto dalle *inferenze* ai fini della previsione. La suddivisione del mondo fenomenico secondo le categorie approssimative di *piacevole* e *spiacevole* è troppo semplicistica (Frith, 2009) e non solo non restituisce la complessità delle operazioni alle quali è chiamato il cervello nella decodifica della realtà, ma, soprattutto, non tiene conto dell'*osservatore*: del modo peculiare con cui ciascuno percepisce un medesimo stimolo, delle esperienze che ne hanno caratterizzato il passato come delle aspettative nutrite per il futuro. In considerazione di questo, per il cervello la percezione è come «[...] una sorta di *loop*, di ciclo» (Frith, 2009, p. 160), che non parte dal dato esterno, l'insieme degli stimoli che arrivano al nostro sistema sensorio-percettivo, ma da quello interno, un ba-

gaglio di *conoscenze a priori* (alcune delle quali sono presenti nel cervello per via evolutiva, mentre altre fanno parte delle esperienze personali del soggetto) che costituiscono veri e propri *modelli di mondi* e suggeriscono una serie di predizioni su quali segnali dovrebbe ricevere l'individuo. Sono queste predizioni a dover essere confrontate con i segnali effettivamente ricevuti: e l'esistenza di eventuali errori servirà al cervello per modificare il suo modello di mondo.

La percezione è, dunque, molto di più che la registrazione accurata di ciò che è presente nel mondo: è un *meccanismo intelligente*, che opera in maniera tanto veloce quanto inconsapevole, formulando ipotesi, decidendo qual è la probabilità che le sue ipotesi siano giuste in funzione di precisi elementi, quali l'*informazione* di cui si dispone, della *memoria* delle esperienze passate e della *previsione* di un futuro desiderabile (Berthoz, 2011). In definitiva, una «[...] predizione di ciò che dovrebbe esserci nel mondo» (Frith, 2009, p. 167). Ma in che modo è possibile determinare quanta informazione porta il messaggio al ricevente? Per valutarlo dovremmo conoscere le credenze prima dell'arrivo del messaggio e misurare, quindi, i cambiamenti intervenuti (Frith, 2009). Questo modo di procedere nella conoscenza, caratterizzato da una dialettica fatta di continui aggiustamenti, trova la sua formulazione matematica nel *teorema di Bayes*, che indica appunto come dovrei modificare la mia credenza relativa ad A data una qualche nuova evidenza X: «Dato un certo fenomeno (A) su cui volgiamo avere delle informazioni, e l'osservazione (X) che è l'evidenza relativa ad A, il teorema di Bayes ci dice quanto dovremmo *aggiornare* la nostra conoscenza di A, data la *nuova evidenza X* [...] Il termine matematico per credenza, in questo caso, è probabilità: la probabilità fornisce una misura di quanto io credo qualcosa» (Frith, 2009, p.153). Il teorema evidenzia il ruolo delle probabilità condizionate come strumento teorico per apprendere dall'esperienza, attraverso l'aggiornamento delle valutazioni di probabilità di una o più ipotesi, quando lo stato di informazione cambia a causa del verificarsi di uno o più eventi. Come fa notare Frith (2009), «Il teorema ha due componenti fondamentali: $P(A/X)$ e $P(X/A)$. $P(A/X)$ indica quanto dobbiamo cambiare le nostre credenze sul mondo (A), data la nuova evidenza (X). $P(X/A)$ indica quale evidenza (X) dovremmo aspettarci, date le nostre credenze sul mondo (A)» (Frith, 2009, p. 159). Sinteticamente, e per lo scopo di questo lavoro, possiamo considerare queste due componenti come dei congegni che *fanno predizioni* e che *rilevano errori di predizione*. Posto in questi termini, in sostanza il nostro cervello agirebbe sulla base di un *principio di probabilità* che lo porta a fare continuamente *previsioni* sul mondo circostante aggiustandole in tempo reale sulla base delle *nuove esperienze*: è per questa via che è possibile affermare che il cervello agisce come una *macchina bayesiana* (Rivoltella, 2014).

