



ISSN: 2038-3282

**Pubblicato il: gennaio 2021**

©Tutti i diritti riservati. Tutti gli articoli possono essere riprodotti con l'unica condizione di mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da [www.qtimes.it](http://www.qtimes.it)  
Registrazione Tribunale di Frosinone N. 564/09 VG

**Affective computing and emotional intelligence: state of the art and future developments**  
**Affective computing e intelligenza emotiva: stato dell'arte e prospettive di sviluppo**

di

Alessia Signorelli  
Università degli Studi di Perugia  
[alessia.signorelli@gmail.com](mailto:alessia.signorelli@gmail.com)

**Abstract**

The present article aims at providing an overview of the studies and research that, in the last years, have applied the principles of Affective Computing (Picard, 1995) to education, particularly in the supporting and developing of social and emotional competences in subjects with special educational needs.

The analysis of this particular kind of *emotional* Artificial Intelligence able to process, understand and in some instances even replicate the user's emotional states, will be the starting point for a reflection on the convergence of emotional intelligence and Affective Computing, in order to analyze their potential in helping all students, not just those with specific disabilities, to acquire and strengthen their interpersonal and intrapersonal skills.

**Keywords:** Emotional intelligence, affective computing, education

## Abstract

Il presente contributo ha l'obiettivo di offrire una panoramica degli studi e delle ricerche che, negli ultimi anni, hanno applicato i principi dell'Affective Computing (Picard, 1995) al mondo dell'educazione, in modo particolare al supporto e allo sviluppo delle competenze di natura sociale ed emotiva in soggetti con bisogni educativi speciali.

L'analisi di questo particolare tipo di Intelligenza Artificiale *emotiva*, in grado di elaborare, comprendere e in alcuni casi addirittura replicare gli stati emotivi dell'utente, si pone come base di partenza per una riflessione sull'incontro tra il costrutto di intelligenza emotiva e l'Affective Computing, in modo da analizzarne il potenziale nel supportare tutti gli studenti, non solo quelli con disabilità specifiche, nell'acquisizione e rinforzo delle proprie abilità inter e intrapersonali.

**Parole chiave:** intelligenza emotiva, affective computing, educazione

## 1. Introduzione

L'universo delle emozioni rappresenta da sempre un affascinante e controverso ambito di studi, ricerche e riflessioni; se, per secoli, le emozioni, in modo particolare il loro ruolo e impatto sulla vita degli esseri umani è stato prevalentemente esplorato da filosofi, letterati, antropologi e storici (Plamper, 2017), è altrettanto importante ricordare come, a partire dalla seconda metà del XIX secolo grazie al contributo di William James *What is an Emotion* (1884), preceduto di alcuni anni dal lavoro *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali* di Darwin (1872), anche le scienze iniziano ad approcciarsi a questo complesso universo con l'obiettivo di fornire risposte di natura psicologica e neurologica nel caso di James ed evoluzionista in quello di Darwin alle tante domande che nascono dalla complessità delle emozioni.

Per quanto riguarda le neuroscienze, negli ultimi anni abbiamo assistito ad una crescita esponenziale di studi e ricerche relative al rapporto tra emozioni e cervello (Damasio, 1994; Feldman Barrett, 2017), in modo particolare indagini sull'esistenza o meno di aree cerebrali "preposte" alla genesi delle emozioni, su quali siano i processi neurologici coinvolti nella nascita ed espressione emotiva (Lindquist et al. 2012; Immordino – Yang & Gotlieb, 2017; Immordino – Yang, Darling-Hammond & Krone, 2018) e che legame esista tra emozioni, cervello e apprendimento (Immordino-Yang, 2016).

A partire dalla metà degli anni '90, con i contributi di Rosalind Picard (1995, 2001) membro del Media Lab del MIT, alla quale si deve il termine stesso di *Affective Computing*, anche il mondo delle tecnologie, in modo particolare quello dei computer, inizia – è proprio il caso di dirlo – ad interfacciarsi con le emozioni grazie a questo particolare tipo di Intelligenza Artificiale.

Nel corso di quasi trent'anni, l'ambito dell'*Affective Computing* ha visto un aumento costante dal punto di vista delle ricerche ma anche delle applicazioni. Da un utilizzo più "commerciale", ossia sterzato sull'utilizzo di computer e sistemi in grado di cogliere gli stati emotivi degli utenti per l'analisi del *sentiment* o per il miglioramento della produttività dell'utente, si è passati ad una riflessione più profonda e multisfaccettata delle potenzialità dell'*Affective Computing* in ambito educativo. In modo particolare, tre sono le aree di sviluppo che sembrano avere le ricadute più interessanti per l'educazione: il rapporto tra computer, intelligenza emotiva e apprendimento; l'*Affective Computing* utilizzato a supporto

di soggetti con bisogni speciali, quali individui con disturbi dello spettro autistico, nel riconoscimento degli stati emotivi propri e altrui; la generalizzazione delle “buone pratiche” rintracciate nelle prime due aree anche per studenti definiti “a sviluppo tipico”.

Da questo emerge sempre più chiara la centralità del rapporto tra emozioni ed apprendimento associato all’idea di computer e sistemi “emotivamente intelligenti” che costituiscano strumenti a supporto non solo di quei discenti con difficoltà ma di tutta la classe, in modo da lavorare al benessere emotivo di ciascuno studente, producendo quindi un impatto positivo in termini di miglioramento dell’inclusività.

