

Editoriale

Il “ladro di numeri” restituisce saggezza digitale

E' uscito un bel libro intitolato *Il ladro di numeri*, scritto da Norberto Patrignani, Mirella Mazzarini e Daniela Cappelletti, edito nell'ambito del Progetto formativo su Scuola, lavoro e territorio del Gruppo Loccioni di Jesi (www.loccioni.com), un gruppo che opera a livello internazionale nella progettazione di sistemi di automazione e controllo ed è una grande azienda-scuola-laboratorio che opera con valori olivettiani, ma soprattutto è fortemente coinvolta nella formazione manageriale e per l'alternanza scuola lavoro nello scenario digitale.

Uno degli autori è Norberto Patrignani, che insegna etica informatica in Cattolica ed al Politecnico di Torino ed è autore di un interessante saggio scritto assieme a Diane Whitehouse e pubblicato da Palgrave che si intitola *Slow Tech and ICT- A responsible, sustainable and ethical approach*, in cui si auspica una informatica, good, clean and fair.

Il libro, di cui ho avuto il piacere di scriverne la prefazione, è una straordinaria storia di storie, una introduzione gentile all'informatica scritta da ed elaborata e vissuta da esperti di formazione informatica ed una proposta didattica che può aiutare a trasformare la scuola italiana di oggi.

Non vi è dubbio che la scuola, soprattutto il primo ciclo dalla primaria alla secondaria di primo grado, ha urgente bisogno di trovare una capacità di dialogo con i ragazzi attraverso l'apprendimento del coding, delle basi della logica informatica, andando oltre l'uso superficiale dei devices per accessi Social divenuti ormai parte, nel bene e nel male, dei loro comportamenti, a fronte di una didattica che non riesce ad integrare e gestire gli strumenti digitali ed a proporre linguaggi e modelli di apprendimento, cui gli studenti possano partecipare attivamente e non allontanarsene sempre più.

L'esempio delle Lavagne multimediali (LIM) scarsamente utilizzate nel modo giusto è abbastanza evidente, così come l'ambigua presenza in classe di tablet o smart phones, se non vengono integrati pienamente con la didattica e



L'apprendimento interattivo tra docenti e allievi i risultati saranno limitati se non negativi.

L'obiettivo de Il ladro di numeri è ambizioso: dare ai ragazzi degli strumenti ludici e favolistici per poter apprendere a programmare e non solo usare cliccando o meglio per non essere usati e strumentalizzati dagli stessi oggetti e servizi in rete.

Tutti i ragazzi oggi sanno "cliccare" su oggetti digitali senza assolutamente conoscere che cosa c'è dietro, cosa succede ai loro messaggini, alle loro foto, ai loro twit.

Si sviluppa un uso meccanico perverso, senza comprendere le logiche, gli algoritmi che stanno dietro ad ogni "click", senza rendersi conto degli effetti che i messaggini sui Social possano avere su ciascuno e sugli altri.

Questo libro vuole essere, come dicono gli autori, una introduzione "gentile" all'informatica e mi piace molto il termine gentile perché è friendly, non arrogante o impositivo come certi corsi oppure quanto viene proposte dalle reti Social.

Si propone di passare dall'uso inconsapevole del notebook o dello smartphone alla conoscenza della programmazione, del coding, dei linguaggi simbolici, entrando nei processi di simulazione ed di logica che stanno dietro agli strumenti. con l'obiettivo di gestire consapevolmente l'informatica e con essa costruire progetti, risolvere problemi, costruire il proprio personale modello di apprendimento.

L'obiettivo proposto in modo piacevole ed accattivante attraverso fantastiche storie di storie è di cercare di uscire dall'individualismo di massa creato dall'uso indiscriminato delle reti Social che illudono falsamente di personalizzare le proprie relazioni e messaggi.

Ancor più coraggiosamente gli autori si propongono il passaggio dal Coding alla Saggezza digitale, dalla Digital Literacy (il coding, il pensiero computazionale, il problem solving) alla Digital Wisdom, dal Know how al Know what, cioè la crescita della coscienza e conoscenza di ciascuno, la valutazione degli impatti sociali di ciascuna azione, la ricerca di semplici atti individuali che costruiscono una economia più sostenibile ed un consumo più circolare, attraverso un approccio gentile all'informatica.

E lo intendono fare attraverso tante storie di storie, favole antiche e stimolanti che portano a capire che ciò che si intende fare con l'informatica intelligente si basa sulla storia dell'uomo, sulla volontà e capacità di ciascuno, non delle macchine.

Basti leggere il capitolo del ladro di numeri in cui si racconta di un Museo dei Numeri scolpiti in pietra per arrivare a spiegare e rendere amichevoli i codici binari oppure quello che si intitola Il saggio della montagna in cui si spiegano i linguaggi di programmazione e così via per tante altre storie che entrano in tutti i cunicoli dell'ICT.

Alla base delle storie è la persona che conta e che deve crescere anche se vi saranno sempre più robot attorno a noi.

C'è oggi una grande paura per un mondo di robot che si teme metteranno l'uomo ai margini. Ma questa paura la si combatte solo facendo crescere la conoscenza e la consapevolezza di ciascuno di noi sin dai primi anni di vita, andando dentro alle macchine e capendo che sono fatte solo di bit e di atomi senza coscienza.

Senza aver paura dell'Intelligenza Artificiale che decide per noi, ma che invece va gestita come Intelligenza Umana Aumentata.

Le storie qui raccontate riportano la persona al centro e aiutano a capire che dietro ai bit, non c'è nulla se non si raggiunge e si aggiunge la saggezza di ciascuno.

Il coding appreso diviene a sua volta un formatore di nuovo apprendimento per tutta la vita, non solo per il ciclo scolastico.

Il futuro sarà sempre più complesso ed imprevedibile ed occorre attrezzarsi per affrontare un apprendimento continuo senza interruzioni

E sempre con un'attenzione continua agli altri, all'ambiente, alla natura, alla giustizia, alla uguaglianza, al rispetto delle diversità.

Arrivare alla Saggezza digitale aiuta a capire e raggiungere questi obiettivi.

A quel punto si può fare in modo che anche le reti Social possano divenire strumenti per crescere su questi valori-obiettivo.

Il computer e le reti digitali sono oggi Ladri di numeri come è il titolo del libro, ma possono invece restituire straordinariamente accresciuti i numeri che fanno crescere conoscenza e consapevolezza di ciascuno.

Questo lo aveva ben compreso Umberto Eco quando affermava "Se si insegna ad un bambino a programmare in qualche linguaggio informatico questo esercizio logico lo renderà padrone e non servo del computer"

Bruno Lamborghini
Vicepresidente AICA

Per una didattica del latino tra conoscenze disciplinari e competenze digitali

A. Iannella, G. Fiorentino, I. Pera

Sommario

Il contributo documenta un'esperienza di didattica del latino progettata come risposta allo scarso rilievo dato alla materia dalla nuova configurazione del liceo linguistico. La programmazione didattica, strutturata per specifiche competenze, ha avuto come obiettivo quello di fornire agli studenti non solo conoscenze disciplinari ma anche abilità digitali e metacognitive. Grazie all'impiego di un insieme di metodi e di strumenti in grado di offrire un approccio innovativo allo studio della materia, sono state realizzate attività di *immersive education* (VR, AR), *peer e self assessment*, *gamification*, *digital storytelling* e *authentic learning*, coordinate all'interno di una cornice pedagogica di carattere induttivo-contestuale. L'esperienza ha verificato la fattibilità di un percorso alternativo dimostrando il potenziale del *blended learning* in un'area disciplinare, tutto sommato, ancora lontana dall'innovazione.

Abstract

This paper focuses on an educational experience of Latin which encompasses both disciplinary knowledge and digital skills. The experience was designed to cope with the drastic cuts that have targeted the subject in the framework of the new "liceo linguistico" (Italian high school specializing in modern languages). The educational programme, structured to develop specific skills, used a wide set of methods and tools aimed at an innovative approach to Latin study. Authentic learning, immersive education (VR, AR), peer and self-assessment, gamification and digital storytelling were leveraged within the pedagogical framework of the inductive-contextual method. The experience verified the feasibility of a didactic approach far from the traditional one, demonstrating the potential of blended learning in a disciplinary area that is still far from innovation.

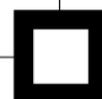
0

1

0

1

0



1. Introduzione

Queste pagine descrivono un percorso didattico pensato per ridefinire l'insegnamento della lingua e della cultura latina alla luce del forte ridimensionamento previsto per la materia nel liceo linguistico. L'esperienza si è concretizzata nella progettazione di diciannove brevi Unità Di Apprendimento (UDA) la cui fattibilità concreta è stata verificata in una classe seconda del Liceo Statale "Giosuè Carducci" di Viareggio durante l'a.s. 2016/17.

Le UDA sono state proposte sia come lezioni frontali che come attività per casa: le prime hanno coperto il 20% circa del monte orario annuale previsto per l'insegnamento di Lingua Latina, le seconde sono state erogate in *e-learning* attraverso il *Learning Management System* (LMS) Moodle.

I contenuti sono stati veicolati impiegando metodologie didattiche innovative e tecnologie digitali. Queste hanno permesso lo svolgimento di attività originali, in grado di sviluppare negli studenti anche delle competenze trasversali utili per l'apprendimento permanente (*lifelong learning*): si è trattato, in particolare, di conoscenze pratiche nell'ambito del digitale e di abilità metacognitive.

Per la progettazione delle attività e per valutarne l'impatto è stato preso in considerazione il modello SAMR [1], un quadro teorico di riferimento che individua quattro livelli di integrazione delle tecnologie nel processo di insegnamento/apprendimento:

- **Sostituzione:** la tecnologia viene impiegata come veicolo alternativo ma non determina un cambiamento di funzione;
- **Ampliamento:** la tecnologia continua a essere utilizzata come strumento alternativo determinando, al contempo, un miglioramento funzionale;
- **Modificazione:** la tecnologia offre opportunità per riprogettare, con modalità innovative, compiti e attività usuali;
- **Ridefinizione:** la tecnologia consente di individuare nuove attività altrimenti irrealizzabili.

Alla luce del modello, è possibile distinguere tra un apprendimento "digitalizzato" che, limitandosi ai primi due livelli, manifesta unicamente un miglioramento della didattica, e un apprendimento autenticamente "digitale" che, completando il percorso, porta a riprogettare il processo educativo definendo un assetto innovativo [2].

Le attività proposte durante il percorso hanno mirato a questa ridefinizione e sono state realizzate perlopiù nella forma del "compito autentico" (o "di realtà"), ossia sono state formulate secondo i principi dell'*authentic learning*, un approccio didattico che invita gli studenti a esplorare, discutere e costruire in modo significativo concetti e relazioni in contesti che coinvolgono problemi e tematiche tratte dal mondo reale [3].

1.1 Obiettivi e finalità

L'idea di elaborare una nuova proposta per la didattica del latino nel liceo linguistico è scaturita da due constatazioni, una quantitativa (a) e una qualitativa (b):

- a. la riforma Gelmini, riducendo il monte orario della materia a due ore settimanali nel solo biennio¹, ha reso di fatto impossibile lo svolgimento di un percorso educativo completo, limitando così l'acquisizione di competenze utili per lo studio delle lingue romanze;
- b. gli adolescenti dimostrano "una confidenza tecnologica piuttosto che una consapevolezza tecnologica" [5], cioè possiedono scarse competenze digitali attive. Nel corso di una precedente esperienza sul campo [6] è stata di fatto verificata ancora una volta la sostanziale infondatezza dell'espressione "nativo digitale". L'utilizzo costante di strumenti come cellulari, *tablet* e computer non agevola, di per sé, l'attuazione di una didattica con una forte impronta tecnologica: la maggior parte degli studenti, infatti, usa la tecnologia perché ne è semplicemente immerso, ma non sempre è in grado di servirsene produttivamente in altri contesti.

L'obiettivo del progetto è stato, pertanto, quello di impiegare le poche ore a disposizione per fornire allo studente una serie di conoscenze disciplinari selezionate, accompagnate da competenze trasversali utili nei contesti lavorativi in via di sviluppo, tra i quali il *digital publishing*, il *digital* e *social media marketing*, la realtà simulata (*virtual* e *augmented reality*). Fine ultimo quello di verificare la fattibilità di un approccio alternativo al latino, dimostrando il potenziale delle tecnologie in un'area disciplinare ancora lontana dall'innovazione.

1.2 Didattica per competenze

La programmazione didattica è stata strutturata in brevi UDA formulate per competenze [7]. Il percorso intrapreso ha cioè mirato al raggiungimento di obiettivi specifici, raggruppati in quattro macro-competenze tese alla formazione integrale dello studente (*lifelong learning*):

- **competenze disciplinari**, cioè conoscenze e abilità relative alla disciplina specifica: la comprensione e l'interpretazione dei testi, l'acquisizione di un patrimonio lessicale adeguato, la conoscenza delle principali strutture grammaticali (anche in relazione alle lingue comunitarie studiate), la comprensione degli aspetti fondamentali della civiltà latina e delle sue coordinate storiche, geografiche e sociali;
- **competenze digitali**, intese come capacità di utilizzo attivo di una rosa di strumenti e tecnologie digitali, per esempio LMS, risorse per la

¹ A partire da settembre 2010 [4], l'attuazione della 'riforma Gelmini' ha soppresso tutte le sperimentazioni linguistiche liceali e tutti gli indirizzi precedentemente esistenti, creando così un unico indirizzo di liceo linguistico omogeneo a livello nazionale. L'offerta formativa di "Lingua e cultura latina" ha visto un cambiamento nel monte orario settimanale dei cinque anni da 3-3-3-3-2 (C.M. 27/91) e da 4-4-3-2-3 (Sperimentazione Brocca) a 2-2-0-0-0. Con il nuovo piano di studi il monte orario per il C.M. 27/91 è stato ridotto di un'ora nel biennio, con passaggio da 3 a 2, e completamente abolito nel triennio. La Sperimentazione Brocca è stata bloccata.

progettazione grafica, app e dispositivi per l'*immersive education* (VR e AR)²;

- **competenze sociali e comunicative**, cioè capacità di partecipare attivamente alle lezioni, esercitare il pensiero critico, apprendere collaborando (*collaborative learning*), esporre contenuti e idee ai compagni (*peer education*), analizzare le conoscenze acquisite (*certainty-based marking*), valutare oggettivamente il lavoro proprio (*self-assessment*) e quello dei pari (*peer assessment*), dimostrando buone capacità metacognitive e relazionali, indispensabili per sviluppare e mantenere alti livelli di riflessione autonoma e cooperazione;
- **competenze civiche**, ovvero capacità di mantenere un comportamento corretto in classe, di svolgere con serietà e costanza i compiti assegnati, di rispettare scadenze e istruzioni.

