

RECENSIONE

Giovanna Sissa

Le emissioni segrete. L'impatto ambientale dell'universo digitale
Il Mulino, Bologna, 2024, pp. 176, € 13,00

Enrico Orsenigo

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Le emissioni segrete. L'impatto ambientale dell'universo digitale di Giovanna Sissa è un'indagine approfondita sull'impatto dell'universo digitale in termini di emissioni di gas serra, consumi di energia elettrica, sfruttamento di risorse non rinnovabili e produzione di rifiuti elettronici, impronte che spesso restano "segrete", invisibili ai nostri occhi. Fanno da sfondo a tutto il libro gli accordi internazionali per combattere il riscaldamento globale e le tempistiche necessarie affinché le soluzioni indicate possano essere efficaci; l'obiettivo di tale testo è quello di sviluppare un'idea di come l'universo digitale, apparentemente del tutto immateriale non sia fatto solo di bit ma mantenga un profondo e stretto legame fisico con la materia, le risorse naturali.

Nell'introduzione vengono illustrate le tappe principali che hanno contribuito a sottovalutare l'impatto ambientale delle tecnologie digitali rispetto a quello dell'industria chimica. Si ripercorrono momenti significativi a partire dalla fine della Seconda guerra mondiale, quando l'informatica inizia a essere utilizzata in ambito civile, entrando nelle aziende e nei centri di ricerca. Negli anni Sessanta e Settanta, mentre si sviluppano i grandi computer, le questioni ambientali sono considerate di scarsa rilevanza. Si citano eventi emblematici come la messa al bando del pesticida DDT nel 1972, la nube tossica di diossina del 1976 e il disastro industriale di Bhopal in India del 1984. Successivamente, l'analisi si concentra su eventi chiave come la nascita di Internet, gli accordi di Kyoto, la rivoluzione digitale degli anni Dieci del XXI secolo, fino agli Accordi di Parigi e all'intensificazione dell'impatto della CO₂ legato alla crescente diffusione del *cloud computing*.

Nel capitolo 1 – *Dagli atomi ai bit: i dispositivi digitali e l'impatto ambientale nel costruirli* – si analizza l'uso crescente di carbone e petrolio, reso necessario dalla domanda sempre più alta di energia, che ha causato e continua a causare l'accumulo di CO₂ nell'atmosfera. La CO₂, pur non essendo inquinante di per sé, svolge un ruolo essenziale nel ciclo del carbonio, fondamentale per la vita sulla Terra. «Si definisce impronta di carbonio la quantità totale di emissioni di gas a effetto serra causata da un individuo, evento, organizzazione, servizio, luogo prodotto, espresso nel suo equivalente di anidride carbonica» (p. 22). L'analisi approfondisce poi la distinzione tra emissioni incorporate e operative: a ogni prodotto o servizio si associano le emissioni prodotte nel suo ciclo di vita, suddivise in queste due categorie. Le emissioni incorporate derivano dall'uso di energia primaria per la produzione, il trasporto e lo smaltimento, mentre le emissioni operative sono quelle prodotte durante l'uso del prodotto stesso. È interessante notare che l'attuale tavola periodica conta 83 elementi naturali stabili (non radioattivi), dei quali uno smartphone può utilizzarne fino a 70, contenendo fino a 62 metalli diversi. In confronto, la vecchia rete telefonica fissa richiedeva solo una dozzina di metalli, mentre i telefoni cellulari tradizionali ne utilizzavano una trentina.