## **2. Intelligenza “Emotiva” Artificiale: l’Affective Computing**

Il costrutto di Intelligenza Artificiale (*Artificial Intelligence*, in inglese, sintetizzato con l’acronimo AI che da questo momento in poi sarà usato nel presente contributo) è stato definito come quel particolare ambito di ricerca afferente all’area degli studi che intersecano scienza e ingegneria informatica il cui obiettivo è comprendere il “comportamento intelligente”, messo in atto da uomini ma anche da animali, attraverso la simulazione di detto comportamento da parte di “macchine” programmate a questo scopo. Come ricorda Flowers (2019), l’AI nasce proprio dall’assunto per cui la relazione intercorrente tra stati mentali e reazioni corporee rifletterebbe, sotto molti punti di vista, quella tra hardware e software; dunque, gli stati mentali si traducono in stati funzionali o computazionali e questo, di conseguenza, avrebbe permesso lo sviluppo dell’AI come una modalità per spiegare e comprendere la mente. Si tratta di un approccio che potremmo definire multidisciplinare in quanto, sin dagli inizi, i “pionieri” dell’AI (Nilsson, 2008) hanno attinto dalla matematica, dalla logica, dalle neuroscienze, dalle teorie probabilistiche e dalla statistica, ma anche dagli studi sulla linguistica e dalla psicologia, con l’obiettivo di individuare, all’interno di queste discipline, modalità e idee che fossero in grado di fornire loro una “mappa” su come orientarsi e procedere.

Questa multidisciplinarietà ha prodotto, come conseguenza, una vasta area di ricadute per quanto riguarda l’applicazione dell’AI; tra queste, il *Machine Learning* è una branca che si occupa di equipaggiare le macchine con la capacità di apprendere e portare a termine dei compiti senza essere programmate in maniera specifica – questo rende necessario per i computer essere in grado di affrontare elementi e situazioni sconosciute quali possono essere le emozioni e le espressioni dell’utente (Bose, 2020). Al *Machine Learning* fa riferimento l’Affective Computing, “nato ufficialmente” nel 1995 grazie all’eponimo contributo di Rosalind Picard, ricercatrice e docente del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) di Cambridge in Massachusetts, a sua volta fortemente influenzata dai lavori di Turing, che si presenta come un particolarissimo tipo di Intelligenza Artificiale sviluppatosi all’interno della branca di ricerca dell’HCI, ossia l’*human – computer interaction* (in italiano interazione uomo – computer).

Per Picard (1995;2001) l’interazione uomo – macchina può essere ancora più efficace nel momento in cui l’utente si trova ad interagire con computer in grado di “adattarsi” alle necessità dell’utente stesso; questa capacità di adattamento del *device* comporta però l’abilità da parte dello stesso di saper cogliere, elaborare e “comunicare” con le espressioni emotive

dell'utente – ad esempio saper interpretare e rispondere correttamente alla frustrazione, alla confusione, ecc.

Gli studi e le ricerche relative alla nascita, tipologia, espressione e funzioni delle emozioni nella vita dell'uomo sono molteplici e si snodano su un arco temporale piuttosto lungo; tuttavia, è solo in anni più recenti che questi studi di natura principalmente neurologica, psicologica e pedagogica sono andati incontro ad una sistematizzazione maggiore, contribuendo alla creazione di un corpus scientifico piuttosto solido circa l'importanza delle emozioni per l'uomo – ad esempio gli studi condotti dal neuroscienziato Antonio Damasio (1994;1996) -quali elementi “razionali” in grado di guidare correttamente ciascuno di noi ad esempio nell'assunzione di decisioni responsabili.

Paul Ekman (1969; 1992; 1999; 2006) è stato tra i primi psicologi ad affrontare in maniera sistematica l'universo delle emozioni nell'uomo, arrivando a proporre non solo una categorizzazione delle emozioni di base (dapprima sette, in seguito ampliata a quindici) ma anche a condurre studi su quelle che vengono definite *display rules* delle emozioni, ovvero le norme sociali che ne regolano l'espressione nei diversi contesti culturali (1969; 1992).

Le teorie e gli studi di Ekman sono stati al centro di revisioni ma anche critiche (Feldman Barrett, 2016; 2017), soprattutto per quanto riguarda quello che è stato ottenuto da studi di natura neurologica affiancati da analisi socio-culturali e antropologiche che hanno restituito un quadro diverso e sicuramente più complesso rispetto a quanto prodotto negli anni da Ekman stesso.

Sintetizzando, per motivi di spazio e pertinenza, possiamo definire le emozioni “[...] esperienze soggettive coscienti, caratterizzate da espressioni di natura psico-fisiologica, risposte biologiche e stati mentali. Sono spesso associate e considerate in un rapporto di reciproca influenza con l'umore, il temperamento, la personalità, la disposizione e la motivazione. Spesso le emozioni sono il motore dietro la motivazione, positiva o negativa che sia.” (Anagnostopoulos et al., 2014, p.137)<sup>1</sup>.

Landowska et al. (2016) forniscono ulteriori definizioni chiarificatrici rispetto ai termini usati da Anagnostopoulos e colleghi, per cui l'emozione è una reazione ad uno stimolo che può durare dai pochi secondi ad alcuni minuti, l'umore è uno stato emotivo che può durare da ore a giorni e la personalità è l'inclinazione a percepire determinate emozioni; per “stato emotivo”, dunque si intende lo stato attuale (temporaneo) di una persona, indipendentemente dalle origini (stimoli, umore o personalità)

Un quadro di riferimento decisamente interessante è quello offerto dal costrutto di Intelligenza Emotiva (IE), già teorizzato da Thorndike negli anni '20 del XX secolo come un'intelligenza di natura “sociale” in grado di orientare le azioni degli individui nelle relazioni e nelle scelte responsabili. Questa teoria fa da sfondo e viene ripresa e ampliata da Mayer e Salovey (1993) che sostituiscono “sociale” con “emotiva”; questo tipo specifico di intelligenza renderebbe gli individui in grado di riconoscere e gestire correttamente le proprie emozioni, riconoscere quelle degli altri e porre in essere relazioni soddisfacenti e sane, grazie all'elaborazione delle informazioni di natura emotiva acquisite.

---

<sup>1</sup> Traduzione dell'autore

Due anni dopo, lo psicologo Daniel Goleman con il volume *Intelligenza Emotiva* contribuisce ad ampliare ancora di più questo quadro di riferimento, partendo da un'analisi delle problematiche che negli anni hanno condotto i giovani statunitensi ad avere problemi di gestione dei propri stati emotivi e dei rapporti con gli altri con gravi ricadute nell'ambito della salute ma anche dell'apprendimento, aspetto questo largamente affrontato dal *Collaborative for Academic Social and Emotional Learning (CASEL)*<sup>2</sup>, organizzazione fondata dallo stesso Goleman il cui obiettivo principale, da quasi trent'anni, è produrre ricerche e studi basati su evidenze circa l'importanza dell'impatto dell'intelligenza emotiva sull'apprendimento.