Le attività proposte all'interno delle UDA hanno tenuto conto dell'importanza dell'unitarietà del sapere e, pertanto, sono state finalizzate al raggiungimento simultaneo di obiettivi afferenti a più competenze. Inoltre, la valutazione ha tenuto conto in maniera equanime di ciascuna competenza.

La linea pedagogica adottata ha valorizzato la definizione di "competenza" come "comprovata capacità di utilizzare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e personale", sancita nella *Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 aprile 2008 sulla costituzione del Quadro Europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente (lifelong learning)*.

1.3. Blended learning

La progettazione didattica è stata di carattere *blended*, cioè ha previsto l'utilizzo integrato di più metodologie didattiche e di diversi strumenti digitali. Le tecnologie non hanno avuto uno scopo meramente strumentale: gli studenti ne hanno appreso le specificità e le logiche di funzionamento, cosa che garantisce loro, nell'ottica di un apprendimento permanente, la possibilità di fruirne in futuro.

Il progetto ha sfruttato due canali di comunicazione, l'aula per le lezioni e il LMS Moodle per le attività assegnate per casa, sia in auto-apprendimento che in apprendimento collaborativo. In questo modo sono stati valorizzati i punti di forza della formazione in presenza e le potenzialità dell'*e-learning*.

L'esperienza nel suo complesso ha coperto circa il 20% del monte orario annuale; sebbene la sua integrazione nelle lezioni tradizionali abbia ovviamente

² Più in generale, riprendendo la *'Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente'*, si tratta di una "conoscenza delle Tecnologie dell'informazione e della Comunicazione (TIC) per il lavoro, il tempo libero e la comunicazione, supportata da abilità di base come l'uso di dispositivi digitali per reperire, valutare, conservare, produrre, presentare e scambiare informazioni nonché per comunicare e partecipare a reti collaborative tramite il web".

vincolato la scelta degli argomenti disciplinari affrontati, questo non ha tolto alla didattica autonomia e specificità.

1.4 Inserimento nel panorama dell'istruzione italiana

Coerentemente con quanto richiesto dal *Piano Nazionale Scuola Digitale* (PNSD), documento di indirizzo del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (legge 107/2015), la sperimentazione ha voluto inserirsi tra i progetti "per il lancio di una strategia complessiva di innovazione della scuola italiana e per un nuovo posizionamento del suo sistema educativo nell'era digitale" [8].

I metodi e gli approcci adottati rientrano nelle indicazioni del PNSD per la realizzazione di scenari innovativi per lo sviluppo di competenze digitali. Infatti, nell'ambito di una didattica per competenze improntata al *lifelong learning*, si è fatto ampio uso di metodologie e approcci quali *Bring Your Own Device* (BYOD), *flipped classroom*, *gamification* e *storytelling*. A queste si è aggiunto un ricorso continuo al *collaborative learning*, alla *peer education* (anche nelle declinazioni di *peer* e *self-assessment*), all'*immersive education* e al *problem solving* (v. 3).

Gli *Obiettivi Specifici di Apprendimento* (OSA) individuati per ciascuna competenza richiamano quelli declinati con la riforma del ministro Moratti che, anche per quanto riguarda le lingue classiche, prevedevano l'uso degli strumenti informatici già nel 2003. Quest'ultimi sono stati poi rielaborati dalle Indicazioni Nazionali formulate nel 2010 [9] in una serie di criteri, tra i quali compaiono le *competenze digitali*, definite come "tema sviluppato nel primo biennio di ciascun percorso (scolastico) all'interno della disciplina Matematica ma che è, al contempo, frutto del lavoro 'sul campo' in tutte le discipline". L'utilizzo delle TIC (*Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione*) è ritenuto "strumentale al miglioramento del lavoro in classe e, come supporto allo studio, alla verifica, alla ricerca, al recupero e agli approfondimenti personali degli studenti" [10]. Le *competenze digitali* sono successivamente divenute il punto di svolta del già citato PNSD, il documento ministeriale di indirizzo nell'ambito de "La Buona Scuola" (legge 107/2015). Tuttavia, dal panorama che emerge dalle parole dei docenti delle discipline classiche su gruppi Facebook come "Non chiudete il liceo classico!" [11], l'entrata in campo di prospettive anche minimamente digitali risulta lontana dalla visione ormai ampiamente superata di chi continua a congetturare una "superiorità" degli studi classici rispetto alle altre forme di sapere. Il cambiamento e l'adeguamento alla società che si evolve non sembra riguardare questo ambiente che, per giunta, continua a subire cali nelle iscrizioni [12]. Per far fronte a questa situazione è sorta una manifestazione, dal titolo "La notte nazionale del Liceo Classico"³, la cui matrice appare ancorata proprio all'idea del classico come rassicurante, se non addirittura esclusiva, "fucina del sapere".

Richiamano ancora le Indicazioni Nazionali formulate nel 2010 [9]: l'attenzione costante durante il progetto all'unitarietà della conoscenza, senza separazione

³ "La notte nazionale del Liceo Classico" è un evento patrocinato dal MIUR al quale hanno aderito, per la terza edizione (2017), 367 Licei classici di tutta Italia con programmi di vario genere, dalla lettura alla messa in scena.

tra “nozione” e abilità, soprattutto per le competenze digitali; la costruzione di un dialogo tra le diverse discipline, evidenziata da un approccio interlinguistico; la rinuncia parziale al “programma” tradizionale per favorire l'autonomia didattica basata sulla formulazione di unità di apprendimento innovative; la possibilità di fornire trasversalmente competenze di carattere socio-comunicativo, cioè di natura metacognitiva (imparare ad apprendere), relazionale (saper lavorare in gruppo) e attitudinale (autonomia, creatività, autovalutazione).

1.5. Stato dell'arte

In Italia, l'impiego delle tecnologie nella scuola, intese come risorsa per le attività di insegnamento e di apprendimento, rappresenta una prassi richiesta ma ancora poco frequente. In particolare, nell'ambito della didattica delle discipline classiche, i docenti italiani faticano a trovare soluzioni innovative: nelle scuole, l'uso di risorse e strumenti tecnologici è testimoniato in maniera sporadica e marginale, quasi mai all'interno di una programmazione didattica in grado di valorizzarli come amplificatori cognitivi. Sempre in ambito umanistico, ma a livello universitario, l'impiego delle nuove tecnologie è di sovente ristretto ad ambiti particolari come l'analisi computazionale dei testi, la digitalizzazione dei manoscritti e la ricerca frequenziale di parole o sintagmi all'interno di vasti *corpora* letterari.

Continua a essere frequente, in entrambi i casi, un ricorso occasionale alle risorse offerte dal web, ritenute in grado di “integrare l'attività di docenti e studenti di latino per creare un laboratorio multimediale di discipline classiche” [13] affiancando e rafforzando la didattica tradizionale. Tuttavia, tali risorse⁴ si configurano perlopiù come “digitalizzate” e non come autenticamente “digitali”, cioè non implicano la riprogettazione delle attività tradizionali né permettono di ottenere risultati realizzabili solamente grazie agli strumenti tecnologici. Si tratta spesso di enciclopedie, repertori di testi e di riproduzioni digitali di manoscritti, siti per la ricerca bibliografica e iconografica, canali YouTube con materiali audiovisivi. Fanno eccezione, in quanto necessitano di un approccio “attivo” da parte dell'utente (ma ripropongono attività tradizionali), le comunità di apprendimento e progettazione didattica, i corsi di lingua in *e-learning* e le collezioni di esercizi e prove di verifica disponibili su siti di scuole e docenti. Sono molto buoni i risultati ottenuti, soprattutto in termini quantitativi, da Maieutical Labs s.r.l., che ha realizzato Cicero Latin Tutor, dal 2012 integrato nella famosa piattaforma di *tutoring* per la scuola italiana Cloudschooling [15], e Alatin [16], un portale innovativo per l'esercizio e la verifica attraverso percorsi adattivi. Inoltre, in rete è possibile trovare corsi di latino erogati con Moodle: si tratta di percorsi didattici creati su misura dai docenti per le proprie classi e in genere chiusi agli utenti esterni. Tra le esperienze più significative citiamo: il progetto di sostegno scolastico (matematica, inglese, italiano, latino e fisica)

⁴ Per un elenco delle principali risorse disponibili ad accesso libero, divise per categorie, si rimanda a [13]. L'autore propone soprattutto quegli strumenti di qualità che sono il risultato di progetti scientifici o dello sforzo di piccole associazioni culturali e rimarca la difficoltà per studenti e docenti di reperirli, proponendo [14] la realizzazione di uno strumento di valutazione qualitativa. Questa difficoltà, accompagnata da una forte preoccupazione per la scarsa qualità delle risorse create “dagli studenti per gli studenti”, emerge anche dai social network [11].

“Scuola dei compiti” [17], rivolto a studenti della scuola secondaria di I e II grado del Comune di Torino e promosso dai Servizi educativi della Città in collaborazione con l'Università e il Politecnico, la Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo e l'Ufficio Scolastico Regionale; il progetto “Lagrange e Cicerone al Computer” [18] dell'Università di Torino in collaborazione con la Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo, primo caso di approccio multimediale al latino su vasta scala [13] che impiega le attività di Moodle come supporto didattico alla lezione tradizionale.

In conclusione, nonostante l'impiego di risorse e strumenti di qualità, non sembra che si avanzino proposte per un'autentica didattica del latino con le tecnologie o percorsi volti a integrare, in maniera coerente e coesa, le “classiche” competenze disciplinari con delle competenze trasversali. Nella scuola digitale, la didattica del latino rimane sostanzialmente tradizionale.

2. Didattica del Latino

Coerentemente con le *linee generali e competenze* e con gli *obiettivi specifici di apprendimento* presenti nelle Indicazioni Nazionali formulate nel 2010 per la didattica di Lingua Latina nel liceo linguistico [9], le UDA hanno permesso agli studenti di proseguire l'apprendimento delle strutture morfologiche, sintattiche e lessicali di base della lingua latina. In particolare, oltre al ripasso dei contenuti precedentemente appresi, sono stati introdotti: per la morfologia la quarta e la quinta declinazione, il congiuntivo attivo e passivo, l'indicativo futuro anteriore, i verbi deponenti; per la sintassi la proposizione consecutiva e quella infinitiva (soggettiva e oggettiva), l'uso di *fieri potest* e di altri costrutti per esprimere una constatazione accompagnati dalla proposizione completiva, le applicazioni del congiuntivo; per il lessico le sfere semantiche della guerra, dell'organizzazione sociale e civica romana, della religione e della divinazione.

Gli argomenti presenti nel programma curricolare sono stati integrati con una serie di nozioni di storia, arte, cultura e letteratura, volte a valorizzare l'approccio interdisciplinare: il contesto socio-politico romano del I secolo a.C.; la geografia e l'organizzazione dell'impero romano tra I e II secolo d.C.; i siti archeologici di Palmira, Arles e del *Vallum Hadriani*; la struttura architettonica del *theatrum* e le differenze rispetto a quello greco; la *provincia Syriae* e la città di Gerasa (attuale Jerash, Giordania); *religio* e *divinatio* nell'Antica Roma; il teatro latino: eventi e organizzazione; le invenzioni degli antichi tra I e II secolo d.C.: la *machina* di Erone di Alessandria; aforismi e massime tratti dal pensiero degli intellettuali romani; Catullo: la vita, la poetica, il *Liber*, l'amore per Lesbia, la fenomenologia d'amore psicosomatica; Catullo: *carmina* V, LI, LXXXV.

2.1. Il metodo induttivo-contestuale

Per l'erogazione degli argomenti dell'area disciplinare è stato preso come riferimento il metodo induttivo-contestuale, che spiega la norma attraverso l'uso e non l'uso attraverso la norma. Questo “percorso di scoperta” ha spesso avuto inizio durante le attività assegnate per casa (*flipped classroom*, [19]): allo studente sono stati presentati argomenti nuovi sui quali è stato invitato a riflettere autonomamente, in genere tramite l'indicazione di affinità con i concetti precedentemente affrontati. Il percorso è poi proseguito e terminato in classe,

attraverso una discussione collettiva (*collaborative learning*) durante la quale il docente si è posto come un facilitatore. In altri casi, quando l'introduzione degli argomenti è avvenuta direttamente in classe, le modalità di erogazione si sono basate sulla tipologia degli stessi: nel caso degli argomenti di grammatica, è stata data centralità agli esempi (Fig. 1) dai quali poi sono state estrapolate le regole; nel caso degli argomenti di civiltà e letteratura, si è partiti dalla pratica, per esempio attraverso l'impiego di strumenti digitali, o si è cercato di effettuare richiami fortemente contestualizzati. Pertanto, gli studenti non hanno mai ricevuto passivamente "pacchetti di conoscenze già strutturati" ma sono stati coinvolti attivamente nella costruzione delle proprie conoscenze, mettendo in pratica il metodo induttivo, attraverso l'osservazione, la classificazione, il confronto, l'ordinamento, l'inclusione e la categorizzazione [20].



Figura 1

Slide di introduzione di un argomento grammaticale attraverso il metodo induttivo.