Al termine del capitolo, viene presentata una sintesi della filiera produttiva del digitale, in particolare dei microchip, descritta come complessa, globale e dinamica. È complessa perché suddivisa in numerose fasi, a partire dall'estrazione di molti elementi naturali, che dopo vari processi di raffinazione vengono trasportati nei luoghi in cui si costruiscono i componenti dei dispositivi, spesso con tecnologie avanzatissime. È globale perché i minerali vengono estratti in regioni lontane dai luoghi di produzione finale; questi materiali, dopo la semi-lavorazione e la raffinazione in vari Paesi, vengono assemblati in una filiera globale

caratterizzata da una lunga catena di approvvigionamento. Infine, è dinamica perché il ritmo dell'innovazione è frenetico e continuo: le aziende operano in un ambiente altamente competitivo, in cui il mercato dei dispositivi digitali esige maggiore velocità e funzionalità. Le pubblicità dei prodotti elettronici, in particolare dei microchip, devono evidenziare prestazioni in costante miglioramento. Di conseguenza, sia le aziende che progettano microchip sia quelle che li producono devono potenziare le prestazioni tecnologiche in tempi sempre più ridotti.

Nel capitolo 2 – *Da bit a bit: emissioni in fase d'uso* – si precisa che un acquisto online, un post su Facebook, un messaggio su WhatsApp, l'accesso al nostro conto bancario, la visione di un film in streaming, una ricerca su Google o una conversazione con ChatGPT sono esempi di servizi online che rispondono a una nostra richiesta tramite Internet. Per soddisfare queste richieste, infatti, sono necessari appositi computer (detti server, perché forniscono servizi), situati in varie località, che elaborano le informazioni e restituiscono una risposta sulla base del nostro account, dei nostri dati e del contenuto della richiesta.

Un tema centrale trattato riguarda la dispersione del calore nei data center. La concentrazione di numerosi computer in funzione, tipica di un data center, produce una quantità significativa di calore che deve essere continuamente smaltito. Il raffreddamento degli edifici può avvenire attraverso diversi sistemi: ad aria, con ulteriore consumo di elettricità, ad acqua, con un significativo impiego idrico, o con sistemi misti. La temperatura di alcuni componenti dei data center può arrivare a 60 °C, mentre quella dell'ambiente interno, per un funzionamento ottimale, deve restare tra i 20 e i 27 °C. In altre parole, come sottolinea Sissa, i componenti funzionano meglio a temperature fresche, ma mantenerli tali ha un costo. In questo senso, i data center sono tra gli edifici a maggiore consumo energetico, richiedendo da 10 a 50 volte l'energia per unità di superficie rispetto a un tipico edificio commerciale. «Un aspetto progressivamente più critico al consumo di acqua: possono richiederne moltissimo per il loro raffreddamento. (...) L'acqua usata in ingresso è potabile, ma non lo è più quando viene restituita poi dal data center. In molti casi l'uso delle risorse idriche può essere in competizione con le comunità locali, specie quelle agricole» (p. 65).

Nel capitolo 3 – *Dai bit agli atomi: il fine vita dei dispositivi digitali* – viene affrontato il tema dei rifiuti hardware, definiti *e-waste*, si riferisce a tutti i prodotti elettronici smaltiti senza l'intenzione di riutilizzo. Questa categoria comprende una vasta gamma di oggetti, dagli elettrodomestici ai computer e ai telefoni cellulari, e include dispositivi sempre più diffusi come quelli indossabili per il monitoraggio medico-sportivo e l'elettronica integrata nell'abbigliamento. In Europa, l'*e-waste* è conosciuto come *Waste of Electric and Electronic Equipment* (WEEE) e include sia apparecchiature elettriche, come frigoriferi, lavatrici e impianti di illuminazione, sia dispositivi elettronici, tra cui computer e ogni tipo di dispositivo digitale. «In Europa l'*e-waste* cresce con una velocità tripla rispetto ai rifiuti. In generale la produzione globale di *e-waste* è cresciuta del 20% negli ultimi 5 anni. Con questo andamento, nel 2030 ne genereremo circa 74 MT, quasi il doppio rispetto al 2014» (p. 82).

I rifiuti elettronici devono essere raccolti separatamente, un passo essenziale per garantirne il corretto smaltimento. Tuttavia, a differenza di altri rifiuti, gli *e-waste* non sono costituiti da materiali omogenei come vetro o plastica, ma contengono numerosi materiali in piccole quantità. Il sistema di raccolta e smaltimento deve quindi essere accessibile, distribuito sul territorio e ben organizzato, coinvolgendo cittadini, istituzioni e aziende del settore.