Ciò che emerge da questa breve rassegna è la centralità del rapporto tra uomo, emozioni e intelligenza emotiva. Non a caso, Landowska (2013) ricorda che, anche alle prese con un computer, l'uomo rimane sempre una creatura “emotiva” e le emozioni che possono manifestarsi durante l'interazione uomo – macchina sono assolutamente reali.

A questo punto, la domanda più che lecita e che si pone la stessa Picard (2001) è: come possono “macchine fredde” quali i computer riuscire a dare una risposta e un supporto emotivi corretti all'utente più o meno in difficoltà? In poche parole, com'è possibile e in che modo può un computer non solo dialogare con le emozioni umane, ma riconoscerle, interpretarle nel modo giusto, sollecitarle se non addirittura influenzarle?

Affinché questo si realizzi, c'è bisogno di intelligenze artificiali “emotivamente competenti” che non significa, però, la creazione di “computer emotivi” (Picard, 1995), quanto piuttosto l'elaborazione di modelli informatici in grado di riconoscere gli stati affettivi dell'utente attraverso un approccio multidisciplinare che integri studi neurobiologici, psicologici e quelli condotti nel campo delle scienze sociali e cognitive (Poria et al., 2017) con studi e ricerche nel campo dell'informatica. Per Landowska et al. (2016), lo stato emotivo di una persona può influenzarne la concentrazione e le capacità di portare a termine un compito o compiere decisioni e per questo motivo, i sistemi progettati secondo i parametri dell'Affective Computing possono supportare la produttività e l'efficacia dell'interazione uomo – macchina. Anche Poria e colleghi (2017), sottolineano il fatto che l'*Affective Computing* sia un campo di ricerca ancora emergente, il cui obiettivo è quello di permettere a sistemi intelligenti di riconoscere, percepire e interpretare le emozioni umane da un lato ma anche di “esprimere”, a loro volta, emozioni e sentimenti. In pratica, si tratta di progettare computer – ma anche software e app – che siano “emotivamente intelligenti”, declinati in tre aree di sviluppo principali: riconoscimento e rappresentazione degli stati emotivi, individuazione, interpretazione e modellamento degli stati emotivi e simulazione di stati emotivi (Landowska, 2013).

Vlachostergiou, Caridakis e Kollias (2014), evidenziano come di fatto, negli anni, l'esistenza umana e quella dei computer sia diventata sempre più intrecciata e come questo abbia portato, negli anni, a uno sviluppo tale nel campo della ricerca da produrre un “cambiamento” sostanziale; gli autori, infatti, affermano che sia più corretto parlare non più di “semplice” HCI, ma di iHCI, ossia *intelligent human computer interaction* (interazione uomo – computer

---

<sup>2</sup> casel.org

intelligente). Questo passaggio concettuale è accompagnato anche da un cambiamento rispetto alle strutture stesse del dispositivo, per cui si passa da strumenti di input “classici” quali la tastiera e il mouse, che sono di per sé assolutamente privi di qualsiasi capacità di captare gli stati emotivi dell’utente a modalità plurime e più “raffinate” di comunicazione e interazione uomo – macchina, tra cui funzioni interattive in grado di cogliere e, soprattutto, comprendere segnali sociali e stati affettivi. In sintesi, per Vlachostergiou, Caridakis e Kollias (2014), nel momento in cui ci spostiamo dall’ambiente HCI a quello da loro definito iHCI che si basa ad esempio sulla tecnologia touch, sulla percezione del gesto e del movimento, ci troviamo davanti a dei sistemi capaci di rilevare le sfumature e i cambiamenti nella comunicazione dell’utente e, di conseguenza, riescono ad avviare un dialogo basato sull’analisi di questi elementi.

Non a caso, l’Affective Computing è definito un sistema “multimodale” di raccolta e analisi di informazioni circa gli stati affettivi dell’utente che comprende sistemi di riconoscimento vocale, tra i più diffusi (Garcia-Garcia et al., 2018), o sensori fisiologici in grado di analizzare il battito cardiaco, gli impulsi muscolari o la temperatura corporea (Kolakowska et al., 2014; Garcia-Garcia et al., 2018; Morganti, Pascoletti, Signorelli, 2020) e, ancora, l’utilizzo di video in grado di fornire informazioni e dati sulle espressioni facciali legate allo stato emotivo, cosa questa che risponde pienamente al fatto che l’essere umano esprime le proprie emozioni attraverso una molteplicità di canali: espressioni facciali, voce, gesti, movimenti e così via (Garcia-Garcia et al., 2018)

Questo ha condotto ad una crescita costante e esponenziale di strumenti e dispositivi strutturati secondo i parametri dell’Affective Computing nel campo dell’analisi dei segnali sociali, in quello dei giochi interattivi, in quello della salute e delle tecnologie educative (Vlachostergiou, Caridakis e Kollias, 2014; Garcia-Garcia et al., 2018; Morganti, Pascoletti, Signorelli, 2020); inoltre molteplici sono anche i sistemi di monitoraggio emotivo e simulatori di personalità virtuali (Landowska, 2013; Morganti, Pascoletti, Signorelli, 2020).

Queste diverse tipologie di applicazioni, solitamente presentano due modalità di interazione tra utente e computer: a singolo o doppio canale (Landowska, 2013).

Nella prima modalità rientrano quei sistemi che riescono a riconoscere automaticamente gli stati emotivi dell’utente ma il loro riconoscimento non comporta “reazioni” da parte della macchina e quei sistemi che, pur non ricevendo alcun input da parte dell’utente, riproducono stati emotivi sulla base di condizioni predefinite; i primi sistemi vengono definiti affective monitor, i secondi invece affective simulator.