De vita Alypiae e il metodo Ørberg

In questo contesto, merita attenzione particolare *De vita Alypiae* (Fig. 2), un'esperienza di *digital storytelling* adottata nelle ultime UDA.

De vita Alypiae [21] è una storia scritta in latino che si propone di trasmettere agli studenti, attraverso la lettura, conoscenze in tutti gli ambiti della materia. Infatti, ciascun capitolo è strutturato in modo tale da introdurre nuovi argomenti di grammatica, letteratura (i *carmina* di Catullo LI e LXXXV sono stati adatti al contesto narrativo), storia (la vicenda si svolge a Gerasa, nell'antica *provincia Syriae*, e ha precisi riferimenti cronologici) e civiltà.

Come è facile dedurre, la stesura dei capitoli di *De vita Alypiae* è basata proprio sull'applicazione del metodo induttivo adoperata dal latinista danese Hans Henning Ørberg (1920-2010) nei due volumi *Lingua Latina per se illustrata* [22].

Il “metodo Ørberg” è qui riproposto in una forma più interattiva e più vicina alla sensibilità del *target* di riferimento: la vicenda non solo sfrutta le potenzialità del *digital storytelling* ma è anche formulata sulla base delle esigenze della realtà della classe⁵, cioè non parte da un livello zero ma da quello al quale si presuppone che gli studenti siano arrivati al termine del primo quadrimestre. Possiamo dire che nasca con loro.

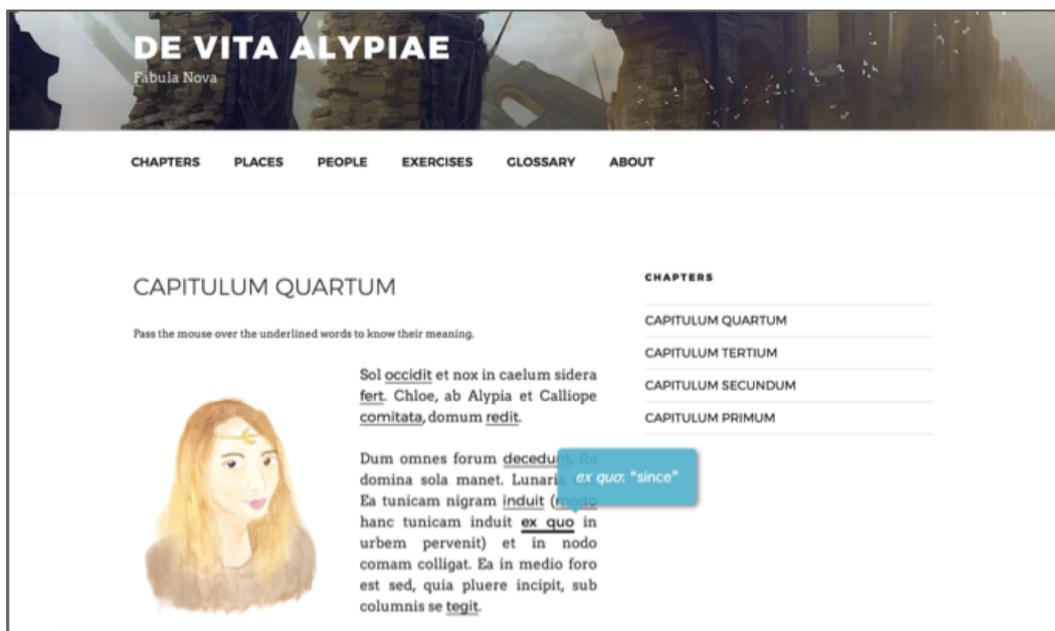


Figura 2

Panoramica del progetto di digital storytelling De vita Alypiae. Si noti la funzione mouse hover per la traduzione immediata dei vocaboli.

Le illustrazioni originali di *De vita Alypiae* sono state realizzate da Fabio Santaniello Bruun.

2.2. CiceroBot

Durante il progetto, il supporto agli studenti è stato costante: oltre alla possibilità di utilizzare la messaggistica di Moodle, è stato messo a disposizione uno strumento mirato a sostituire il classico quanto arido manuale. Si tratta di CiceroBot [23], una *knowledge base* che ha raccolto in forma di *wiki* il materiale disciplinare proposto (Fig. 3). La metodologia didattica sulla quale si basa è la *peer education*: i contenuti sono stati formulati, sulla base di fonti autorevoli, da studenti universitari e presentano un'impostazione logico-deduttiva.

CiceroBot, strumento ancora in fase di sperimentazione, si propone due obiettivi: fornire agli studenti dei corsi di laurea umanistici abilità e competenze

⁵ *Alypia è una puella sedicenne alle prese con: la schola, i suoi genitori, un'amica innamorata e appassionata di Catullo, la scoperta di congegni meccanici straordinari, la preparazione di discorsi da tenere in pubblico, persino di fronte all'imperatore Adriano in persona.*

pratiche nella gestione di piattaforme informatiche e quello di garantire agli studenti liceali un “manuale” di latino online chiaro, sicuro, semplice e interattivo, lontano sia dalla specificità di risorse come Wikipedia che dalla troppo frequente “superficialità” dei portali per studenti.

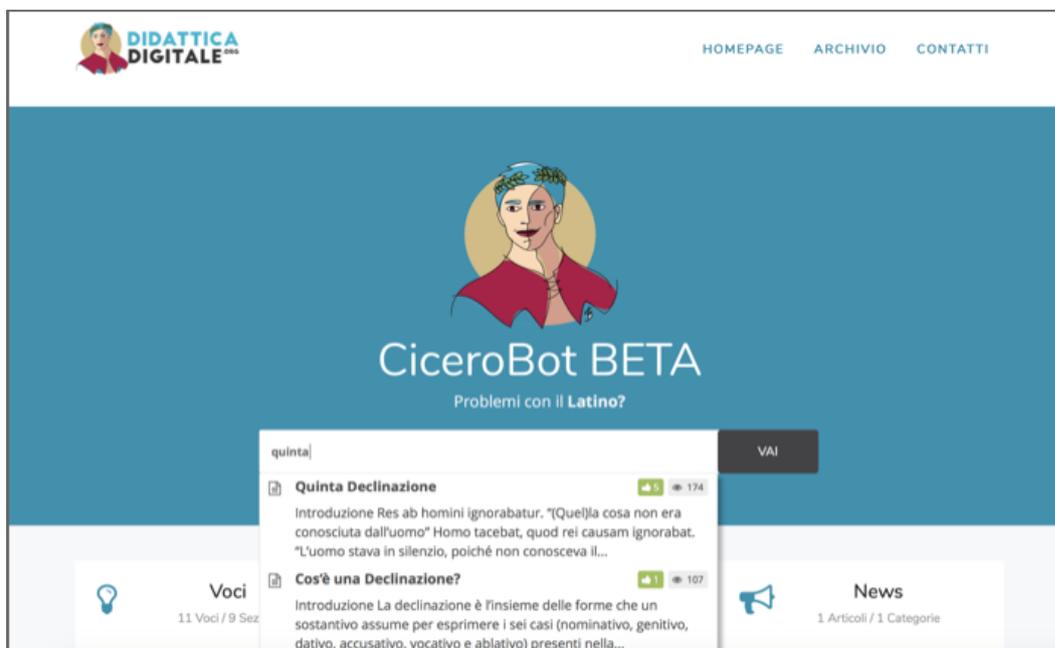


Figura 3
Panoramica di CiceroBot nel momento della ricerca.

CiceroBot è disponibile gratuitamente online ed è in via di sviluppo un *bot* per il sistema di messaggistica istantanea Telegram.

3. Metodi e Strumenti impiegati

Con l'obiettivo di aumentare la qualità del processo formativo e di costruire un percorso didattico il più possibile completo, la programmazione didattica ha previsto l'impiego di metodi, approcci e strumenti coerenti con i nuovi bisogni sociali e lavorativi che si sono sviluppati con la rivoluzione digitale, selezionati prendendo in considerazione i seguenti criteri [10]:

- l'indirizzo liceale, cioè un liceo linguistico;
- le competenze che si è scelto di voler sviluppare e gli obiettivi specifici di apprendimento individuati per ciascuna competenza;
- l'ottica *blended*, con particolare riferimento all'*e-learning*;
- la fisionomia della classe e le richieste specifiche degli studenti⁶;
- il contesto locale e le sue peculiarità.

⁶ Orientare le attività della sperimentazione anche secondo le preferenze degli studenti è un modo per renderli partecipi dei processi decisionali alla base del progetto.

Il lento susseguirsi delle lezioni in presenza dedicate al progetto (dieci ore tra novembre e aprile) ha permesso agli studenti sia di ricevere e assorbire i numerosi stimoli senza che ne accusassero il peso, sia di avere una panoramica vasta sull'incidenza delle nuove tecnologie nella quotidianità.

Come già accennato nella sezione 1.4, le lezioni e le attività assegnate per casa sono state basate su svariati metodi e approcci, tra i quali:

- a. il **Bring Your Own Device** (BYOD), una politica formativa prevista dall'Azione #6 del Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD) con l'obiettivo di "alleggerire" le classi da strumentazioni informatiche costose ed ingombranti, promuovendo una didattica digitale basata sull'integrazione dei dispositivi elettronici propri di studenti e insegnanti con le dotazioni tecnologiche degli spazi scolastici [8];
- b. il **collaborative learning**, una modalità di apprendimento basata sulla valorizzazione della collaborazione;
- c. il **digital storytelling**, che consente di organizzare i contenuti aggiungendo al linguaggio analogico quello digitale-multimediale, impiegando illustrazioni, video, infografiche e altri elementi interattivi che mirano al miglioramento del potenziale metaforico della narrazione;
- d. la **flipped classroom**, ossia l'approccio didattico metodologico che ribalta il tradizionale ciclo di apprendimento (lezione frontale, studio individuale a casa, verifica in classe) con l'obiettivo di rendere il tempo-scuola più produttivo. L'idea alla base è che la lezione diventi compito a casa e che il docente utilizzi le proprie ore per attività collaborative, esperienze, dibattiti e laboratori. Con questa modalità, durante le attività assegnate per casa, lo studente conosce e si avvicina al nuovo argomento che, in classe, viene ripreso, sperimentato e rielaborato collettivamente;
- e. la **gamification**, una strategia che consiste nell'utilizzo dei meccanismi propri della teoria dei giochi in attività e contesti non ludici, con l'obiettivo di migliorare il coinvolgimento di tutte le parti interagenti;
- f. l'**immersive education**, una metodologia didattica emergente che sfrutta l'applicazione delle tecnologie immersive (realtà virtuale e realtà aumentata) in ambito educativo con l'obiettivo di generare esperienze formative interattive;
- g. il **peer e il self assessment**, che nell'ambito della più generale *peer education* coinvolgono lo studente nel processo di valutazione del lavoro dei propri compagni o del proprio;
- h. il **problem solving** e l'**authentic learning** (sezione 1.2), due approcci tesi a sviluppare, sul piano cognitivo e operativo, l'abilità di soluzione di problemi.



Figura 4

Immagine stereoscopica del cardo di Gerasa generata dall'app Roundme. La visualizzazione tramite stereoscopio consente l'esperienza in VR

Le lezioni e le UDA assegnate per casa hanno privilegiato una o più metodologie, impiegando coerentemente con esse strumenti e risorse: **Roundme** (Fig. 4) ha permesso le esperienze di *virtual reality*; **Kahoot!** e **Quizventure (Moodle)** hanno trasformato in gioco le attività di verifica e apprendimento (*gamification*); il *tool* per la progettazione grafica **Canva** (Fig. 5) è stato impiegato per la realizzazione di materiale grafico per la promozione della cultura e per la riflessione sulla letteratura (*problem solving*). E ancora: **CiceroBot** ha garantito la disponibilità di un manuale di lingua e cultura latina interattivo e vicino alle esigenze degli studenti (*peer education*); **De vita Alypiae** ha permesso l'apprendimento di contenuti disciplinari in maniera stimolante e piacevole; i *workshop* di **Moodle** si sono rivelati indispensabili per la realizzazione di attività di *self* e *peer assessment*.

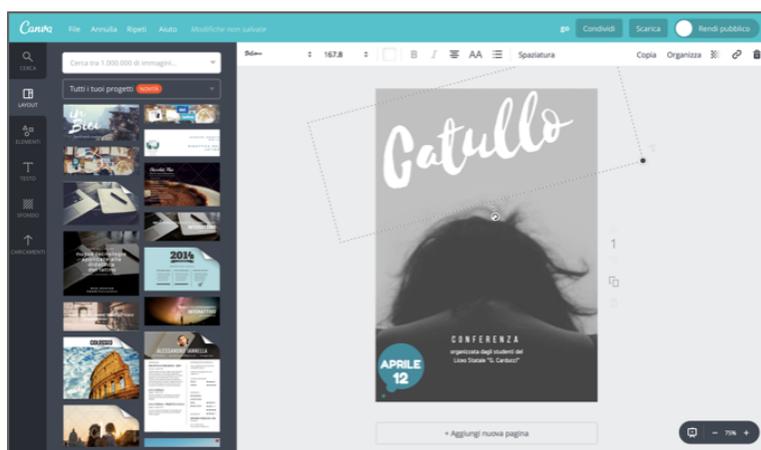


Figura 5

Panoramica di una pagina di lavoro di Canva.