La produzione e il consumo di beni elettronici seguono logiche economiche che privilegiano la minimizzazione dei costi di produzione e l'aumento dei ricavi, spesso trascurando l'impatto ambientale lungo il ciclo di vita dei prodotti. Questi beni elettronici diventano obsoleti a causa dei rapidi avanzamenti tecnologici, dell'impossibilità di ripararli o della loro incompatibilità con nuove versioni di software. A tal proposito, l'Unione Europea ha intrapreso azioni per contrastare questi fenomeni, che aumentano i costi per i consumatori e generano grandi quantità di rifiuti dannosi per l'ambiente. Il 30 marzo 2022, la Commissione Europea ha presentato una direttiva sulla responsabilizzazione dei consumatori per la transizione verde, contrastando l'obsolescenza programmata e il *greenwashing*. L'obiettivo è aiutare i consumatori a compiere scelte sostenibili e incentivare le aziende a produrre beni più durevoli e rispettosi dell'ambiente.

Nel capitolo 4 – *Le emissioni globali dell'universo digitale* – l'autrice offre una rappresentazione realistica dell'impatto globale dell'ICT, basandosi su tre studi principali: due condotti da ricercatori industriali (Huawei nel 2015 e Ericsson nel 2018) e uno in ambito accademico nel 2018. Questi studi presentano

un'ampia gamma di stime sull'impronta GHG per il 2020, con valori che oscillano tra un minimo di 0,887 GtCO₂e e un massimo di 3,634 GtCO₂e.

Un successivo articolo di rassegna pubblicato a fine 2021, intitolato *The Real Climate and Transformative Impact of ICT: A Critique of Estimates, Trends, and Regulation*, ha cercato di uniformare i risultati dei tre studi, giungendo a un'impronta globale per l'ICT nel 2020 compresa tra 1 e 1,7 GtCO₂e, includendo anche televisori e altri dispositivi elettronici di consumo. Questa stima rappresenta l'1,8-2,8% delle emissioni globali di gas serra. Gli autori della rassegna, dopo aver corretto un errore di troncamento, valutano l'impronta di carbonio per l'ICT nel 2020 (inclusi i dispositivi elettronici di consumo) tra 1,2 e 2,2 GtCO₂e. Tale stima, confermata anche da studi successivi, corrisponde a un contributo del 2,3-4,2% alle emissioni globali di GHG, considerando un totale di 52 GtCO₂e a livello globale nel 2020 (p. 109).

L'autrice approfondisce poi i dati dell'*International Telecommunication Union* (ITU), che, in una survey condotta nel 2022 insieme alla *World Benchmarking Alliance* (WBA) su 150 principali aziende high-tech digitali, riporta che le emissioni operative di queste aziende hanno totalizzato 239 milioni di tonnellate di GHG nel 2020, equivalenti allo 0,8% delle emissioni globali. Pubblicato nel secondo semestre del 2022, il rapporto include le emissioni e il consumo di energia delle aziende valutate dalla *World Benchmarking Alliance per il Digital Inclusion Benchmark* (DIB).

Nelle prospettive future e nelle conclusioni emerge come, dal 2012, la quantità di calcolo impiegata per addestrare un singolo modello di IA sia aumentata di dieci volte ogni anno. Questo fenomeno è legato al fatto che gli sviluppatori continuano a ideare nuovi metodi per utilizzare un numero crescente di chip in parallelo, accettando i relativi costi economici, sia per l'acquisto sia per l'uso dell'hardware specifico. Anche in questo contesto, la priorità attribuita agli obiettivi economici immediati tende a trascurare l'impatto ambientale dell'aumento costante dei cicli di calcolo, con l'intento di massimizzare l'efficienza. I miglioramenti esponenziali in velocità e precisione, infatti, avvengono in linea con quello che alcuni definiscono "massimalismo computazionale", che comporta un notevole impatto ecologico (p. 142).