Nella seconda modalità, quella che prevede un doppio canale comunicativo, troviamo gli affective software, ossia sistemi specificatamente settati per interagire “emotivamente” con l’utente (ad esempio i chatbot, intelligenze artificiali capaci di condurre una conversazione “umana” e di orientare le tematiche del dialogo a seconda delle risposte date dall’utente; in questo senso, il chatbot interpreta gli stati emotivi e li utilizza per scegliere le risposte più adeguate) e gli affect – aware systems, ossia sistemi con una capacità più elevata e sottile di cogliere gli stati emotivi dell’utente e dotati, al tempo stesso, di meccanismi e algoritmi che riescono a gestire le informazioni ottenute in modo da, per esempio, aiutare l’utente a portare a termine in maniera efficace dei compiti già predefiniti (Landowska, 2013).

A partire dai primi lavori di Picard e del suo gruppo di ricerca, l'*Affective Computing* ha presentato uno sviluppo costante e in più direzioni sia dal punto di vista degli studi che dell'implementazione dei suoi principi, in modo particolare nel mondo dell'educazione, dove l'impatto delle emozioni e quello delle tecnologie sull'apprendimento stanno diventando argomenti sempre più centrali (Akbyik, 2010). Alcuni studi si sono concentrati sulla creazione di modelli in grado di integrare efficacemente i principi dell'*Affective Computing* con quelli della didattica, come il FEASP (*fear, envy, anger, sympathy, pleasure*)<sup>3</sup> sviluppato da Astleitner (2000) che permette la progettazione di software affettivo – educativi che comprendano simulazioni in ambienti virtuali che possano aumentare il coinvolgimento, la memoria, la comprensione e la collaborazione tra studenti.

Ma è nell'ambito delle tecnologie “speciali”, ossia tutte quelle tecnologie pensate per permettere a studenti con disabilità o bisogni educativi speciali che l'*Affective Computing* ha trovato un particolare canale di implementazione, specialmente nell'area relativa allo sviluppo delle competenze di natura sociale ed emotiva in studenti con difficoltà comportamentali o con disturbi dello spettro autistico.

### 3. *Affective Computing* e bisogni speciali: una rassegna di studi

Il disturbo dello spettro autistico è una complessa condizione del neurosviluppo, caratterizzata da problemi nell'area della comunicazione, nell'espressione e riconoscimento delle emozioni e nell'attuazione di comportamenti ripetitivi e stereotipati. Vengono riconosciuti almeno quattro sotto-tipi di disturbo: autismo ad alto, medio e basso funzionamento e Sindrome di Asperger (Kanner, 1943; Asperger, 1991; Frith, 1991; El Kaliouby et al., 2006). Mentre i soggetti con Sindrome di Asperger presentano un quoziente intellettivo nella media o, addirittura sopra la media e nessun ritardo nello sviluppo del linguaggio, negli altri tre casi questa condizione appare invariabilmente, in diversi livelli di gravità. Secondo Baron – Cohen (2004) i soggetti con disturbo dello spettro autistico presentano una triade di punti di forza: buona attenzione ai dettagli, interessi estremamente circoscritti e spesso singolari e piccole “isole” di abilità.

Le potenzialità dell'*Affective Computing* come di Intelligenza Artificiale in grado di supportare soggetti con disturbo dello spettro autistico nel riconoscere le emozioni, è stata individuata già dal gruppo di ricerca guidato da Picard a partire dalla seconda metà degli anni '90. In modo particolare, sia gli studi di Blocher (1999) che di Kirsch (1999) si sono concentrati sulla creazione di “emotionally reactive toys”, ossia giocattoli in grado di riprodurre o produrre delle reazioni emotive di diverso tipo e utilizzati per insegnare a bambini molto piccoli (dai 3 ai 7 anni) affetti da autismo a riconoscere correttamente le emozioni.

Mentre Blocher ha fatto uso di video dove venivano proposte una serie di emozioni e il bambino doveva scegliere uno o più gnomi di peluche associati a queste emozioni e capaci di comunicare con il computer attraverso un sistema wireless, lo studio di Kirsch è stato incentrato sulla creazione di una tigre di peluche che presenta reazioni emotive a seconda del modo in cui il bambino lo utilizza per giocare. In questo modo, oltre a riconoscere le

<sup>3</sup> paura, invidia, rabbia, compassione, piacere (traduzione dell'autore).

emozioni, il bambino le associa a comportamenti corretti ma anche a quelli scorretti (Picard, 20002).

Sempre per quanto riguarda il supporto a soggetti con disturbo dello spettro autistico, El Kaliouby, Picard e Baron – Coehn (2006), oltre a proporre una serie di dispositivi per il riconoscimento delle emozioni, ribadiscono l'importanza di una collaborazione più stretta e sistematica tra ricercatori impegnati nello studio dell'autismo e *Affective Computing*, sottolineando i benefici reciproci in termini di avanzamento della ricerca per entrambi gli ambiti esemplificata dalla produzione ideale di strumenti sempre più raffinati per il riconoscimento emotivo che possono essere adattati e applicati a qualunque situazione, in modo particolare in ambito educativo così da permettere a questi studenti di poter partecipare non solo da un punto di vista degli apprendimenti ma anche da quello sociale.

Chung & Yoon (2011) hanno sviluppato un sistema per il riconoscimento delle emozioni proprie e altrui basato sull'utilizzo di bio – sensori e i principi dell'*Affective Computing* e costituito da tre componenti: 1) ambiente virtuale interattivo, nel quale il bambino con disturbo dello spettro autistico crea un avatar che interagisce con diversi agenti virtuali all'interno di situazioni ipotetiche. Ciascuno di questi agenti virtuali è dotato di un proprio modello affettivo, per cui ogni scenario si presenta connotato da situazioni dinamiche create dall'interazione tra l'avatar del bambino autistico e dell'agente virtuale. Il bambino con disturbo dello spettro autistico, supportato nel miglioramento delle proprie abilità di interazione in un ambiente “protetto” come quello virtuale, sarà incoraggiato poi a mettere in atto quanto appreso nell'ambiente reale; 2) bio – sensori: in questo particolare sistema vengono utilizzati sia l'EEG che l'ECG, entrambi collegati ad un software che analizza e riconosce gli stati emotivi dell'utente attraverso i segnali raccolti dai due sistemi di monitoraggio; 3) interfaccia per simulazione dell'ambiente virtuale: questo ultimo elemento è utilizzato per potenziare la situazione immersiva nell'ambiente virtuale attraverso l'utilizzo di interfacce aptiche, software di controllo e strumenti per la registrazione di segnali non biologici quali la voce e le espressioni facciali del bambino con autismo.