3.1. Alcune note sull'impiego di Moodle

Tutte le attività assegnate per casa sono state erogate tramite il corso Moodle *In Itinere II* [24] (Fig. 6). In particolare, sono stati impiegati: i **quiz** per la verifica delle conoscenze disciplinari (morfologia, sintassi, lessico) e digitali (principi d'uso delle risorse, dei metodi e degli approcci innovativi impiegati durante il percorso), l'analisi e la comprensione guidata di testi in latino e la riflessione sui contenuti erogati tramite altre attività⁷; i **compiti** per l'organizzazione delle attività di riflessione e per la consegna di elaborati digitali realizzati esternamente al LMS; i **workshop** per le attività di *peer* e *self assessment* che si sono concretizzate nella realizzazione di contenuti digitali con motivazione delle proprie scelte e idee su di una loro possibile comunicazione/distribuzione e nella compilazione di schede guidate per l'analisi critica e nel rilascio di *feedback*; il **questionario** per la raccolta delle reazioni degli studenti sull'andamento del percorso; le **pagine** e i **libri** per le guide settimanali e per l'erogazione di contenuti mediali per l'apprendimento. Inoltre, come già accennato nell'apertura al capitolo (v. 3), il tasso di *gamification* è stato amplificato utilizzando due **plug-in: Quizventure** [25], che ha trasformato i classici quiz a risposta multipla nel famoso gioco arcade anni '80 Space Invaders, e **Game** [26], che ha permesso la memorizzazione di termini o di forme grammaticali attraverso giochi enigmistici come il cruciverba.

Infine, per migliorare l'accessibilità del LMS, è stato impiegato il plug-in Dyslexic mode [27], che permette l'utilizzo di Opendyslexic, un font open source in grado di migliorare la leggibilità del testo.

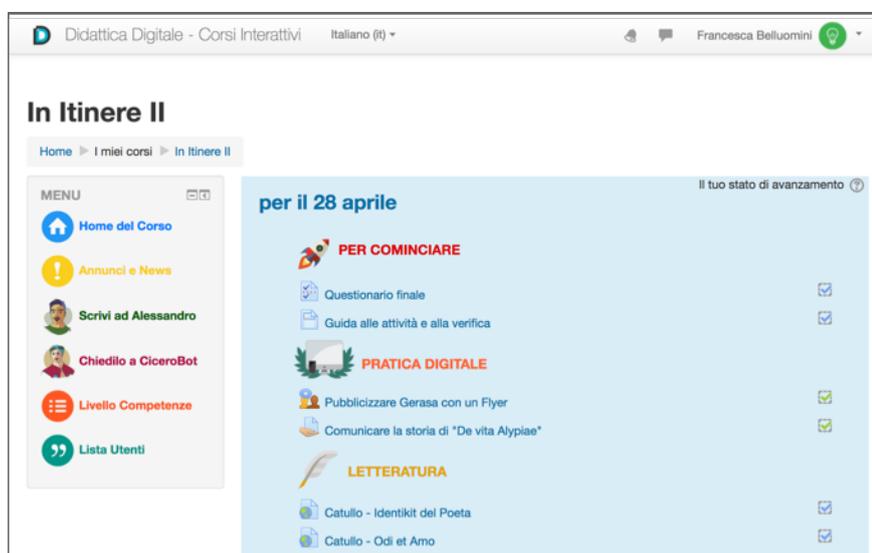


Figura 6
Panoramica del corso Moodle - visualizzazione lato studente

⁷ Tutti gli esercizi svolti sulla piattaforma Moodle sono stati corretti fornendo un feedback generico, cioè un modello di risposta, e un feedback specifico, cioè una correzione dettagliata.

4. Valutazione

La valutazione degli studenti è stata basata sul confronto dei risultati ottenuti con i risultati attesi, ovvero con gli obiettivi specifici individuati per le quattro competenze. Inoltre, le caratteristiche proprie di alcune attività hanno permesso di esprimere giudizi relativi non solo al successo o all'insuccesso ma anche alla capacità "di pensiero critico, di soluzione dei problemi, di metacognizione, di efficienza nelle prove, di lavoro in gruppo, di ragionamento e di apprendimento permanente" [28]. Si è trattato, cioè, di una "valutazione autentica" [29], in grado di misurare sia ciò che lo studente "sa" sia ciò che "sa fare con ciò che sa" [30]. Questo è avvenuto mettendo gli studenti di fronte a compiti e attività che richiedessero non solo di "dimostrare" le proprie conoscenze ma di "applicarle", ovvero generalizzarle, trasferirle e impiegarle in contesti concreti. Considerando l'impostazione didattica per competenze, è facile comprendere come questo approccio si sia rivelato naturale e come l'obiettivo principale della valutazione sia stato quello di promuovere e rafforzare le abilità degli studenti, dando a tutti l'opportunità di eccellere in qualche ambito. In questo modo è stata offerta agli studenti la possibilità di assumere il controllo dell'apprendimento e di riflettere sui risultati [29].

È importante sottolineare che le modalità di valutazione adottate hanno permesso di indagare sia gli aspetti cognitivi (verificando le conoscenze) sia quelli metacognitivi, rilevando la sicurezza (*confidence*) degli studenti. Ad esempio, è stata spesso applicata la strategia di valutazione *certainty-based* [31], disponibile tra i "comportamenti domanda" dei *quiz* di Moodle (Fig. 7).

The image shows a screenshot of a Moodle quiz interface with three questions. Each question has a 'Confidenza' (Confidence) section with three radio button options: C=1 (Poco sicuro: <67%), C=2 (Medio: >67%), and C=3 (Abbastanza sicuro: >80%).

Domanda 1
 Risposta non ancora data
 Peso 0,50
 Contrassegna domanda
 Analizza: *laudavérim*.
 Scegli un'alternativa:
 a. cong. piuccheperf. 1a p. sing. attivo
 b. cong. perf. 1a p. sing. attivo
 c. cong. perf. 2a p. pl. attivo
 Confidenza ⓘ : C=1 (Poco sicuro: <67%) C=2 (Medio: >67%) C=3 (Abbastanza sicuro: >80%)

Domanda 2
 Risposta non ancora data
 Peso 0,50
 Contrassegna domanda
 Quale terminazione aggiungo al tema del perfetto per ottenere un **congiuntivo piuccheperfetto attivo di prima persona singolare**?
 Risposta:
 Confidenza ⓘ : C=1 (Poco sicuro: <67%) C=2 (Medio: >67%) C=3 (Abbastanza sicuro: >80%)

Domanda 3
 Risposta non ancora data
 Peso 0,50
 Contrassegna domanda
 Cum Caesar in terra mortuus (iacio), omnes territi fugerunt.
 Confidenza ⓘ : C=1 (Poco sicuro: <67%) C=2 (Medio: >67%) C=3 (Abbastanza sicuro: >80%)

Figura 7
 Certainty-based marking in un quiz di ripasso del congiuntivo

Sulla base dei risultati, è stata individuata una prima valutazione al termine della prima metà del progetto, inclusa tra le valutazioni del primo quadrimestre, e una valutazione finale, inclusa tra quelle del secondo quadrimestre. Inoltre, gli studenti che hanno raggiunto la sufficienza in tutte e quattro le competenze hanno ottenuto una certificazione tramite un *badge* da inserire nel proprio *e-portfolio* o *curriculum vitae*.

5. Risultati e Conclusioni

L'esperienza illustrata ha cercato di verificare la fattibilità di un percorso alternativo, evidenziando il potenziale delle tecnologie in un'area disciplinare ancora lontana dall'innovazione e l'importanza dello sviluppo di competenze trasversali utili all'apprendimento permanente. L'operazione è stata complessa perché il percorso proposto ha avuto carattere né strettamente curricolare né extracurricolare ma si è concretizzato come un'esperienza didattica "vissuta diversamente". Tuttavia, nonostante le limitazioni dovute all'integrazione dell'esperienza all'interno delle poche ore curricolari, lo svolgimento delle unità di apprendimento non ha comportato particolari difficoltà attuative.



Figura 8

Impiego di dispositivi mobili in un'attività di verifica in classe con Kahoot!

Valutando il percorso alla luce del modello SAMR, è emerso che una didattica effettivamente digitale è stata possibile soprattutto attraverso **l'impiego sinergico degli strumenti**, che ha garantito il funzionamento e la coesione dell'esperienza [32]. La proposta metodologica, composita e variegata, ha abituato gli studenti a lavorare in situazioni diverse, contribuendo a renderli più flessibili e padroni delle proprie competenze. Il rischio di un sovraccarico cognitivo derivante dai molti strumenti adottati è stato scongiurato dal lento

susseguirsi delle ore in presenza (dieci tra novembre e aprile), che ha permesso agli studenti di ricevere numerosi stimoli senza accusare il peso della quantità. Inoltre, grazie a un'accurata programmazione didattica, si è riusciti a garantire la coerenza e l'efficacia dell'applicazione simultanea di più metodi e approcci didattici, dimostrando di fatto la flessibilità di un *blended learning*⁸ siffatto.

Grazie agli strumenti impiegati, in particolare Kahoot! (Fig. 8) e Moodle, è stato possibile monitorare sia l'andamento dell'intera classe sia quello dei singoli studenti. Questo ha permesso di intervenire tempestivamente con percorsi adattivi, calibrando le attività sulla base di specifiche necessità. Per esempio, per le vacanze di Natale, sono stati proposti esercizi personalizzati, finalizzati al recupero o al potenziamento delle conoscenze dei singoli studenti. Considerando, invece, l'intera classe, i *quiz* erogati tramite Moodle hanno proposto sempre più *cloze* e domande a risposta aperta con l'obiettivo, raggiunto e confermato da una verifica sommativa, di migliorare le abilità di letto-scrittura e di comprensione del testo.

Al termine del progetto, gli studenti hanno dimostrato di saper utilizzare con cognizione di causa le risorse tecnologiche proposte, di conoscere le buone pratiche delle tecnologie immersive (*virtual reality* e *augmented reality*), gli aspetti didattici del LMS Moodle e il funzionamento di strumenti come *Cardboard*. Le abilità acquisite hanno portato a risultati concreti: l'intera classe ha saputo realizzare presentazioni multimediali, documenti di testo, *flyer* (Fig. 9) e *visual aphorism* di buona qualità, rispettando le indicazioni fornite e coniugando, con coerenza e precisione, i contenuti con l'aspetto grafico e con i destinatari (*target*) dei loro prodotti.

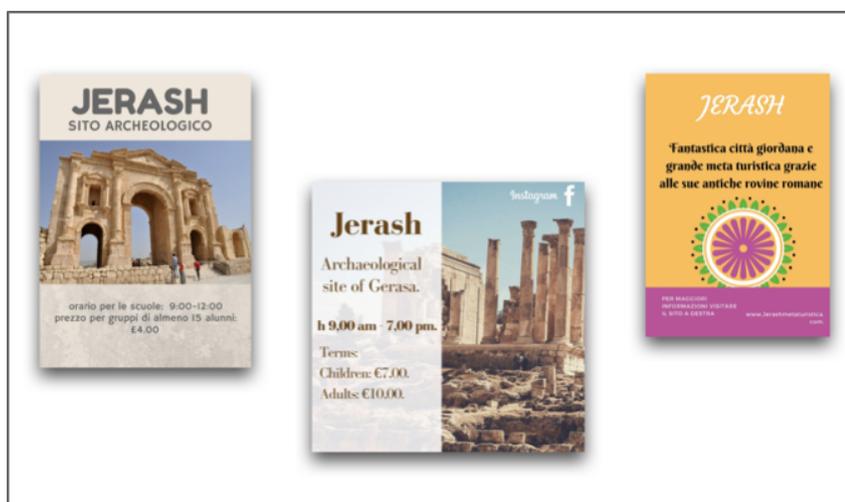


Figura 9

Flyer realizzati dagli studenti per la promozione del sito archeologico di Gerasa.

⁸ "Nessun metodo è una pozione magica e metodi diversi possono essere altrettanto efficaci, o quasi, se sono applicati in maniera coerente e se chi li applica ha competenze linguistiche e didattiche adeguate, ma soprattutto se la scelta metodologica è stata fatta consapevolmente e non seguendo una moda o un'abitudine" [10].

La partecipazione e l'attenzione alle lezioni sono state crescenti, con picchi positivi durante le attività di *gamification* e di applicazione della realtà virtuale. L'intera classe ha dimostrato di saper lavorare in gruppo, cooperare nell'apprendimento (*collaborative learning*) e realizzare contenuti didattici adatti a un pubblico di pari (*peer education*). Il pensiero critico è stato impegnato soprattutto nelle attività in cui è stata richiesta la formulazione di soluzioni comunicative (*problem solving*) volte, per esempio, alla promozione di eventi culturali, di siti archeologici e di messaggi tratti dalla letteratura latina.

A testimonianza di un processo di maturazione che ha interessato buona parte della classe, sono stati individuati due miglioramenti nell'organizzazione delle attività assegnate per casa:

1. circa l'80% degli studenti ha progressivamente anticipato lo svolgimento delle attività dall'ultimo giorno disponibile ai giorni precedenti, dimostrando una maggiore attenzione alla distribuzione del carico nell'arco temporale disponibile;
2. il 60% degli studenti ha progressivamente aumentato il numero di tentativi effettuati nei *quiz* proposti con l'obiettivo di raggiungere risultati migliori, determinando così un miglioramento tra il primo e l'ultimo tentativo variabile tra il 5 e il 35%.

Per completezza si segnala infine che durante il percorso si sono verificate alcune violazioni degli account Moodle, rivelate dall'analisi dei *log* della piattaforma.

5.1. Feedback degli studenti

Dai questionari somministrati prima e dopo la sperimentazione è emersa una valutazione positiva del progetto, sia dal punto di vista degli strumenti e dei metodi impiegati che dei suoi contenuti. L'apprendimento del latino è risultato "facilitato" e piacevole. L'intera classe ha confermato l'acquisizione di competenze trasversali ritenute utili per il mondo del lavoro, tanto da consigliare il progetto ai coetanei.

Per le attività, la preferenza è andata ai quiz svolti tramite Kahoot!, alle lezioni sulla *virtual reality* e alle attività che hanno richiesto l'impiego di Canva. Gli argomenti preferiti sono stati quelli di civiltà (45%) e letteratura (45%), a scapito di quelli di grammatica (10%). Sono state meno gradite le attività di *peer* e *self-assessment*, probabilmente perché ancora troppo impegnative sul piano metacognitivo per il *target* di riferimento. Il parere su *De vita Alypiae* è stato altalenante e solo alcuni studenti hanno recepito come innovativa e creativa questa particolare applicazione del *digital storytelling*. Il giudizio su Moodle è stato complessivamente positivo.