Come sottolineato nella parte finale del testo, è possibile adottare alcuni accorgimenti senza rinunciare alla vita digitale. Un approccio più sobrio implica utilizzare solo ciò che è davvero necessario, evitando sprechi. Siamo abituati, dice l'autrice, a spegnere la luce quando usciamo da una stanza, a chiudere il rubinetto durante la doccia, e a comprare solo il cibo necessario per evitare sprechi; perché non applicare questa stessa logica al mondo digitale, riducendo l'uso di energia, materiali e connettività?

Il libro di Giovanna Sissa rappresenta una lettura significativa e transdisciplinare: le tematiche trattate, di interesse comune e rilevanti per tutti i cittadini, sono indispensabili sia per informatici e ingegneri sia per professionisti delle scienze umane, come gli educatori, sempre più bisognosi di indicazioni su quando e come utilizzare una tecnologia oppure optare per alternative. Questo testo offre valide motivazioni, intuizioni e idee per riflettere sul rapporto tra esseri umani e macchine e sull'impatto di queste sul pianeta che ci ospita, con un'attenzione particolare alle generazioni future.

«La regola aurea per rispettare l'ambiente è sempre la stessa, ed è molto semplice: evitare tutto ciò che è superfluo» (p. 162).

Albanese M., Cappuccio G. & Compagno G.
Gioco nella fascia 0-6. Didattica, osservazione e valutazione
 Edizioni Junior, 2023, pp. 168

Cristina Giorgia Maria Pia Pinello
 Università degli Studi di Palermo

Il presente volume, frutto di un'intensa attività di studio e ricerca delle autrici Martina Albanese, Giuseppa Cappuccio e Giuseppa Compagno, rappresenta un prezioso testo di riferimento per coloro i quali si occupano dell'educazione e dello sviluppo dei bambini nella prima infanzia.

Attraverso un impianto rigorosamente scientifico, ancorato a presupposti teorici e metodologici, le autrici esplorano l'importanza del gioco quale strumento educativo indispensabile al benessere e alla crescita del bambino, dedicando particolare attenzione al processo di osservazione e di valutazione delle abilità ludiche nella prima infanzia. Il testo, infatti, arricchito da esempi pratici, mette in luce

l'importanza centrale rivestita dal gioco quale strumento educativo indispensabile al percorso di crescita dei bambini, analizzandone le diverse sfaccettature e implicazioni educative. Le autrici, muovendo dall'assunto che il gioco rappresenti la lingua dei bambini attraverso cui essi comunicano, esplorano e comprendono il mondo che li circonda, pongono l'accento sull'importanza del gioco non come semplice attività ludica o come momento di svago fine a se stesso, ma quale opportunità fondamentale per lo sviluppo psicomotorio, cognitivo, emotivo e sociale.

Più nel dettaglio, il volume esplora la relazione tra gioco e sviluppo in modo esaustivo, analizzando come l'attività ludica influisca sulla crescita dei bambini in diverse aree dello sviluppo cognitivo. Le autrici, supportate da robuste evidenze scientifiche, spiegano come il gioco aiuti a sviluppare la motricità fine e grossolana, stimoli la creatività, il pensiero logico e la risoluzione dei problemi.

In particolare, viene sottolineata l'importanza delle prime esperienze ludiche che possono fare la differenza nel percorso di apprendimento e di socializzazione del bambino, fornendo una visione d'insieme dello sviluppo infantile.

Il testo esamina in dettaglio anche le diverse tipologie di gioco che i bambini sperimentano nel corso del loro sviluppo, proponendo una classificazione dettagliata che distingue tra giochi simbolici, giochi di regole, giochi di costruzione, giochi di movimento e giochi sociali. Tale approccio, che fornisce una visione sistematica e approfondita delle varie modalità ludiche, rappresenta indubbiamente uno dei punti di forza del volume.