Bishop (2015) propone una rassegna di applicazioni progettate per fornire all'utente con difficoltà nell'interazione emotiva e sociale vari tipi di supporto; tra questi, ad esempio PARLE, un dispositivo digitale scaricabile sul proprio telefonino aiuta il soggetto con autismo a interpretare espressioni usate dal proprio interlocutore e ad analizzare ulteriori informazioni di tipo emotivo; questo dispositivo, inoltre, prevede la possibilità di un “training emotivo” a distanza per aiutare l'utente ad affrontare nel migliore dei modi le proprie difficoltà di interazione sociale, in modo particolare nel classificare correttamente frasi o espressioni che potrebbero essere interpretate come offensive o poco chiare.

Similmente, gli altri dispositivi presentati da Bishop utilizzano i principi dell'*Affective Computing* allo scopo di apportare miglioramenti nella comunicazione di soggetti con autismo puntando al riconoscimento delle emozioni non solo derivanti dall'interazione ma anche – e soprattutto – quelle sottostanti e sottintese negli scambi verbali.

Sulla stessa linea si presenta il contributo di Messinger et al. (2014), che offre una revisione degli approcci *Affective Computing* per lo sviluppo della comunicazione emotiva non solo nei bambini con disturbo dello spettro autistico ma anche in bambini con sviluppo tipico.

Gli autori presentano sia i progressi dei sistemi di *Affective Computing* che si occupano di misurare l'espressione vocale dei bambini così come nuovi sistemi progettati per l'analisi

dell'attivazione emotiva e la loro efficacia di implementazione con bambini con sindrome dello spettro autistico. Particolare attenzione viene data a quelli che sono definiti “embodied conversational agents”, ossia agenti per la comunicazione digitale rappresentati da soggetti umani, animali ecc, per comprendere e influenzare le dinamiche affettive dell'apprendimento. Da non ultime, vengono illustrate le potenzialità dei robot per il miglioramento delle competenze socio – emotive nei bambini con autismo. Rudovic e colleghi (2018) esplorano ulteriormente le potenzialità dei robot in questo ambito, evidenziando come in realtà, i robot già esistenti siano comunque piuttosto limitati nel riconoscimento e risposta automatici agli stati emotivi umani. Un elemento chiave è anche la difficoltà presentata dal fatto che diversi soggetti con autismo hanno diverse modalità di esprimere i propri stati emotivi e cognitivi. Per poter rispondere al meglio a questa sfida, Rudovic e colleghi propongono un framework per la personalizzazione di questi robot, mettendo insieme le informazioni contestuali dei bambini (dati demografici e punteggi ricavati da test sul comportamento) insieme alle caratteristiche individuali. Questo quadro di riferimento è stato poi testato raccogliendo i dati di 35 bambini dai 3 ai 13 anni con sindrome dello spettro autistico provenienti da due macro – aree culturali, quella europea e quella asiatica. I risultati dello studio hanno dimostrato la fattibilità di progettazione di robot in grado di percepire gli stati emotivi dei bambini con autismo in maniera più raffinata e efficace, aprendo scenari di ricerca promettenti sia per quanto riguarda l'Affective Computing che le terapie utilizzate per l'autismo.

È chiaro come l'applicazione dell'Affective Computing nel campo delle tecnologie speciali, appare sicuramente fecondo e in espansione. Quello che emerge, tuttavia, è il persistere di una situazione più sperimentale che applicativa nel quotidiano. Sebbene le ricerche e gli avanzamenti riportati siano assolutamente interessanti, rimane ancora un deciso *gap* tra quello che la ricerca propone e quanto di questo venga poi generalizzato nell'ambito educativo in maniera estesa – il che porta anche ad una riflessione sulla possibilità di trasferire le conoscenze generate in ambienti quali quello statunitense, ad esempio, all'interno di realtà educative molto diverse, quale quella italiana, e sulle opportunità, come vedremo nel prossimo paragrafo, di adottare uno sguardo applicativo più ampio, e che non si limiti all'implementazione dell'Affective Computing solo nell'ambito delle tecnologie “speciali”.

#### **4. Da speciale a universale: l'affective computing come elemento di supporto allo sviluppo emotivo di tutti**

Vivanet (2017), nel proporre una classifica dell'efficacia delle tecnologie utilizzate in ambito educativo basata sulle evidenze prodotte dalla ricerca, parla di casi di “ovvia utilità”. Con ovvia utilità, l'autore intende quei casi in cui l'applicazione delle tecnologie in campo educativo presenta già di per sé elementi positivi senza il bisogno di ricorrere a ricerche e sperimentazioni che ne comprovino l'efficacia. Questo è il caso delle tecnologie assistive, compensative e di tutte quelle tecnologie utilizzate per permettere a studenti con disabilità e bisogni educativi speciali di poter raggiungere i propri obiettivi educativi ma anche sociali e dunque accedere in maniera piena e dignitosa alla vita scolastica che sarebbe loro altrimenti preclusa.

Tuttavia, abbiamo visto come di per sé l'affective computing si ponga come vantaggioso per tutti, anche per quegli utenti – in questo caso studenti – che non presentano particolari bisogni

educativi speciali dal punto di vista cognitivo o intellettuale ma che possono invece soffrire di problemi relativi alla sfera sociale e emotiva. Questi problemi possono essere di natura transitoria e, tuttavia, la letteratura dimostra come le emozioni impattino in maniera sostanziale l'apprendimento anche in quegli studenti che possiamo definire "a sviluppo tipico", come facilitatori o inibitori (Ingleton, 1999; Akbiyik, 2010; Durlak et al., 2011; Taylor et al., 2017).