5.2. Replicabilità e Trasferibilità dell'Esperienza

Qualunque docente possieda una buona dimestichezza col digitale può riproporre le UDA realizzate per il progetto [33], replicando integralmente il percorso o impiegando solamente i *learning objects* ai quali è interessato.

Le attività proposte sono facilmente adattabili per una didattica inclusiva: molti degli strumenti utilizzati sono configurabili per supportare le fragilità tipiche dei

disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) e dei *bisogni educativi speciali* (BES) [34]. In particolare, Moodle consente di creare dei percorsi di apprendimento adattivi per aiutare gli studenti a non “disperdere” quanto studiato e per renderli il più possibile autonomi nel loro processo di apprendimento.

Riteniamo utile sottolineare che il progetto ha avuto un costo prossimo a zero. Le uniche spese da prendere in considerazione sono quelle relative ai dispositivi *Cardboard*, che sul mercato si trovano intorno ai 4 euro, e all'eventuale *hosting* da acquistare qualora si preferisse riproporre le attività all'interno di un proprio corso in *e-learning* (*possono comunque essere prese in considerazione valide alternative gratuite come il servizio MoodleCloud*).

Fatta eccezione per i contenuti sviluppati appositamente per la didattica del latino, le metodologie e gli strumenti impiegati sono facilmente trasferibili all'insegnamento/apprendimento di qualsiasi disciplina. In particolare, vista la tipologia di attività realizzate, è immaginabile un'efficace applicazione soprattutto nelle discipline letterarie e linguistiche.

Bibliografia e sitografia (dicembre 2017)

- [1] Puentedura, R. R. (2016). “The SAMR Model: Technological Integration into Higher Education”. Materiale proposto durante la *Post-Secondary International Network Conference* (luglio 2016). Disponibile online da: http://hippasus.com/rrpweblog/archives/2016/07/SAMRModel_TechnologicalIntegrationIntoHigherEducation.pdf;
- [2] <https://medium.com/il-digitale-e-la-scuola/didattica-digitale-vs-didattica-digitalizzata-3ade864fc0a3>;
- [3] Glatthorn, A. A. (1999). *Performance standards and authentic learning*, Eye on Education;
- [4] http://archivio.pubblica.istruzione.it/riforma_superiori/nuovesuperiori/index.html#regolamenti;
- [5] Dominici, M. (2015). *Il digitale e la scuola italiana*. Ledizioni LediPublisher;
- [6] Iannella, A. (2017): “Nuove tecnologie applicate alla didattica del latino”. In: *Atti del convegno EMEMITALIA 2016*, McGraw Hill Education;
- [7] Da Re, F. (2013). *La didattica per competenze*, Pearson Italia;
- [8] Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca: *Piano Nazionale Scuola Digitale* (PNSD). Documento ministeriale di indirizzo nell'ambito de “La Buona Scuola” (legge 107/2015);
- [9] MIUR, Schema di regolamento recante “Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all'articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all'articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento”;

- [10] Preti, L. (2015). *Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento del latino*, Edises;
- [11] <https://it-it.facebook.com/groups/SALVIAMOILCLASSICO/>;
- [12] <http://www.famigliacristiana.it/articolo/liceo.aspx>;
- [13] Balbo, A. (2016). "Possibilità, prospettive e limiti di una didattica multimediale del latino". In: Gualdo, R., Telve, S. e Clemenzi, L. (2016). *Nuove tecnologie e didattica dell'italiano e delle materie umanistiche*, Vecchiarelli;
- [14] Balbo, A. (2011). "Latino sul web: riflessioni sulla didattica multimediale della lingua e letteratura latina in vista della costruzione di un database valutativo". In: *Atti del Convegno Didattica 2011*, AICA;
- [15] <http://www.cloudschooling.it/>;
- [16] <http://www.alatin.it/>;
- [17] <http://scuoladeicompiti.i-learn.unito.it/course/view.php?id=141>;
- [18] <https://www.fondazione scuola.it/lagrange-cicerone>;
- [19] Bergmann, J. e Sams, A. (2016). *Flip your classroom*, Giunti Scuola;
- [20] Lo Duca, M. G. (2017). *Esperimenti grammaticali*, Carocci editore;
- [21] <http://www.didatticadigitale.org/alypia>;
- [22] Ørberg, H. H. (2010). *Lingua latina per se illustrata - Familia Romana*, Edizioni Accademia Vivarium Novum;
- [23] <http://www.didatticadigitale.org/cicerobot>;
- [24] <http://www.didatticadigitale.org/moodle/course/view.php?id=7>;
- [25] https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod_quizgame&moodle_version=25;
- [26] https://moodle.org/plugins/mod_game;
- [27] https://moodle.org/plugins/block_dyslexic;
- [28] Arter, J. e Bond, L. (1996). "Why is assessment changing". In: Blum, R. E. e Arter, J.A. (1996). *A handbook for student performance assessment in an era of restructuring*, Association for Supervision and Curriculum Development;
- [29] Comoglio, M. (2007). "Cooperative learning - I livello". Materiale orale e scritto relativo al corso per docenti tenutosi nel marzo 2007 all'Università Salesiana di Roma;
- [30] Wiggins, G. P. (1998). *Educative assessment. Designing assessments to inform and improve student performance*, Jossey-Basse;
- [31] Gardner-Medwin, T. e Curtin, N. A. (2007). "Certainty-Based Marking (CBM) For Reflective Learning And Proper Knowledge Assessment". International Online Conference on Assessment Design for Learner Responsibility (maggio 2007). Disponibile online da: http://www.ucl.ac.uk/lapt/REAP_cbm.pdf
- [32] Iannella, A. e Fiorentino, G. (in pubblicazione): "Strumenti digitali per la didattica del latino". In: *Atti del Convegno EMEMITALIA 2017*. Genova University Press;

[33] <http://www.didatticadigitale.org/latino>;

[34] http://www.edueda.net/index.php?title=Le_nuove_tecnologie_come_supporto_didattico_per_i_DSA;

[35] Iannella A. (2017). *Idee per una nuova didattica del latino nel liceo linguistico*. Tesi di laurea triennale in Lettere Moderne presso l'Università di Pisa. Relatori: prof. Giuseppe Fiorentino e prof. Gianfranco Lotito.

Biografie

Alessandro Iannella, Alessandro Iannella, laureato in Lettere presso l'Università di Pisa, attualmente collabora come "Digital Learning Specialist" con i centri di innovazione didattica Learning Lab di SDA Bocconi School of Management e BUILT dell'Università Commerciale "Luigi Bocconi". Negli ultimi anni si è interessato di *educational technology* partecipando a convegni e pubblicando nell'ambito dell'innovazione applicata alla didattica del latino. L'esperienza descritta in questo contributo è tratta dalla sua tesi di laurea triennale [35].

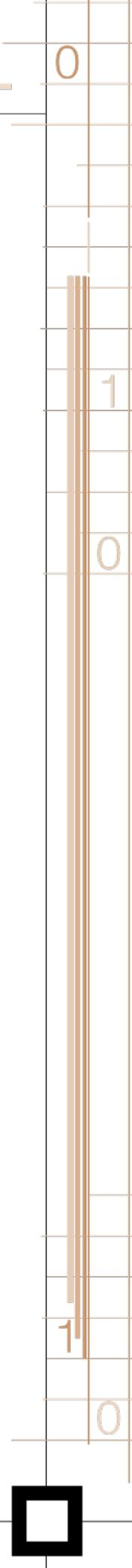
Email: alessandro.iannella@gmail.com

Giuseppe Fiorentino, professore associato di informatica presso l'Accademia Navale di Livorno e titolare dei corsi di *Tecnologie per la didattica* e *Tecnologie per la formazione a distanza* presso l'Università di Pisa, da anni si occupa di didattica con le tecnologie, *e-learning* e di ambienti per l'apprendimento e la valutazione automatica.

Email: giuseppe.fiorentino@unipi.it

Isabella Pera, docente di materie letterarie e latino dal 1987, insegna dal 2008 al Liceo classico e linguistico "G. Carducci" di Viareggio. Oltre alla laurea in lettere moderne ha conseguito un dottorato di ricerca in Studi Storici per l'Età Moderna e Contemporanea presso l'Università degli studi di Firenze e svolge da diversi anni studi in tale ambito, con una particolare attenzione anche allo studio di genere delle fonti.

Email: isabella.pera@tiscalinet.it



Polireading: alzare il livello della discussione pedagogica

A. Torrebruno, A. Torrebruno, S. Casola

Sommario

L'articolo illustra i primi risultati del progetto Polireading, in corso di realizzazione da HOC-LAB del Politecnico di Milano su sollecitazione del Cantiere Scuola Digitale di Forum PA. L'idea di fondo è quella di offrire ogni mese alcuni articoli scientifici tradotti in italiano su un determinato argomento e stimolare la discussione, utilizzando gli strumenti del cloud computing, tra i docenti e i ricercatori.

Dopo un mese, la discussione viene chiusa in scrittura e viene elaborato un riassunto "a più voci" della stessa. L'articolo descrive i risultati dei primi mesi, raccolti attraverso un questionario online ed evidenzia come Polireading sia un progetto che sta contribuendo ad innalzare in maniera significativa il dibattito sulle tecnologie per la didattica, colmando un bisogno nettamente percepito dai docenti italiani.

Abstract

The paper shows PoliReading project's first results. PoliReading is realized by HOC-LAB, Politecnico di Milano, in collaboration with Cantiere Scuola Digitale, Forum PA. The project idea is to offer every months some scientific papers, in english and translated in italian, about a specific topic and to stimulate a discussion with teachers, principals and researchers on instrument of cloud computing.

The paper describes first results of first months, collected through a online survey, and shows that PoliReading is a way to improve significantly the discussion about ICT in didactics.

Keywords: lifelong learning, educational technology, discussion, cloud.



1. Che cos'è Polireading

HOC-LAB è un laboratorio di ricerca del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano, le cui due aree di interesse principali sono l'utilizzo delle tecnologie nella didattica per tutti i livelli scolastici, e l'utilizzo delle tecnologie per attività di *cultural heritage*.

Nell'ambito delle iniziative realizzate per e con le scuole, nel mese di settembre 2016, a seguito di una sollecitazione giunta dal Cantiere Scuola Digitale di Forum PA (<http://www.forumpa.it/>), HOC-LAB ha lanciato l'iniziativa PoliReading, con l'obiettivo di creare una vera discussione tra addetti ai lavori sui due temi posti in discussione dal Cantiere: apertura della scuola al mondo della ricerca e apertura all'internazionalizzazione.

Inutile sottolineare la forte interconnessione tra le due tematiche: il dibattito sull'innovazione tecnologica a scuola è estremamente vivace in tutto il mondo, e la disponibilità di letteratura scientifica sul tema in lingua inglese non è ovviamente paragonabile a quella disponibile in lingua italiana.

Il nostro desiderio era quindi quello di offrire a docenti e dirigenti scolastici italiani la possibilità non solo di leggere le traduzioni di materiale selezionato non disponibile in lingua italiana, ma anche e soprattutto di contribuire alla discussione che tali *paper* possono contribuire a creare.

Polireading si configura quindi come uno spazio virtuale di lettura e discussione: a cadenza mensile si apre una "stanza", che ogni volta tratta un tema diverso, in cui sono disponibili brevi video introduttivi (realizzati da HOC-LAB), materiali da leggere, disponibili in lingua originale e in traduzione italiana, altri materiali opzionali, solo in lingua inglese, e uno spazio di discussione gestito attraverso un documento condiviso in cloud e un set di "regole" di discussione.

I materiali sono in gran parte articoli scientifici, a volte "difficili" per chi non segue abitualmente la ricerca; anche per questo è sommamente importante il lavoro di traduzione che un gruppo di docenti volontari ha realizzato, rendendo così più agevole l'accesso a tutti i docenti, i ricercatori e i dirigenti scolastici interessati. Sicuramente però, la cross-fertilizzazione tra chi opera quotidianamente nelle aule scolastiche e la riflessione di ricerca sul tema si sta rivelando uno degli aspetti fondamentali.

I temi delle stanze alternano aspetti squisitamente di ricerca, con aspetti pragmatici ed operativi, con un costante collegamento tra l'aspetto teorico e quello pratico ed un occhio particolare alla spendibilità.

Sicuramente Polireading sta riuscendo ad intercettare un bisogno molto sentito dai vari attori coinvolti a tutti i livelli nella scuola italiana: non è un caso che il successo numerico dell'iniziativa (che ad oggi conta circa 2000 iscritti) si sia accompagnato da una grande vivacità negli interventi e in una risposta molto positiva, evidenziata dai questionari di *customer satisfaction* che sono erogati mano a mano che le varie stanze di discussione vengono aperte.

Gli attori coinvolti in Polireading sono essenzialmente tre: i ricercatori di HOC-LAB si occupano di selezionare i materiali, cercando di trovare, come accennato in precedenza, il giusto equilibrio tra contenuti teorici e approccio più

pragmatico; i traduttori, che svolgono un lavoro di incommensurabile valore, realizzando le traduzioni in italiano dei materiali; gli iscritti. Questi ultimi, sono ovviamente il cuore e il motore dell'intera iniziativa e hanno messo in mostra, fino ad ora, un duplice comportamento: da un lato molti partecipano in maniera "passiva", limitandosi a leggere i materiali e la discussione complessiva, dall'altro è significativo il numero di coloro i quali si attivano in prima persona, inserendo commenti, proponendo nuovi temi di discussione, approfondendo le tematiche proposte.

Ovviamente, perché l'intero processo sia efficace, è necessario stimolare gli iscritti a partecipare attivamente: è banale sottolineare che se non ci fosse una sufficiente massa critica di discussori, l'iniziativa si configurerebbe solo come un repository di materiali, sicuramente interessanti, ma certo meno vivace e destinata ad essere fallimentare rispetto all'obiettivo di innalzare il livello della discussione su questi temi, oggi di interesse per tutti gli attori coinvolti nei processi di formazione scolastica.