Acclarato, quindi, che l'*apprendimento*, in tutte le sue forme, sia fondamentale ai fini della *sopravvivenza*, in quanto ci immerge nel mondo fisico e ci consente reazioni di attrazione o di repulsione rapide ed efficaci poiché il cervello ha imparato ad attribuire valore alle cose (Frith, 2009) e, contestualmente, che consista prevalentemente nella *previsione*, cioè nel riconoscimento dei segnali che ci avvertono di quello che accadrà in futuro e delle azioni di cui avremo bisogno per farne accadere o evitarne altre, allora è possibile affermare che la *previsione* è un *meccanismo di base dell'apprendimento* e che è il *meccanismo che garantisce la sopravvivenza*.

2.2 Secondo elemento identificativo: la memoria delle esperienze pregresse (e dei loro esiti) e la dimensione del passato

Vale la pena a questo punto riprendere la definizione di *previsione* quale proprietà che consente di «[...] confrontare i dati dei sensi con le conseguenze delle azioni passate e di prevedere le conseguenze delle azioni in corso» (Berthoz, 2011, p. 15) e passare ad argomentare il secondo elemento identificativo, ossia *la memoria delle esperienze pregresse (e dei loro esiti) e la dimensione del passato*.

Senza soffermarci sulle aree coinvolte e sulla rete cerebrale da cui dipendono la capacità di ricordare il passato e quella di immaginare il futuro, sembra, invece, necessario approfondire quella che si presenta come una vera e propria *mutazione concettuale* che investe prioritariamente il concetto stesso di *tempo*, tradizionalmente inteso come una successione di singoli eventi, e, di conseguenza, quello di *passato*, pensato sempre come *congelato*, come ciò che non è più se non in quelle che idealmente possiamo definire le *stanze dei nostri palazzi mentali*, nonché quello di *futuro*, sempre assimilato alla proiezione di un'equivocabile *freccia del tempo* diretta verso un 'avanti' mai noto, mai chiaro, e, da ultimo, quello di *presente*, confinato, costretto tra il 'già compiuto' e il 'da compiersi', quell'attimo breve in cui ciascuno sfida l'eterno e scopre di 'essere'.

Alla luce delle più moderne conoscenze nell'ambito della neurofisiologia, oggi il *presente* ci appare, invece, riconducibile ad uno stato dinamico di transizione tra ciò che è conservato in tutte le memorie del passato (dalla più semplice memoria motoria, alle forme più cognitive della memoria, quale quella implicita, semantica, esplicita, episodica, ecc.) e la nostra idea di futuro, tra *ricordo* e *immaginazione*: tutte le proprietà anticipatorie richiedono, infatti, che vi sia un collegamento tra la memoria delle esperienze passate e la previsione delle conseguenze di azioni future (Berthoz, 2015).

Il chiarimento delle basi neurali della costruzione degli scenari futuri convalida, così, le intuizioni dei fenomenologi in merito all'esperienza della temporalità. Husserl (1981) distingue la realtà degli eventi attualmente *presenti* (che veramente *sono*) da quelli del passato (che *non sono* più, e vivono solo nel vissuto del *ricordo-rimemorazione*) e del futuro (che *non sono* ancora, e vivono solo nel vissuto dell'*aspettazione-attesa*), ma tutto ciò che accade nel presente è un microcosmo composto dalla sintesi di diverse fasi: la *ritensione* o *ricordo primario*, il rarefarsi nell'appena passato, l'atto dell'apprensione temporale che ci rende consapevoli delle fasi temporali immediatamente passate; la *protensione*, l'atto dell'apprensione temporale che ci permette di anticipare fasi non ancora vissute, ma alle quali si tende; *l'ora*, in cui l'oggetto immanente è *dato* in un flusso costante, terra di confine tra protensione e ritensione; la *rimemorazione*, la fase della *ri-produzione* dell'esperienza passata, un nuovo atto di coscienza, libera ripresentazione dell'intero vissuto, con le sue fasi protensionali e ritensionali e con il suo sprofondare continuo dal futuro nel passato attraverso *l'ora*, che si ripresenta completamente di nuovo. Il presente ripresentato ha dunque la stessa struttura "spessa" del presente originario: come sottolinea Husserl, «Se non ci fosse alcuna rimemorazione (*Wiedererinnerung*) (ammesso che sia affatto possibile una vita coscienziale senza di essa) [...] non ci sarebbe alcun oggetto per l'io; gli mancherebbe certo la coscienza di un qualcosa che si può cogliere (*ein Erfassbaren*) in molteplici atti di cogliimento (*Erfassungen*), cioè di un essere a cui si può sempre ritornare, e che si può riconoscere sempre come lo stesso, e inoltre che si può avere come un possesso libero e disponibile di cui appropriarsi» (Husserl, 2016, p. 326).