Per ciascun tipo di gioco viene analizzata la sua funzione e il suo contributo al benessere del bambino. Il gioco simbolico viene descritto come fondamentale per lo sviluppo del linguaggio e della capacità di rappresentazione mentale poiché l'imitare le azioni degli adulti e il creare mondi paralleli e situazioni immaginarie favorisce lo sviluppo della creatività e della fantasia. Allo stesso modo, i giochi di costruzione e di movimento sono vitali per lo sviluppo delle abilità motorie, favorendo l'apprendimento delle sequenze spazio-temporali e il controllo del corpo. Il testo dedica una sezione anche al gioco sociale, evidenziando come i giochi condivisi con altri bambini siano cruciali per lo sviluppo delle abilità relazionali come la cooperazione, la condivisione, la risoluzione dei conflitti, il rispetto delle regole e l'empatia. La trattazione procede con un *focus* sulla dimensione dell'inclusione in cui emerge come la prassi ludica costituisca una risorsa originale per promuovere l'apprendimento e incoraggiare la conoscenza verso sé e gli altri, superando ogni barriera e supportando gli educatori/docenti a coniugare il momento trasmissivo del sapere con quello rielaborato, coinvolgendo attivamente i protagonisti dell'apprendimento.

Un'altra dimensione che emerge nella lettura del presente volume è l'importanza del ruolo dell'adulto nel contesto del gioco. L'adulto può assumere diverse funzioni durante il gioco che vanno dalla figura di "facilitatore" che offre gli strumenti necessari al bambino per esplorare il gioco, a quella di compagno di gioco che stimola l'interazione e l'apprendimento reciproco.

Sono presenti spunti di riflessione sul gioco digitale che, sempre più spesso, entra a far parte della vita dei bambini. Le autrici si dimostrano critiche nei confronti di un uso eccessivo della tecnologia, pur riconoscendo che alcuni giochi digitali possono offrire opportunità educative. Viene però sottolineato che il gioco tradizionale, quello che stimola l'interazione fisica e la socializzazione, rimane insostituibile per la crescita sana del bambino. Al fine di offrire degli spunti pedagogici, vengono forniti suggerimenti pratici su come gli adulti possano coinvolgersi nel gioco in modo positivo, creando uno spazio sicuro e stimolante per il bambino. Originale è il contributo sugli aspetti docimologici del Sistema Integrato 0-6 che vertono verso il riconoscimento del valore della valutazione formativa. Vengono presentate diverse tecniche di osservazione e strumenti per la documentazione delle esperienze ludiche in cui si chiariscono le fasi procedurali dell'osservazione e vengono fornite le scale di valutazioni adatte alla fascia 0-6 anni. Le autrici suggeriscono anche che la valutazione delle competenze del bambino durante il gioco debba essere effettuata tramite una osservazione attenta e una documentazione sistematica che permette di raccogliere dati sull'evoluzione del bambino senza imporre forme di valutazione troppo strutturate che potrebbero limitare la spontaneità del gioco. L'obiettivo è monitorare il progresso del bambino, mantenendo una visione olistica del suo sviluppo. La valutazione attraverso il gioco, quindi, non si limita alla misurazione dei progressi, ma diventa anche un punto di partenza per offrire attività che stimolino ulteriormente la crescita e favoriscano il rafforzamento delle competenze in fase di sviluppo.

La riflessione docimologica offerta dalle autrici contribuisce a conferire al gioco una centralità educativa, rendendolo uno strumento fondamentale non solo per l'apprendimento, ma anche per la valutazione e il sostegno alla crescita armoniosa dei bambini.

Il testo si propone come una guida completa e dettagliata utile ad un vasto pubblico di lettori presentandosi come una risorsa preziosa per educatori, docenti *in service*, genitori, psicologi e tutti coloro che lavorano o hanno a che fare con il mondo dei bambini. Il libro, grazie al suo impianto fortemente teorico e allo stesso tempo coinvolgente, offre una visione completa e aggiornata del ruolo del gioco nello sviluppo infantile. Le autrici, con la loro competenza e passione, ci guidano in un percorso di scoperta del mondo ludico dei bambini, fornendoci gli strumenti necessari per accompagnarli nella loro crescita e formazione.