Per la discussione si è deciso di adottare una tecnologia molto semplice e alla portata di tutti, ma al contempo estremamente efficace: un documento condiviso di Google Drive, cui tutti gli iscritti a Polireading hanno accesso in scrittura. Per evitare comportamenti scorretti da parte dei partecipanti, si è deciso di adottare un codice di colori (il nero si usa per chiedere chiarimenti sul materiale proposto per la discussione; il rosso per proporre un nuovo argomento di discussione; il viola per proporre un contributo a un argomento di discussione già esistente ed infine il blu per formulare un commento). Nelle linee guida, presente nel file di discussione che viene aperto ogni mese sono sottolineate le regole:

Questo è un documento "condiviso in tempo reale", il che vuol dire che quello che ognuno scrive viene istantaneamente visto da tutti. Sono possibili e immediate anche le cancellazioni.

Per questi motivi si chiede a tutti coloro che partecipano alla discussione di usare un comportamento rispettoso dei diritti altrui.

In qualche modo questo è authentic learning: partecipando ad una discussione sincrona ciascun partecipante può sviluppare la competenza per sapere impostare e/o condurre una scrittura collaborativa. Questa competenza potrà poi essere utilizzata per le proprie attività didattiche e/o organizzative.

Ad ogni partecipante viene anche chiesto di firmare col proprio nome qualsiasi contributo e – per aumentare la sensazione di partecipare a una discussione con colleghi che hanno precise e distinte competenze – ognuno si deve presentare in un file condiviso sempre attraverso Google drive.

La responsabilizzazione operata in tal modo sui partecipanti si sta rivelando efficace: non abbiamo avuto nessun caso, fino ad ora, di discussione degenerata o di comportamenti spiacevoli (come ad esempio cancellazione di commenti di colleghi, giudizi insultanti, ecc). La comunità di Polireading si sta dimostrando estremamente matura ed in grado di auto-organizzarsi, anche se alcuni partecipanti hanno individuato nel formato del documento condiviso un limite e hanno proposto una soluzione più strutturata (ad esempio un forum).

Le stanze, aperte con cadenza mensile, affrontano vari argomenti, secondo il seguente piano di lavoro:

1. Il modello TPACK [1]; [2]: affronta uno dei temi più interessanti del modello, il modello TPACK di Mishra e Koehler e la sua evoluzione
2. Digital storytelling e didattica [3]; [4]: lo storytelling sta diventando una sorta di *koinè* a livello di didattica e nuove tecnologie, per cui ci è sembrato doveroso approfondire il tema
3. L'uso nel cloud nella didattica [5]; [6]: uno dei tool tecnologici più interessanti, i cui scenari di utilizzo non sono stati – a nostro avviso – ancora esplorati a fondo
4. Insegnare agli insegnanti [7]; [8]: i docenti, di tutti gli ordini e gradi, dovrebbero essere protagonisti di una formazione continua – anche a livello disciplinare. Qual è la situazione in altri sistemi di formazione avanzati su un tema così rilevante?
5. Scuole innovative [9]; [10]: le tecnologie possono avere un effetto dirompente sull'organizzazione scolastica e la ricerca internazionale riflette da tempo sul tema
6. Formare gli insegnanti [11]; [12]: introdurre le tecnologie a scuola non può prescindere – a nostro avviso – da un processo, in atto ma ancora troppo lento, di formazione capillare dei docenti sui temi delle tecnologie per la didattica
7. Gli studenti e i corsi online – *stanza ancora da aprire*: in molti sistemi educativi si sta iniziando ad integrare la formazione online (spesso realizzata da altri provider, anche grazie ai MOOC) con quella in presenza
8. The best of SITE 2017 – Austin, Texas – *stanza ancora da aprire*: SITE è una delle conferenze di riferimento del settore, abbiamo selezionato i paper più interessanti discussi in quella sede nell'edizione svoltasi a marzo 2017

Al termine del mese di discussione, la stanza viene chiusa, dando modo allo staff di HOC-LAB di creare una sorta di “riassunto a più voci”, che viene pubblicato nella forma di un quaderno, dando vita ai Quaderni di Polireading (si veda il paragrafo 3). Allo stato attuale tali quaderni sono in corso di pubblicazione, ed il processo di rielaborazione si sta rivelando estremamente interessante.

Il processo di lettura condiviso e la creazione di un documento a più mani (Computer Supported Cooperative Work) è stata più volte discussa in letteratura, anche in passato ed è spesso stata considerata quasi una naturale conseguenza dell'utilizzo sempre più pervasivo delle tecnologie a scuola e non solo, con lo sviluppo di una serie di possibili paradigmi [13; 14] ed è stato anche proposto in alcuni brevetti [15, a titolo di esempio]. Solo con la diffusione del cloud computing e delle suite di office automation collaborative, come Google Drive, però, il processo si sta spostando da un piano astratto ad uno maggiormente concreto – con tutti i problemi collegati ad un processo le cui linee guida si stanno definendo mano a mano che esperienze di questo tipo vengono sviluppate.

Uno degli aspetti che si è rivelato più sorprendente – anche rispetto alle nostre aspettative – è la grande maturità che la community ha dimostrato, giungendo a un eccellente livello di auto-organizzazione e auto-regolamentazione in maniera autonoma. A livello di design dell'esperienza si era pensato in un primo tempo di introdurre delle figure di mediazione o animazione (tutor in grado di animare e stimolare il dibattito in caso che questo languisse), ma non solo non se ne è avvertita la necessità *in itinere*, ma anche si è deciso di utilizzare l'attività come un vero e proprio laboratorio di coltura per la comunità, che è sempre più maturata in maniera spontanea. Per questo, ad oggi, si è deciso di proseguire l'esperienza senza ricorrere alla figura del tutor.

2. Le opinioni degli iscritti

L'iniziativa è stata lanciata a luglio 2016 attraverso la mailing list di HOC-LAB a tutte le Scuole Italiane e a tutti gli *alumni* e ha fatto registrare da subito un buon successo, superando i 600 iscritti già a settembre, mese dell'apertura ufficiale delle iscrizioni e della prima "stanza" di discussione. Alla fine di marzo 2017 gli iscritti a PoliReading hanno raggiunto i 1646, con picchi di nuove iscrizioni nei mesi di gennaio e febbraio.

Dai dati sulle iscrizioni risulta chiaro che la principale fonte di conoscenza del progetto è la mailing list, ma è interessante notare che per una buona parte di iscritti, pari al 15%, è stato il passaparola tra colleghi a fungere da fonte di conoscenza e a spingere ad interessarsi all'iniziativa, a dimostrazione che PoliReading colma un bisogno percepito in maniera chiara dai docenti.

Mailing list Polireading	1155	70,2%
Motore di ricerca	79	4,8%
Passaparola	248	15,1%
Altro	164	10,0%
TOTALE	1646	

Tabella 1
Fonti di conoscenza del progetto PoliReading
(base: Modulo di iscrizione)

La distribuzione per livello scolastico è decisamente a favore della Scuola Secondaria di Secondo grado, a cui appartiene il 41% degli iscritti, seguita dalla Secondaria di Primo grado e dalla Scuola Primaria, entrambe al 20% di iscritti. Si registra anche un interessante 12% di iscritti che si dichiarano ricercatori o docenti universitari. La maggior parte degli iscritti fa parte del corpo docente, anche se si registrano tra gli iscritti un centinaio di Dirigenti Scolastici, pari al 6% del totale.

A livello di distribuzione geografica, le iscrizioni a PoliReading rispecchiano a grandi linee i dati demografici regionali, con un picco di iscritti lombardi che raggiunge quasi il 30%. La principale eccezione a tale tipo di distribuzione riguarda gli iscritti pugliesi, che superano il 10% di iscritti totali, confermando un trend di interesse per le iniziative di HOC-LAB da parte degli insegnanti di questa regione.

ABRUZZO	39	2,4%
BASILICATA	15	0,9%
CALABRIA	53	3,9%
CAMPANIA	123	7,5%
EMILIA - ROMAGNA	88	5,3%
FRIULI VENEZIA GIULIA	39	2,4%
LAZIO	80	4,9%
LIGURIA	33	2,0%
LOMBARDIA	472	28,7%
MARCHE	41	2,5%
MOLISE	12	0,7%
PIEMONTE	72	4,4%
PUGLIA	168	10,2%
SARDEGNA	70	4,3%
SICILIA	133	8,1%
TOSCANA	61	3,7%
TRENTINO ALTO ADIGE	13	0,8%
UMBRIA	22	1,3%
VALLE D'AOSTA	4	0,2%
VENETO	105	6,4%
ESTERO	3	0,2%

Tabella 2
Distribuzione iscritti per Regione di appartenenza (base: Modulo di iscrizione)

All'inizio di aprile 2017 è stato inviato a tutti gli iscritti PoliReading un questionario online per valutare l'interesse, la partecipazione e il livello di soddisfazione del progetto. In una decina di giorni hanno risposto al questionario 260 persone, riportando tutte un elevato livello di soddisfazione (la totalità dei rispondenti ha dichiarato che consiglierebbe PoliReading ad un collega) e livelli medio-alti di partecipazione. Riportiamo di seguito alcuni dei risultati dei questionari.

Docenti	244	93,8%
Dirigenti Scolastici	8	3,1%
Personale ATA	3	1,2%
Ricercatori	2	0,8%
Altro	3	1,2%
TOTALE	260	

Tabella 3

Distribuzione per ruolo (Valori %, base: 260 rispondenti al questionario)

Gli iscritti che hanno risposto al questionario sono per più di metà iscritti "storici" di PoliReading, essendosi iscritti a settembre o ottobre (59,5%).

Il livello di partecipazione al progetto è alto per quanto riguarda la lettura degli articoli, medio-alto per quanto riguarda il contributo attivo al dibattito. Quasi il 90% degli intervistati, infatti, dichiara di aver letto il materiale di più di una "stanza" e ben il 35% di tutte le sei "stanze" aperte fino ad ora. Poco meno della metà degli intervistati non ha ancora avuto modo di contribuire attivamente al dibattito, ma il 33% ha partecipato al progetto intervenendo in almeno due "stanze" di discussione.

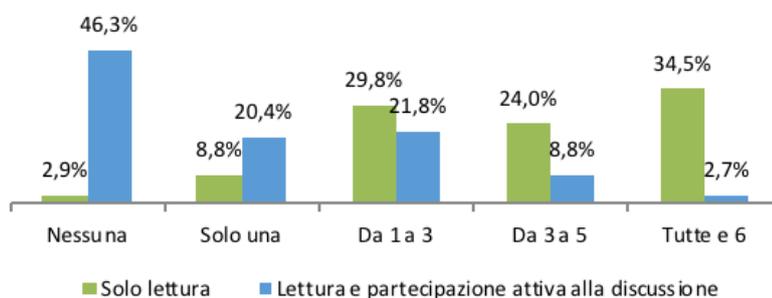


Figura 1

Il livello di partecipazione al progetto (A quante discussioni hai partecipato fino ad ora? Valori %, base: 260 rispondenti al questionario)

Abbiamo chiesto agli intervistati di pensare quale sia per loro l'aspetto più interessante dell'iniziativa PoliReading, proponendo sei item tra cui sceglierne uno solo (vedi Fig. 2). La maggioranza dei rispondenti si è distribuita tra i seguenti item:

- Contribuisce a dare un respiro internazionale al dibattito su temi scolastici e pedagogici (27,1%)
- Permette la condivisione di idee e buone pratiche (26,1%)
- Alza il livello del dibattito sui temi scolastici e pedagogici (22,7%)

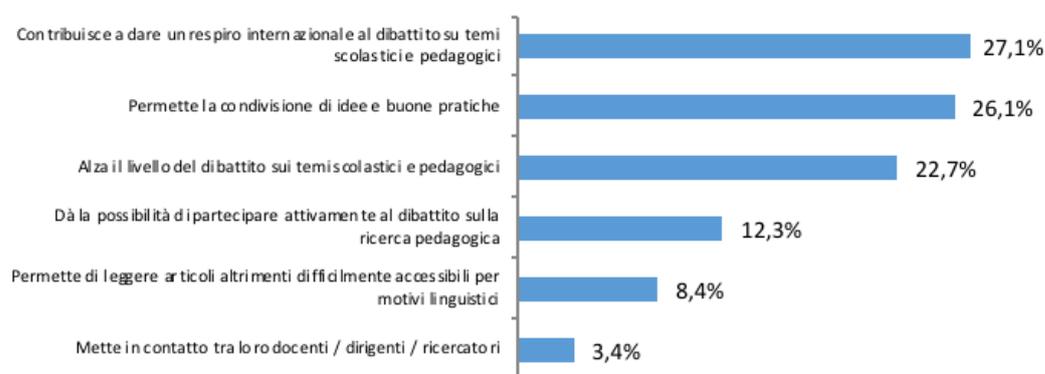


Figura 2

L'aspetto maggiormente interessante del progetto (Quale è secondo te l'aspetto più interessante dell'iniziativa PoliReading? - Possibile una sola risposta. Valori %, base: 260 rispondenti al questionario)

In dettaglio, l'aspetto che risulta maggiormente interessante dell'iniziativa PoliReading è, secondo i rispondenti al questionario, il contributo internazionale che può dare al dibattito sui temi scolastici, che altrimenti rischia di rimanere autoreferenziale e "miope". Secondo le opinioni dei partecipanti:

Il "respiro internazionale" è una necessità per la scuola italiana; le indagini internazionali sui sistemi scolastici e la mobilità dei docenti e degli allievi, cresciuta negli ultimi anni, stimolano ad una conoscenza più approfondita delle esperienze e ricerche riferite agli altri Paesi, soprattutto quelli maggiormente innovativi.

Il confronto con esperienze internazionali permette alla scuola di uscire dalla sua autoreferenzialità.