Questo processo dinamico di andata e ritorno tra il passato il futuro è ciò che le neuroscienze attuali indicano come un *viaggio mentale* (Berthoz, 2015).

Ed è proprio in riferimento al *viaggio mentale* che si gioca il ruolo delle tecnologie. La previsione attinge, infatti, alle esperienze anche *mediali* conservate nella *memoria*, alla luce delle quali, come si diceva, valuta i dati del presente e formula previsioni per il futuro. La tesi, che lascia riflettere, è che *l'esperienza mediale* debba la sua pervasività dunque, non tanto e non solo alla capacità di intercettare i bisogni degli utenti, di diffondersi capillarmente in tutti i contesti e di propagarsi trasversalmente a tutte le attività, quanto al fatto che va ad agganciare un meccanismo fondamentale ai fini dell'apprendimento: quanto esperito, sia pure indirettamente, durante la visione di un film, grazie all'esperienza motoria legata all'uso di videogiochi, così come alle forme di interazione sollecitate da un programma di intrattenimento, va a fare parte, infatti, del bagaglio della *memoria* e diventa, dunque, elemento utile ai fini della *previsione*. La nostra capacità di stimare la possibilità di fare un salto potrebbe dipendere, ad esempio, non solo dal fatto di averlo sperimentato al parco o durante una lezione di ginnastica, ma anche dalla stima richiesta in un gioco con la playstation e gli esiti prodotti diventare termine di paragone con quelli raccolti dal nostro apparato senso motorio di fronte alla pozzanghera che desideriamo evitare, un attimo prima di anticipare gli scenari possibili e scegliere se e come farlo.

E se pure questa nuova consapevolezza non cambia la realtà di fatto, dal momento che le tecnologie continueranno a *intervenire* 'sulla' e a *interferire* 'con' i processi previsionali, essa aiuta quantomeno ad individuare e a dare evidenza a quanto in profondità riescono ad agire. E di sicuro traccia nuovi orizzonti di ricerca e nuove responsabilità per la pedagogia, alla quale vanno assegnati i compiti, tra gli altri, di *coltivare la memoria* e di *esercitare lo sguardo*, nella consapevolezza che *regarder* il passato comporti sempre anche la ripresa o il rinnovarsi di quanto è stato ricordato e che lo *sguardo* [regard] includa in sé l'idea di *riguardo* [egard] e inviti perciò sempre chi guarda a un impegno più profondo (Cheng, 2007).

3. Seconda costante: acquisizione della capacità di previsione

Veniamo ora alla seconda costante, che è la dipendenza dei nuovi comportamenti biologici dall'*acquisizione di capacità*, segnalata da Dyson a proposito della capacità di accrescimento e di divisione della cellula proteinica (Margiotta, 2015, p. 51), in riferimento alla quale la casualità del modello della deriva genetica, in cui pure il tasso di errore sembra diminuire e quindi, quello della sopravvivenza aumentare, «[...] cede il posto alla logica della selezione naturale nel momento in cui qualunque cellula acquisisce la capacità di dividersi spontaneamente, diminuendo così drasticamente il tasso di errore nella riproduzione e assicurando alla propria linea genetica una sopravvivenza molto più sicura. In questo modo il dispositivo della selezione risulta essere un dispositivo appreso» (Margiotta, 2015, pp. 50-51).