Tra le varie applicazioni dell'Affective Computing in ambito educativo, possiamo ricordare AutoTutor (Graesser et al., 2008), un sistema di tutoraggio virtuale intelligente dotato di agenti virtuali per la comunicazione progettato per supportare gli studenti, oltre all'apprendimento di discipline quali la fisica, allo sviluppo del pensiero critico, fornendo feedback, suggerimenti e rispondendo alle domande poste dagli studenti.

Graesser et al. (2008) hanno lavorato ad una versione "ampliata" di AutoTutor nel quale sono stati inseriti sistemi adattivi che possano rispondere agli stati emotivi dello studente allo stesso modo in cui lo strumento risponde a quelli cognitivi, attraverso la verbalizzazione del proprio stato emotivo durante l'interazione con AutoTutor.

Laureano – Cruces et al. (2009; 2010) hanno esplorato la funzionalità dell'Affective Computing per la strutturazione di ambienti di apprendimento efficaci basati sulla connessione tra la percezione dei processi cognitivi e degli stati emotivi secondo la OCC Theory, ossia la teoria di Orthony, Clore e Collins (1988) che propone tre classi principali di emozioni risultanti da altrettanti aspetti del mondo: gli eventi e le loro conseguenze, gli agenti e le loro azioni, gli oggetti puri e semplici. Questi, a loro volta sono collegati a tre criteri di valutazione: obiettivi per valutare gli eventi; gli standard per valutare le azioni degli agenti e gli atteggiamenti per valutare gli oggetti. Da queste intersezioni, gli autori ricavano le seguenti classi di emozioni:

- Emozioni basate sugli eventi: vengono specificati gli obiettivi relativi agli eventi
- Emozioni di attribuzione: la responsabilità è attribuita agli agenti per le loro azioni
- Emozioni di attrazione: si basano sugli atteggiamenti in relazione agli oggetti

Queste emozioni possono essere influenzate da variabili locali (desiderabilità, possibilità e attrazione) e da variabili globali (vicinanza, senso di realtà, stimolo, imprevedibilità) e, come conseguenza, anche la rappresentazione cognitiva delle emozioni subisce modifiche (Laureano – Cruces et al., 2010). Questa teoria viene poi riversata nella creazione di una tipologia specifica di intelligenza artificiale, le fuzzy cognitive maps sviluppate da Kosko (1986) utilizzate per la rappresentazione della conoscenza e per modellare il comportamento di sistemi complessi.

Recentemente, Yadegaridehkordi et al. (2019) hanno prodotto una revisione della letteratura sull'Affective Computing in ambito educativo, selezionando studi pubblicati nell'arco di sette anni, dal 2010 al 2017. La ricerca ha portato alla selezione di 94 contributi e i dati raccolti hanno mostrato un aumento nel numero e nella significatività degli studi su Affective Computing e educazione. Così come abbiamo visto nel paragrafo precedente per l'utilizzo "speciale" dell'Affective Computing, allo stesso modo, in ambito educativo, molteplici sono gli studi basati sulla progettazione di sistemi e strumenti per il riconoscimento delle emozioni e per l'analisi delle relazioni intercorrenti tra emozioni, motivazioni, stili di apprendimento e cognizione. Anche in questo caso, gli approcci si presentano multimodali, sebbene il canale

testuale appaia quello più utilizzato per la valutazione affettiva mentre l'integrazione dei canali visivo – testuali è considerato il canale multimodale privilegiato negli studi sull'Affective Computing.

I contributi fin qui citati come esempio, ci dimostrano chiaramente come, in realtà, gli stessi principi adottati nella progettazione di sistemi di Affective Computing dedicato a soggetti con autismo siano altrettanto validi con studenti che non presentano alcun tipo di disturbo e che siano altrettanto efficaci nel supportare una crescita socio – emotiva nel discente, il quale, trovandosi ad interagire con un computer “affettivo” si vede sollecitato a mettere in pratica quelle abilità definite “soft skills”, quali la comunicazione adeguata, il saper mediare, il riconoscere gli stati emotivi altrui, abilità, queste che stanno guadagnando un posto sempre più di rilievo nel campo educativo. Tuttavia, come evidenziato da Slovak e Fitzpatrick (2015) sono ancora relativamente scarsi gli studi sull'efficacia di questa Intelligenza Artificiale in ambito educativo generale, questo perché, secondo gli autori, per molto tempo la priorità è stata data a ricerche dirette a studenti con disabilità, trascurando, per così dire, la restante popolazione studentesca che, ricordiamolo, può presentare ad ogni momento dei bisogni educativi speciali – spesso legati proprio a disturbi della sfera emotiva.

## 5. Conclusioni

Le “promesse” dell'Affective Computing, come abbiamo visto, sono moltissime e ancora del tutto aperte. Le ricerche presentate in questo contributo, sia per quanto riguarda l'applicazione in ambito “speciale” che in ambito più “generale” dimostrano come, nel corso del tempo, le aspettative circa l'impatto positivo dell'Affective Computing sull'apprendimento siano cresciute e abbiano dato vita a una serie di ricerche più complesse.

Se, dal punto di vista della ricerca, è possibile affermare che l'orizzonte di sviluppo si stia sempre più ampliando, nel momento in cui si pensa di far entrare le istanze dell'Affective Computing all'interno delle scuole e per rispondere ai bisogni educativi di tutta la popolazione studentesca, è importante fare i conti con una serie di questioni. Innanzitutto, non è ancora chiaro, infatti, quale sia l'esatto impatto delle tecnologie sull'apprendimento, malgrado queste siano oramai entrate nelle classi di ogni ordine e grado da anni (Akbiyik, 2010; Ranieri, 2011). Questo perché molto spesso, le modalità di ricerca in questo ambito, sembrano seguire una traiettoria che non ne tiene in conto l'assoluta specificità e la necessità di approcciarsi in un modo diverso rispetto alla ricerca in educazione più in generale (Ranieri, 2011). Inoltre, l'ingresso delle tecnologie nel mondo dell'educazione è da sempre un argomento controverso che da tempo vede contrapporsi due posizioni, quella forse eccessivamente entusiasta e l'altra, più pessimista e decisamente poco incline a riconoscere le potenzialità di un uso ben pensato e ben pianificato delle tecnologie.