Un altro vantaggio rilevante del progetto è che offre un'opportunità considerata rara nella scuola, di condivisione di idee e buone pratiche, grazie alla quale si ha una crescita personale e professionale. Più di un partecipante sottolinea come:

Nella scuola si fa fatica a lavorare in condivisione e nell'ottica dello scambio di competenze. Con questa esperienza si fanno conoscere le buone pratiche di ognuno e il confronto e il dibattito rendono possibile la crescita professionale

La condivisione di buone pratiche ed idee non è sempre di facile accesso per i docenti e permette di realizzare una didattica innovativa.

Secondo me la condivisione è l'aspetto su cui lavorare maggiormente per 'riformare' la Scuola italiana. Dal confronto tra colleghi e con i collaboratori non si finisce mai di imparare, in qualsiasi campo, a maggior ragione nell'istruzione e nell'educazione. Purtroppo, non sempre il confronto viene percepito e praticato in maniera costruttiva, occorre pertanto creare sempre più consapevolezza, anche e soprattutto attraverso iniziative di questo genere che, sfruttando la filosofia e le potenzialità del web 2.0, stimolano e generano condivisione.

Il terzo aspetto considerato importante dai rispondenti è il fatto che Polireading alza il livello del dibattito sui temi scolastici e pedagogici, dibattito che dal loro punto di vista spesso è fine a sé stesso, oltre che centrato su rimostranze sterili:

Nelle scuole italiane non si attiva alcun dibattito sulle nuove frontiere dell'apprendimento e della conoscenza; non ci sono incentivi e interesse alla sperimentazione e ricerca di modelli didattici adeguati ai tempi. PoliReading offre alcune possibilità in tal senso.

Si propongono articoli di ottimo livello e si stimola il dibattito tra di noi al di là delle polemiche e delle lamentele.

La lettura degli articoli, prima, e del dibattito, dopo, in ogni stanza, è l'occasione per dare respiro e forza, prospettiva diversa al lavoro quotidiano in classe.

Facendo poi valutare gli stessi item su una scala da 1 a 5 viene confermata la rilevanza del contributo che il progetto dà al dibattito su temi scolastici e pedagogici, sia rendendolo più internazionale sia alzandone il livello in generale (rispettivamente media 4,15 e 4,06 su una scala 1-5). Un buon punteggio raggiungono anche la possibilità di condivisione di idee e buone pratiche e l'opportunità di partecipazione attiva al dibattito (rispettivamente media di 3,84 e 3,77).

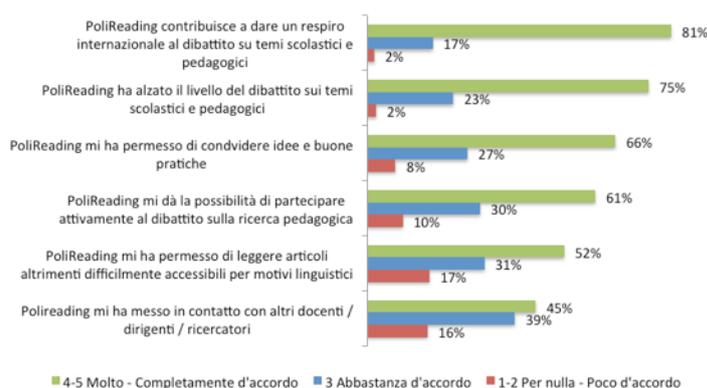


Figura 3
Le caratteristiche positive del progetto. (Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni relative a PoliReading? Scala 1-5 - Valori %, base: 260 rispondenti al questionario)

Entrando maggiormente nel dettaglio delle “stanze” PoliReading, l’argomento che fino ad ora ha interessato di più gli intervistati è stato il Digital storytelling (27,6%), tema particolarmente attuale e in grado di conciliare la spendibilità pratica con la ricerca scientifica.

È una metodologia molto interessante che permette agli studenti di essere protagonisti del loro percorso di apprendimento

Stanza interessante perché completa sia dal punto di vista didattico che pedagogico, i materiali inseriti sono rigorosi da un punto di vista scientifico.

È la stanza in cui ho trovato prospettive nuove che desideravo conoscere.

Sono una docente di Lettere, affascinata dalle possibilità offerte dalle nuove tecnologie per rinnovare il modo di approcciarsi alla scrittura e renderlo più accattivante per i nostri alunni, nativi digitali.

Altro tema che ha raggiunto un buon livello di interesse (per il 19,7% la stanza più interessante) è stato quello relativo alle Scuole innovative, in cui sono state presentate due esperienze molto particolari, entrambe statunitensi: la Alt School, un’istituzione scolastica che “mette al centro l’allievo”, creando spazi di apprendimento liberi e informali imbevuti di tecnologia, e la Florida Virtual School, una scuola totalmente virtuale, nel senso che i suoi allievi possono percorrere l’intero percorso scolastico in remoto.

Avere una finestra aperta sul "mondo" e sulle sue buone pratiche spinge alla sana emulazione. La creatività è stimolata a provare ad attuare tali pratiche adeguandosi al proprio contesto di riferimento.

Dal momento che nel mio Istituto mi occupo di studiare e verificare la fattibilità dell’implementazione di modelli pedagogico-didattici innovativi

Per quanto riguarda l’utilità delle “stanze” di PoliReading nel proprio contesto scolastico, il Digital storytelling raggiunge un apprezzamento ancora maggiore, risultando l’argomento più utile per il 34,5% degli intervistati, grazie alla sua spendibilità e versatilità, alle possibilità inclusive che offre e anche grazie al progetto parallelo di PoliCultura 2017, concorso di Digital storytelling organizzato dal nostro Laboratorio (www.policultura.it).

Il Digital storytelling permette di coinvolgere gli allievi in attività stimolanti ed efficaci per l’apprendimento e il potenziamento di una lingua straniera in un contesto comunicativo concreto.

Interessante e molto motivante per i ragazzi capaci di poter giocare con le parole e con le storie sentendosi dei veri protagonisti e costruttori di se stessi.

Al secondo posto per utilità percepita troviamo l’uso del cloud nella didattica (argomento più utile per il 15,8% dei rispondenti), in grado di dare uno scorcio significativo su come applicare un metodo di lavoro innovativo e in espansione nella pratica didattica quotidiana. Di particolare rilievo il pensiero di una Dirigente scolastica:

Essendo una dirigente mi ha particolarmente interessato questo aspetto poco usato nella scuola da me diretta e quindi il mio interesse è quello di poterlo fare mettere in pratica a tutti i livelli.

Percepita più utile dal 14,8% la stanza sul tema Insegnare agli insegnanti, che affronta e propone la riflessione sul percorso formativo e l'aggiornamento del corpo docenti:

È di aiuto perché come la scuola è in continua evoluzione, anche noi docenti dobbiamo migliorare la nostra lezione per far sì che i ragazzi raggiungano almeno gli obiettivi minimi.

La necessità d'indurre i docenti ad aggiornarsi e a cambiare i propri comportamenti, sia la sfida più difficile della scuola italiana che rischia per carenza di adeguate competenze di non offrire ai propri alunni adeguate opportunità formative.

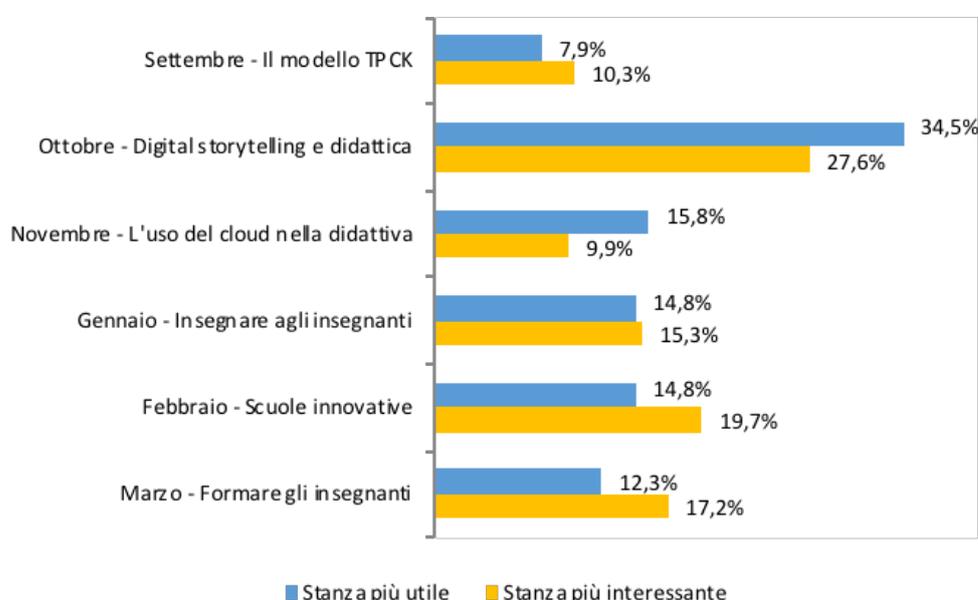


Figura 4
Confronto stanze per livello di interesse e di utilità. Valori %, base: 260 rispondenti al questionario

In generale emerge l'utilità di Polireading per la crescita professionale (media 4,07 su 5) e l'interesse generale per la discussione, anche se molti docenti sentono di non aver contribuito a sufficienza alla discussione (media 1,93 su 5): in tal senso sarà importante, nel futuro, stimolare una partecipazione più attiva ed interattiva.

Le ultime domande del questionario prevedevano una riflessione finale su punti di forza e punti di debolezza del progetto. (Cosa ti è piaciuto di più fino ad ora? / Cosa ti è piaciuto di meno fino ad ora?).

Gli intervistati, come evidenziato da alcune delle risposte che riportiamo qui sotto, riconoscono tra i principali aspetti positivi di PoliReading l'impostazione rigorosa e l'internazionalizzazione, la possibilità di condivisione e apertura e la gestione autonoma del tempo:

Ciò che mi ha entusiasmato è stata la possibilità, che non avrei mai avuto, di potermi confrontare con culture diverse ed internazionali. Il valore di PoliReading sta proprio in questo: dare al docente una visione meno chiusa di quella in cui vive ancora oggi.

L'accesso ad articoli di esperienze internazionali sulla didattica innovativa.

Gli articoli scientifici messi a disposizione di chi vive tutti i giorni "sul campo", a volte "in trincea"!

La possibilità di far parte di un lavoro che contribuirà al rinnovamento pedagogico.

La possibilità di trattare temi estremamente attuali nella scuola di oggi proposti da un'agenzia educativa di cui ho la massima stima.

La possibilità di "respirare" innovazione.

La lettura degli articoli e dei commenti sul forum, che può essere fatta secondo i propri tempi e senza "l'ansia" di dover relazionare entro scadenze prefissate.

La possibilità di formarmi e informarmi, a qualsiasi ora e momento della giornata, quando sono libera da impegni di lavoro e personali...

Tra gli aspetti negativi riportati dagli intervistati il principale riguarda in realtà la propria disponibilità di tempo per aggiornarsi e non il progetto PoliReading in sé. Altri punti sono da ascrivere ad interventi troppo prolissi e non sempre costruttivi di altri iscritti al progetto e, infine, alla modalità scelta per attivare il dibattito (file condiviso in Google Drive), che per alcuni risulta un po' dispersiva e confusiva:

Sicuramente problemi di tempo personali non mi hanno permesso di contribuire fattivamente alla discussione.

Avere avuto poco tempo di approfondire. Gli impegni scolastico-burocratici spesso assorbono interi pomeriggi!!!!

Alcuni interventi nel forum erano troppo lunghi e a volte noiosi, poco incisivi.

A volte con troppi interventi si perde il filo del discorso.

Le polemiche sterili di alcune colleghe perché credo che non abbiano capito che sta a noi essere propositivi e non solo brontoloni.

Trovo la scelta di un file condiviso meno comodo di un forum interattivo.

Come detto sopra, la totalità degli intervistati consiglierebbe a colleghi di iscriversi al progetto, soprattutto perché fonte di arricchimento personale e professionale, consapevolezza e apertura mentale. Secondo alcuni partecipanti...

Nessun docente oggi, può restare fuori dal dibattito sulla scuola. Per cambiarla bisogna capire che è cambiata e conoscerne gli orientamenti.

È un aggiornamento professionale lungimirante e di ampio respiro se confrontato alle altre proposte che si possono reperire in rete.

Arricchisce, forma, e offre la possibilità di confrontarsi.

Permette un'innovazione radicale, ma fattibile.

3. I quaderni di Polireading

L'intera attività delle stanze di Polireading, il cui valore formativo è stato mostrato nei paragrafi precedenti, può essere descritta con l'immagine di un oggetto in movimento, la cui forma e direzione si modificano di volta in volta, ad ogni azione e reazione da parte degli attori coinvolti: è un progetto *in fieri* che per essere compreso nel proprio valore scientifico necessita di essere, ad un qualche punto, "immobilizzato" e decifrato. I quaderni di Polireading rispondono a questo scopo: ogni quaderno è dedicato ad una stanza di discussione, e, con cadenza mensile, raccoglie riflessioni ed esperienze a partire dalle letture proposte.

Ogni quaderno ha dunque l'obiettivo di presentare una sorta di *summa* rielaborata e commentata delle discussioni nate all'interno della community di Polireading a partire dai materiali proposti, su cui per circa 30 giorni hanno lavorato online oltre mille tra insegnanti, dirigenti, ricercatori. Il contenuto delle discussioni che hanno luogo nelle stanze viene "congelato" e riordinato in modo arbitrario: è importante sottolineare che la rielaborazione del materiale della stanza non avviene su base cronologica, ma è strutturata intorno a nuclei tematici identificati ex-post.