Così è anche per gli organismi più complessi e in riferimento, in particolare, alla capacità di fare previsioni: «[...] più facciamo esperienza, più sviluppiamo lo spettro delle nostre informazioni e la nostra capacità di anticipare quello che potrà succedere in futuro, più diventiamo esperti nel fare previsioni e la nostra stessa capacità di previsione si affina» (Rivoltella, 2014, p. 26). Il che ci porta a concludere con Rivoltella che la previsione non è solo un meccanismo di base del nostro apprendimento, ma è, allo stesso tempo, una *competenza* sofisticata che si sviluppa man mano apprendiamo, andandone a costituire, in un certo senso, l'esito più

alto: «Prevedendo si impara, imparando si diviene capace di prevedere. La nostra possibilità di sopravvivere nel mondo e poi di viverci progressivamente con sempre più successo, dipende da quanto siamo bravi a fare previsioni» (Rivoltella, 2014, p. 26). *Sviluppare capacità* è, dunque, essa stessa qualcosa da imparare e in riferimento alla quale diventare *competenti*, anche, e diremmo viste le premesse, soprattutto, riguardo alla capacità di anticipare.

Questo l'intento del documento dell'OECD *Future of Education and Skills 2030*, che sottolinea con forza l'importanza della *capacità di anticipazione*, definita come «[...] la capacità di sviluppare la consapevolezza di come le azioni intraprese oggi potrebbero avere conseguenze in futuro» (OECD, Concept note: Anticipation-Action- Reflection cycle for 2030) nel breve e lungo periodo, così come, del resto, la loro inerzia o l'inazione (Rychen, 2016).

È in riferimento a queste considerazioni, che nel documento si intercetta l'elemento critico della *prospezione*, o conoscenza prospettiva, che già nella filosofia di Blondel (1906, 1970) è l'attività più propria e creativa della mente umana, immediata e direttamente tesa all'attuazione di uno scopo, che precede e concepisce l'azione e dirige l'intenzione verso la sua realizzazione, dunque verso il futuro, distinguendosi, così, dalla *riflessione*, intesa quale attitudine non operante, astratta e analizzante, che, invece, ricorda e riassume l'azione già avvenuta ed è legata al passato. Osserva Henrici al riguardo come «[...] questa diversità fra prospezione e riflessione non proviene solo dalla loro diversa intenzionalità (l'una va nel senso dell'agire, l'altra guarda in senso opposto), ma dalla differenza dei loro oggetti che sono il futuro («prima dell'azione») e il passato («dopo l'azione»)» (Henrici, p. 720, cit. da Mandolini, 2010, p.104). Ed è in questa differenza che sta anche «[...] la distanza che separa il possibile dal reale, il campo dei possibili che coesistono come realizzabili (compossibili a un livello ideale) e il campo del realizzato, in quanto contraddittorio. Nello scarto tra passato e futuro è racchiuso allora il discrimine tra possibile e reale, come tra compossibile e contraddittorio, tra logica dell'inclusione e logica dell'esclusione» (Mandolini, 2010, p.104).

Ma così come già in Blondel, anche nel documento dell'OECD, *prospezione* e *riflessione* si ricongiungono in maniera dialettica, affidando all'*azione* una funzione di cerniera, un *ponte* tra ciò che già gli studenti fanno e ciò che vogliono realizzare (Leadbeater, 2017): se grazie all'anticipazione lo studente definisce un obiettivo e uno scopo, è con l'*azione* che può avanzare verso un risultato stimato utile, desiderabile o auspicabile. L'OECD, citando Selman (2003) e Gehlbach (2004), sottolinea, così, l'importanza della *prospezione* al fine di intraprendere azioni responsabili creare nuovo valore e riconciliare tensioni e dilemmi.

A tal fine, questo colloca *anticipazione*, *azione* e *riflessione* all'interno di un *ciclo* grazie al quale per gli studenti diventa finalmente possibile: accelerare lo sviluppo dell'*agency*, cioè la capacità di fissare un obiettivo e riflettere e agire in modo responsabile per effettuare il cambiamento; favorire le *competenze trasformativa* di cui hanno bisogno per contribuire e prosperare nel nostro mondo e plasmare un futuro migliore (*creare nuovo valore*); prendere in considerazione le numerose interconnessioni e interrelazioni tra idee, logiche e posizioni apparentemente contraddittorie o incompatibili, e considerare i risultati delle azioni da più le prospettive a breve e lungo termine (*conciliare tensioni e dilemmi*); rielaborare e valutare le proprie azioni alla luce della propria esperienza e istruzione e prendendo in considerazione obiettivi personali, etici e sociali (*assumersi la responsabilità*).