Ancora più controversa sembra essere l'idea di usare dei computer o delle tecnologie digitali o anche delle app per supportare lo sviluppo dell'intelligenza emotiva negli studenti, in quanto a tutt'oggi, si tende a non considerare le emozioni dal punto di vista più scientifico, continuando a portare avanti un approccio di matrice più “cartesiana” alle emozioni, viste come un qualcosa di non scientifico, non controllabile, in sintesi un qualcosa di “troppo” umano per poter essere accostato all'idea di tecnologia.

Questo, dunque, ci porta a delle importanti riflessioni: innanzitutto, la necessità di un lavoro di ricerca molto più ampio e, soprattutto, che veda il coinvolgimento diretto non solo degli studenti, ma dei docenti stessi, i quali devono essere messi al centro del processo innovativo rappresentato dall'uso dell'Affective Computing nel mondo della scuola. Questo non tanto per renderli dei “tecnici” esperti quanto per sgomberare il campo dagli equivoci e fraintendimenti che l'idea di tecnologia a scuola ancora porta con sé.

A questo aspetto se ne lega un altro: la necessità di collegare gli elementi relativi all'intelligenza emotiva alle discipline, facendo leva sulle grandi potenzialità presentate non solo dall'Affective Computing in quanto tale ma dall'Affective Computing inserito all'interno del più ampio *framework* dell'AI – si pensi ad esempio all'AI utilizzata per il *problem solving*, al pensiero computazionale e così via, in modo da poter condurre ulteriori studi sull'impatto di questo specifico tipo di tecnologie in entrambi i campi, quello dell'apprendimento e quello dello sviluppo emotivo, per poter conseguentemente anche investigare l'impatto delle emozioni sulle performance scolastiche.

Non da ultimo, l'Affective Computing può assolutamente funzionare come elemento di rinforzo all'educazione inclusiva nel momento in cui viene utilizzato per mettere in atto un “training emotivo” non solo di alunni con disabilità o problematiche affettive, ma di tutti i discenti. Si pensi, ad esempio, al crescente universo degli ambienti quali Social Express<sup>4</sup>, creato per insegnare abilità relazionali a bambini e adulti con e senza difficoltà e che, incrociando le istanze dell'Affective Computing con quelle presentate dall'educazione socio – emotiva, contribuisce a un miglioramento delle relazioni sociali che, come dimostrato in numerose ricerche (Morganti, Pascoletti, Signorelli, 2020), ha a sua volta un impatto importante sulle capacità inclusive dei discenti.

Infine, assolutamente cruciale, è la pianificazione di percorsi di ricerca che riescano a tradurre i risultati più ampi ottenuti da studi internazionali in sistemi educativi “locali”, tenendo in considerazione anche l'importanza di un approccio sostenibile, in termini di risorse, investimenti e infrastrutture.

### **Riferimenti bibliografici:**

Akbiyik, C. (2010). Can affective computing lead to more effective use of ICT in education? *Revista de Educacion* 352, 1-14.

Anagnostopoulos, T., Khoruzhnikov, S.E., Grudin, V.A., Skourlas, C. (2014). Extended Speech Emotion Recognition and Prediction, *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 6 (94) 137-145.

Asperger, H. (1991). Autistic psychopathy in childhood. Pp. 37–92 in U. Frith (ed.), *Autism and Asperger Syndrome*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Astleitner, H. (2000). Designing emotionally sound instruction: The FEASP approach. *Instructional Science*, 28, 169-198.

Baron-Cohen, S. (2004). Autism: research into causes and intervention. *Paediatric Rehabilitation* 7(2), 73–78.

---

<sup>4</sup> <https://socialexpress.com>

- Bishop, J. (2015). Supporting communication between people with social orientation impairments using affective computing technologies: Rethinking the autism spectrum (pp.42-55), in L.B.Theng (ed.) *Assistive technologies for physical and cognitive disabilities* Hershey: IG Global.
- Blocher, K. (1999). *Affective Social Quests – Teaching emotion recognition with interactive media and wireless expressive toys*. Cambridge: MIT.
- Chung, S.Y., Yoon, H.J. (2011). A Framework for Treatment of Autism Using Affective Computing, *Studies in health technology and informatics*, 163. 132-4.
- Crevier, D. (1993). *AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence*, New York, NY: BasicBooks.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*, London: Penguin.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences* 351(1346),1413–20.
- Darwin, C. (2012). *L' espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*, Torino: Bollati Boringhieri.
- Durlak J. A., Weissberg R. P., Dymnicki A. B., Taylor R. D., Schellinger K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82, 405-432.
- Ekman, P., Friesen, W.V. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: categories, origins, usage, and coding, *Semiotica* 1 (1), 49-98.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions, *Cognition and Emotion*, 6 (3-4), 169-200.
- Ekman, P. (1999). Basic emotions. In T. Dalgleish & M. J. Power (Eds.), *Handbook of cognition and emotion* (p. 45–60). John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470013494.ch3>
- El Kalioubi, R., Picarda, R.W., Baron-Cohen, S. (2006). Affective computing and autism, *Annals New York Academy of Sciences* 1093(1) 228-48 DOI: 10.1196/annals.1382.016
- Feldman, Barrett, L. (2016). The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization, *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 12(11), 17–23.
- Feldman Barrett, L. (2017). *How emotions are made: the secret life of the brain*, London: Pan Macmillan.
- Flowers, J. (2019). Strong and Weak AI: Deweyan Considerations. *AAAI Spring Symposium: Towards Conscious AI Systems*.
- Frith, U., (Ed.,1991). *Autism and Asperger Syndrome*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Garcia – Garcia, M.J.,Penichet, V.M.R.,Lozano, M.D.,Garrido, J.E., Lai-Chong Law, E. (2018). Multimodal Affective Computing to Enhance the User Experience of Educational Software Applications, *Mobile Information Systems*, 1-10.
- Goleman, D. (1996). *Intelligenza emotiva*. Milano: BUR
- Graesser, A.C., D'Mello, S.K., Craig, S.D., Witherspoon, A., Sullins, J., McDaniel, B., Gholson, B. (2008). The Relationship Between Affective States and Dialog Patterns During Interactions With AutoTutor, *Journal of Interactive Learning Research*, 19 (2), 293-312.

- Immordino – Yang, M.H. (2016). *Emotions, Learning, and the Brain: Exploring the Educational Implications of Affective Neuroscience*, New York: W. W. Norton & Company
- Immordino – Yang, M.H., Gottlieb, R. (2017). Embodied Brains, Social Minds, Cultural Meaning: Integrating Neuroscientific and Educational Research on Social-Affective Development, *American Educational Research Journal*, 54 (1) 344–367.
- Immordino-Yang, M.H., Darling-Hammond, L., Krone, C. (2018). *The Brain Basis for Integrated Social, Emotional, and Academic Development: How Emotions and Social Relationships Drive Learning*, ASPEN Institute.
- James, W. (1884). What is an Emotion?’, *Mind* 9, 188–205.
- Kirsch, D. (1999). *The Affective Tigger: a study on the construction of an emotionally reactive toy*, Thesis (S.M.), Massachusetts Institute of Technology, Program in Media Arts & Sciences.
- Kolakowska, A., Landowska, A., Szwoch, M., Szwoch, W.; Wrobel, M.R. (2014). Emotion recognition and its applications, *Human-Computer Systems Inter-action. Backgrounds and Applications* vol. 3, *Advances in Soft Computing series*, 51-62.
- Kosko, B. (1986). Fuzzy Cognitive Maps, *International Journal of Man-Machine Studies*, 24 65–75.
- Landowska, A. (2013). Affective computing and affective learning – methods, tools and prospects, *EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej* 1 (5), 16-31.
- Landowska, A., Szwoch, M., Szwoch, W. (2016). Methodology of Affective Intervention Design for Intelligent Systems, *Intervention Design for Intelligent Systems. Interacting with Computers*, 28. iww047. 10.1093/iwc/iww047.
- Laureano – Cruces, L., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J., Gamboa- Rodríguez, F. (2010). Implementation of an affective-motivational architecture tied to a teaching-learning process, *Proceedings de E-Learn 2010 World Conference on E-Learning in Corporate Government Healthcare, & Higher Education*, 1930-1938, Orlando, Florida Oct. 18-22 2010.
- Laureano-Cruces, A., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J. & Gamboa-Rodríguez, F. (2009). Emotions as an Element that Maximizes the Effectiveness of a Pedagogical Agent. *E-Learn 2009 World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare, & Higher Education*. October 26-30, Vancouver, Canada.
- Lindquist, K.A., Wager, T.D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., Feldman Barrett, L. (2012). The brain basis of emotion: A meta-analytic review, *Behavioral and Brain Sciences*, 35 (3) 121 – 143.
- Mayer, J.D., Salovey, P. (1993). The intelligence of emotional intelligence, *Intelligence*, 17(4), 433–442.
- Messinger, D.S., Lobo Duvivier, M., Warren, Z.E., Mahoor, M., Baker, J., Warlaoumont, A., Ruvolo, P. (2014). Affective Computing, Emotional Development, and Autism in R. Calvo, S. D’Mello, J. Gratch, A. Kappas (eds-) *The Oxford Handbook of Affective Computing*, Oxford: University Press.
- Morganti, A., Pascoletti, S., Signorelli, A. (2020). *Index per le tecnologie socio – emotive. Approcci innovativi all’educazione inclusiva*, Milano: Mondadori.
- Nilsson, N.J. (2009). *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*, Cambridge: University Press.

- Ortony, A., Clore, G., Collins, A. (1988). The Cognitive Structure of Emotion, *Contemporary Sociology* 18(6) 957-958.
- Picard, R.W. (1995). *Affective Computing* M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321 <https://affect.media.mit.edu/pdfs/95.picard.pdf> (data ultimo accesso: dicembre 2020).
- Picard, R.W. (2001). *Toward Machines with Emotional Intelligence* <https://affect.media.mit.edu/pdfs/07.picard-EI-chapter.pdf> (data ultimo accesso: dicembre 2020).
- Plamper, J. (2018). *Storia delle emozioni*. Bologna: Il Mulino.
- Poria S, Cambria E, Bajpai R & Hussain A (2017). A review of affective computing: From unimodal analysis to multimodal fusion, *Information Fusion*, 37, 98-125.
- Ranieri, M. (2011). *Le insidie dell'ovvio. Tecnologie educative e critica della retorica tecnocentrica*, Pisa: Edizioni ETS.
- Rudovic, O., Lee, J., Dai, M., Schuller, B., Picard, R.W. (2018). Personalized machine learning for robot perception of affect and engagement in autism therap, *Science Robotic*, 3, 1-11.
- Slovák, P., & Fitzpatrick, G. (2015). Teaching and developing social and emotional skills with technology. *Human Computer Interaction Journal*, 22(4), 1–34.
- Taylor, R., Oberle, E., Durlak, J. A., & Weissberg, R. P. (2017). Promoting positive youth development through school-based social and emotional learning interventions: A meta-analysis of follow-up effects. *Child Development*, 88 (4), 1156–1171.
- Vlachostergiou, A., Caridakis, G., Kollias, S. (2014). Investigating context awareness of Affective Computing systems: A critical approach, *Procedia Computer Science* 39, 91- 98.
- Vivanet, G. (2017). Tecnologie per apprendere. Quando e come utilizzarle in G. Bonaiuti, A. Calvani, L. Menichetti, G. Vivanet (pp.81-123) *Le tecnologie educative*, Roma: Carocci.
- Yadegaridehkordi, E., Nurul N., Ayub, M.N., Binti Affal, H. (2019). Affective computing in education: A systematic review and future research. *Computers & Education*, 142. DOI: 103649. 10.1016/j.compedu.2019.103649.