Ma si tratta di un ciclo *iterativo* (AAR cycle), in cui le singole competenze si informano, si completano e si rafforzano reciprocamente, grazie al quale gli studenti

migliorano continuamente il loro pensiero e agiscono intenzionalmente e responsabilmente nell'interesse del benessere collettivo (OECD, 2030). Così è per l'*anticipazione* e l'*azione*: la volontà e la capacità dello studente di intraprendere azioni informate deriva dalla sua capacità di saperle anticipare, cioè di saper prendere in considerazione le possibili conseguenze dell'azione sia in relazione a se stesso che agli altri; di converso, l'anticipazione senza azione può sopraffare lo studente con incertezza sul futuro. Così è per l'*azione* e la *riflessione*, perfettamente condensato dal concetto di *riflessione in azione*, che sta ad indicare come non solo che i due stadi del ciclo siano interconnessi, ma che i due potrebbero verificarsi quasi contemporaneamente (Schön, 1983). Ma anche per la *riflessione* e l'*anticipazione*: nel documento dell'OECD si legge, infatti, come metacognizione, autocoscienza, pensiero critico e processo decisionale, abilità che si sviluppano attraverso la riflessione (Rolheiser, Bower e Stevahn, 2000), siano da ritenersi necessarie per un'anticipazione efficace.

Conclusioni

Nel reperire le condizioni di possibilità di un apprendimento efficace e consapevole in un tempo caratterizzato da uno sviluppo tecnologico senza rotta e da una globalizzazione che trasforma opportunità di promozione sociale in disuguaglianze, occorre, innanzitutto, cominciare ad esercitare il rifiuto a perdersi nella complessità e ad adottare una postura intellettuale che apra a un *riesame* (Berthoz, 2011, p. 14) di pratiche, di luoghi comuni, di teorie: una sorta di *disobbedienza intellettuale*, insomma, o, forse, come ci ricorda Bertoz (2011) di sano esercizio al *mettere tra parentesi l'ovvio* di husserliana memoria (Husserl, 1965), di liberazione da ogni *presupposto*, sia personale che scientifico, per sottoporre instancabilmente il mondo a sempre nuove indagini. Ed è solo allora che ci si imbatte in un meccanismo antico (sotto il profilo fisiologico) e al contempo nuovo (per la riflessione scientifica), la *previsione*, che rimodula il concetto stesso di apprendimento. Il dato più impressionante che ne deriva non consiste tanto nel registrare un marcato disinteresse nei confronti di questo concetto posto tra gli interstizi di tanti ambiti di ricerca e lì dimenticato, ma nello scoprire come studiare la previsione porti (all'apparente) paradosso di rivalutare e ripensare la *memoria* nella direzione di quel già citato *rimemorare* (Husserl, 1981) - tratto tipico della memoria che si traduce nella sua capacità di instaurare un particolare legame con una percezione passata (Corti, 2016) - che non lascia margini a sentimentalismi, e le fa assumere, anzi, nuovo valore fondativo per la costruzione di un futuro desiderabile, per un'umanità *non più* fragile. Un futuro che sarà tanto migliore quanto più riusciremo a immaginare preventivamente l'esito delle nostre azioni, anche grazie al fatto di potere attingere al ricco universo di esperienze rese possibili dalla tecnologia. Esplorarne il modo è il nostro compito nell'immediato.

Riferimenti bibliografici

- Baricco, A. (2018). *The game*. Torino: Einaudi.
- Berthoz, A. (2015). L'anticipation et le voyage mental: des propriétés fondamentales du vivant? In A. Berthoz, C. Debru (eds.), *Anticipation et Prediction. Du geste au voyage mental*. Paris: Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2015). *La vicarianza. Il nostro cervello creatore di mondi*. Torino: Codice.

- Berthoz, A. & Debru, C. (eds.) (2015). *Anticipation et Prediction. Du geste au voyage mental*. Paris: Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2011). *La semplicità*. Torino: Codice.
- Berthoz, A. (2004). *La scienza della decisione*. Torino: Codice.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Parigi: Odile Jacob Paris.
- Blondel, M. (1970). *L'azione*. Brescia: La Scuola.
- Blondel, M. (1906). Le point départ de la recherche philosophique. *Annales de Philosophie*, 151.
- Caffo, L. (2017). *Fragile umanità. Il postumano contemporaneo*. Torino: Einaudi.
- Capra, F. & Luisi, P.L. (2015). *Vita e natura. Una visione sistemica*. Sansepolcro: Aboca.
- Cheng, F. (2007). *Cinque meditazioni sulla bellezza*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Corti, L. (2016). Tre modelli di memoria in Husserl (1893-1917). *Nóema*, 7-2.
- Damasio, A.R. (2003). *Emozione e coscienza*. Milano: Adelphi.
- Frith, C. (2009). *Inventare la mente. Come il cervello crea la nostra vita mentale*. Milano: Raffaello Cortina.
- Gallese, V. (2001). The shared manifold hypothesis. From mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8, 33-50.
- Gehlbach, H. (2004). A New Perspective on Perspective Taking: A Multidimensional Approach to Conceptualizing an Aptitude. *Educational Psychology Review*, 16(3), 207-234.
- Henrici, P. (1972) Per una filosofia cristiana della prassi. *Gregorianum*, 4, 717-730.
- Husserl, E. (2016). *Lezioni sulla sintesi passiva*. Brescia: La Scuola.
- Husserl, E. (1981). *Per la fenomenologia della coscienza interna del tempo (1893-1917)*. Milano: FrancoAngeli.
- Husserl, E. (1965). *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*. Torino: Einaudi.
- Leadbeater, C. (2017). "Student Agency" section of Education 2030 - Conceptual learning framework: Background papers. OECD, from <http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents>.
- Mandolini, C. (2010). Futuro, possibile, azione. Le implicazioni crono-logiche dell'agire umano in Blondel. *Daimon, Revista Internacional de Filosofía*, 3, 97-106.
- Margiotta, U. (2015). *Teoria della formazione*. Roma: Carocci.
- Maturana, H.R., Varela F.J. (2001). *Autopoiesi e cognizione*. Padova: Marsilio.
- Minati, G. (2010). Sistemi: origini, ricerca e prospettive. In L. Urbani Ulivi (eds.), *Strutture di mondo* (pp. 15-46). Bologna: Il Mulino.
- Morin, E. (2002). *Il metodo. L'identità umana*. Milano: Raffaello Cortina.
- Morin, E. (1999). *L'intelligence de la complexité*. Paris: L'Harmattan.
- OECD, *Future of Education and Skills 2030. Conceptual learning framework*, from [http://https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Pavlov, I.P. (1994). *I riflessi condizionati*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Premack, D. & Woodruff, G. (1978). Does the Chimpanzees Have a Theory of Mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515-526.
- Preston, S.D. & De Waal, F.B.M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25 (1), 1-20.
- Rivoltella, P.C. (2014). *La previsione. Neuroscienze, apprendimento, didattica*. Brescia: La Scuola.
- Roganti, D. & Ricci Bitti, P. (2012). Empatia ed emozioni: alcune riflessioni sui neuroni specchio. *Giornale Italiano di Psicologia*, 3, 565-590.
- Rolheiser, C., Bower, B. & Stevahn, L. (2000). *The portfolio organizer: Succeeding with portfolios in your classroom*. Alexandria VA: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Rychen, D. (2016). *Education 2030: Key Competencies for the future*, from <http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents>.
- Schön, D.A. (1983). *Il professionista riflessivo. Per una nuova epistemologia della pratica professionale*. Bari: Dedalo.
- Schultz, W. (2001). Reward signaling by dopamine neurons. *Neuroscientist*, 7, 293-225.
- Selman, R.L. (2003). *The promotion of social awareness: Powerful lessons from the partner*

ship of developmental theory and classroom practice. New York: Russell Sage Foundation.

Thorndike, E.L. (1911). *An experimental study of associative process in animals*. *Animal intelligence*. New York: MacMillan.

Uexküll, J. & Kriszat, G. (1936). *I mondi invisibili*. Milano: Mondadori.