Ogni quaderno ha come output ideale, da un lato, la messa in luce e l'organizzazione delle tematiche più rilevanti trattate dai partecipanti alla stanza a cui il quaderno si riferisce, e, dall'altro, la sistematizzazione delle criticità e dei bisogni emersi nel corso della discussione, così come l'analisi delle modalità con cui i partecipanti vi rispondono. Facendo dialogare le diverse riflessioni ed opinioni della stanza in modo da creare una discussione "virtuale" su tematiche "reali", si porta alla luce la plurivocità e la multiformità che caratterizza la scuola italiana di oggi, troppo spesso fraintesa ed appiattita in una omogeneità fittizia. Quella dei quaderni Polireading è dunque un'operazione "artificiosa" e sistematica, lontana dal carattere spontaneo e con-costituente delle discussioni, che si propone di far emergere la profondità e la complessità del dibattito "nel" e "sul" mondo della scuola italiana oggi.

Nell'intenzione di HOC-LAB, tale risultato dovrebbe consentire una comprensione profonda e veritiera di una situazione qualitativamente e quantitativamente articolata, come quella delle questioni e dei problemi del mondo della scuola italiana, così come vengono percepiti ed interpretati dagli attori coinvolti, ed al contempo far emergere possibili traiettorie da intraprendere per la modifica del sistema scuola. È importante, anche se forse superfluo, sottolineare la rilevanza che questa operazione riveste nel contesto delle discussioni critiche sul mondo della scuola.

Tre sono le stanze di discussione di Polireading ad oggi chiuse, e al momento è disponibile il quaderno dedicato alla prima stanza: "Il modello TPACK". I

quaderni delle altre due stanze chiuse, “Storytelling digitale e didattica” e “Cloud computing, didattica ed organizzazione scolastica”, sono in fase di elaborazione.

Dal primo quaderno, disponibile in consultazione sul sito di Polireading (<http://www.polireading.polimi.it>) è evidente l’organizzazione concettuale ex-post ed il suo andamento indirizzato a far emergere i nuclei di interesse della discussione identificati a posteriori.

In linea generale l’elaborazione conclusiva dei quaderni si sta rivelando un’operazione sicuramente complessa, ma al contempo di grande ricchezza interpretativa, poiché fa emergere un pensiero del mondo della scuola su sé stesso mai banale e pluriprospettico.

4. Conclusioni e futuri sviluppi

A nostro avviso sono tre gli aspetti rilevanti di Polireading, che lo rendono estremamente interessante in questo momento di ampio dibattito e di cambiamento in corso nel sistema scuola in Italia: in primo luogo il fatto che i docenti percepiscono nettamente la necessità di elevare il livello della discussione, agganciandola al dibattito pedagogico sul tema delle tecnologie, che è di fatto di rilevanza internazionale, svecchiando alcuni schemi pedagogici – anche in rapporto all’aggiornamento professionale; in secondo luogo il fatto che sia ritenuto fondamentale poter fruire – almeno in parte – di materiali di ricerca complessi, ma affascinanti; in terzo luogo il fatto che la comunità intercettata da Polireading è una comunità compatta e matura, anche oltre le nostre aspettative. Questo terzo aspetto, in un mondo come quello dei docenti italiani spesso interpretato come monadico, in cui singoli attori si muovono seguendo la propria sensibilità ma cooperando e scambiandosi opinioni in maniera minore rispetto ad altre comunità professionali, ci sembra davvero degno di nota: sarà nostra cura, nei prossimi mesi, cercare di mettere a sistema le competenze e il desiderio di partecipazione di questa comunità così attiva, nonché di sfruttare l’effetto volano che può avere su colleghi meno coinvolti.

In generale sembra però evidente che il successo di tale iniziativa non risieda né nella specifica tecnologia utilizzata, che si è rivelata un *medium* adatto a raggiungere un alto numero di partecipanti, ma che non rappresenta certo il cuore pulsante del progetto, né nell’utilizzo delle tecnologie in sé. Come sempre, la sinergia vincente si rivela l’utilizzo di tecnologie per rispondere a una esigenza presente e fortemente percepita nel mondo della scuola attraverso una progettazione pedagogica complessa.

In futuro ci si propone da un lato di proseguire l’esperienza affrontando nuove tematiche, scelte sempre tra quelle maggiormente dibattute a livello mondiale. Per il 2017-2018 si ipotizzano le seguenti tematiche: il *mobile learning*, una prima analisi di come stiano procedendo le esperienze di classi rovesciate, l’*homeschooling*, le integrazioni di contenuti fruibili attraverso mooc all’interno della didattica in classe in una sorta di rinnovamento del *blended learning* e il *serious gaming*. Forti della partecipazione attiva e numerosa da parte di docenti delle scuole di ogni ordine e grado, si vorrebbe potenziare il dibattito anche a livello universitario, aumentando il numero di partecipanti provenienti dal mondo

dell'*higher education*: uno degli obiettivi iniziali di Polireading è proprio quello di creare occasioni di scambio e arricchimento reciproco tra il mondo della scuola e quello delle università.

References

1. Mishra, Punya, and Matthew J. Koehler. "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge." *Teachers college record* 108.6 (2006).
2. Di Blas, Nicoletta, et al. "Distributed TPACK: going beyond knowledge in the head." *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. (2014).
3. Boase, K. "Digital storytelling for reflection and engagement: A study of the uses and potential of digital storytelling." Retrieved February 12 (2008).
4. Yuksel, Pelin, Bernard R. Robin, and Sara McNeil. "Educational uses of digital storytelling around the world." *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Vol. 1. No. 1. (2011).
5. González-Martínez, José A., et al. "Cloud computing and education: A state-of-the-art survey." *Computers & Education* 80 (2015).
6. Bulla, Chetan, Basavaraj Hunshal, and Sankalp Mehta. "Adoption of Cloud Computing in Education System: A Survey." *International Journal of Engineering Science* 6375 (2016).
7. "Teaching the teachers", *New Yorker*, <http://www.economist.com/node/21700385/print>, last accessed 2017/4/16.
8. Deng, Zongyi, and Saravanan Gopinathan. "Continuity and Change in Conceptual Orientations for Teacher Preparation in Singapore: Challenging teacher preparation as training [1]." *Asia-Pacific Journal of Teacher Education* 31.1 (2003)
9. "A leader in digital education", James Madison Institute, <https://www.flvs.net/docs/default-source/research/James-Madison-Institute-Policy-Brief.pdf>, last accessed 2017/4/16
10. Mead, Rebecca. "Learn Different", *New Yorker*, <http://www.newyorker.com/magazine/2016/03/07/altschools-disrupted-education>, last accessed 2017/4/16
11. Mishra, Punya, Laura Terry, and Danah Henriksen. "The Educational Technology Program at Michigan State University." *TechTrends* 57.3 (2013).
12. Hagerman, Michelle Schira, Alison Keller, and Jodi L. Spicer. "The MSU Educational Technology Certificate Courses and Their Impact on Teachers' Growth as Technology Integrators." *TechTrends* 57.3 (2013). Author, F.: Article title. *Journal* 2(5), 99–110 (2016).
13. Pinelle, David, Carl Gutwin, and Saul Greenberg. "Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the

mechanics of collaboration." ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)10.4 (2003): 281-311.

14. Marshall, Catherine C., and A. J. Brush. "From personal to shared annotations." CHI'02 extended abstracts on Human factors in computing systems. ACM, 2002.

15. Facemire, Michael D., et al. "Shared web 2.0 annotations linked to content segments of web documents." U.S. Patent Application No. 12/212,360.

Biografie

Aldo Torrebruno è laureato in Filosofia presso l'Università degli Studi di Milano e in Media education presso l'Università degli studi di Padova. Si divide tra il lavoro come manager didattico per le scuole di Ingegneria del Politecnico di Milano e quello come ricercatore presso il laboratorio HOC della medesima università, dove si occupa di nuove tecnologie per la didattica, di e-Learning, di edutainment e di digital storytelling. La sua missione è trovare modi innovativi di coniugare tecnologie e didattica. È docente presso il master on line DOL per esperti di didattica e nuove tecnologie e ha al suo attivo oltre 30 pubblicazioni su riviste e atti di convegni internazionali.

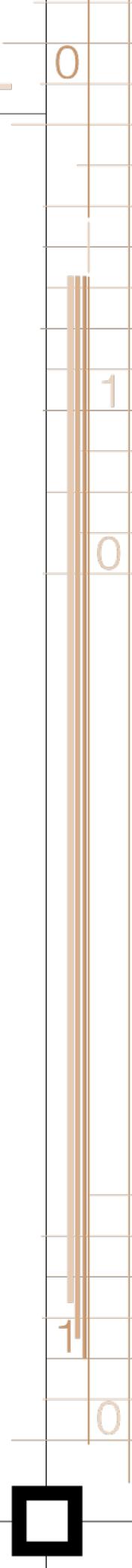
Email: aldo.torrebruno@polimi.it

Anna Torrebruno è laureata in Psicologia del lavoro e delle organizzazioni. Dal 2003 a 2009, ha lavorato come consulente e ricercatrice qualitativa per analisi di mercato. Dal 2009, è assegnista di ricerca presso il laboratorio HOC del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano, dove si occupa di progetti sull'eLearning, e in particolare fornisce supporto organizzativo nelle attività del Master online in tecnologie per la didattica (DOL) nella medesima università.

Email: anna.torrebruno@polimi.it

Stella Casola è laureata in Filosofia presso l'Università degli Studi di Milano e da inizio 2017 collabora come assegnista di ricerca con il laboratorio HOC del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano. Qui si occupa di progetti sulle nuove tecnologie (digital e AI) applicate alla didattica e alla comunicazione culturale, studiando l'impatto di strumenti quali lo storytelling digitale e i chat-bot nell'ambito educativo e del cultural heritage; collabora inoltre come tutor in attività di formazione on-line e in presenza.

Email: stella.casola@polimi.it



Apologia della ragione scientifica - III: decisioni e giochi strategici

T. Bassetti, A. Luvison

Sommario

L'Homo oeconomicus – il risultato di un mero costrutto mentale – si trova costantemente di fronte a circostanze che ne sfidano la razionalità. A partire dal quadro concettuale fornito dalla teoria dei giochi, si illustrano alcuni dilemmi emblematici che si presentano in situazioni reali: economia, telecomunicazioni, società civile e politica. Il Leitmotiv dell'articolo è che l'esercizio del pensiero critico (critical thinking) e della razionalità, insieme agli strumenti disponibili (analisi quantitativa e probabilistica, rigore metodologico e logico, pragmatismo, ecc.), consente di inquadrare, affrontare e risolvere efficacemente i problemi che caratterizzano la trasformazione digitale, nel presente e nel futuro. Gli esempi a supporto della tesi sono di teoria dei giochi, paradossi e dilemmi, inclusi quelli economici, sociali ed elettorali.

Abstract

Homo economicus – a term for a totally made-up conceptual model – is continually facing a number of situations that challenge his/her rationality. Starting from the generic framework of game theory, we discuss a variety of well-known puzzling situations arising from the real world of economics, telecommunications, human society and politics. The paper main theme is that problem solving can be provided by critical thinking and rationality. The available toolkit – quantitative analytics, i.e., metrics (or measurement unit), probability and statistics, scientific method and logic, engineering approach – allows us to frame, face and solve a large amount of problems that will affect the ongoing digital transformation, now and in the future. Supporting examples are from game theory and paradoxical situations, which include economic, social and voting dilemmas.

Keywords: Critical thinking, Game theory, Prisoner's dilemma, Braess' paradox, Centipede game, Social and collective choices, Voting schemes, Decision-making



1. Introduzione

Reason also is choice – Anche la ragione è una scelta (John Milton)

L'articolo continua nel percorso tematico avviato dai due precedenti sull'“Apologia della ragione scientifica” [1], [2], mantenendo l'impostazione trasversale e interdisciplinare, oltre al taglio panoramico e all'intento comunicativo. Leitmotiv del lavoro è dunque che l'esercizio del pensiero critico (*critical thinking*), della razionalità, dell'argomentazione, insieme con gli strumenti di supporto (analisi quantitativa e probabilistica, rigore metodologico e logico, pragmatismo, ecc.), consente di inquadrare, affrontare e risolvere efficacemente i problemi che caratterizzano l'era digitale, nel presente e nel futuro.

Purtroppo, un elemento critico per l'Italia è che da circa cent'anni, dopo il trionfo del neoidealismo di Benedetto Croce e Giovanni Gentile, la scienza (associata alla tecnica nella tecnoscienza) è considerata al massimo portatrice di benefici, ma non creatrice di cultura, che, anzi, sarebbe appannaggio esclusivo di categorie strettamente legate alla sfera umanistica (*humanities*): filosofia, letteratura, estetica e arte, ecc. Questo denigrare il valore culturale della scienza permea tuttora una componente non trascurabile del sistema educativo italiano ed è una delle cause principali dei nostri limiti in economia, tecnologia e innovazione rispetto a tanti altri Paesi avanzati in settori high tech afferenti sia all'industria sia ai servizi. Anche se le ragioni del ritardo risiedono non solo qui, sono tutte però fortemente embricate con questa.

Si dimentica infatti che è la scienza a fornire risposte alle grandi domande sulla natura, non per una fede incondizionata e aprioristica nella sua infallibilità, quanto piuttosto per il suo rigore metodologico (del tutto irriducibile al fanatismo) e, soprattutto, per i suoi risultati. Inoltre, la scienza, che è un processo dinamico continuo, e non una conclusione, consente di imparare anche facendo e sperimentando. Persino con riferimento alla medicina, se scientificamente fondata, si deve partire dal presupposto che non esistono meccanismi naturali diversi per la fisica e la chimica degli organismi umani e per la fisica e la chimica di tutto il resto della natura. Un'appassionata e argomentata difesa del pensiero matematico è fatta, con la solita verve, da Piergiorgio Odifreddi in un commento dal paradossale titolo di “Due più due fa cinque”, dove si citano molti eruditi che hanno addirittura rivendicato il diritto di ribellarsi alle leggi dell'aritmetica [3].

Sviluppare conoscenza e cultura scientifica in un Paese in cui si privilegiano letterati e filosofi diventa perciò difficile, e, se tecnoscienza, ricerca, innovazione, brevetti sono penalizzati, è arduo mettere in moto una macchina che produca crescita intelligente. Altri Stati, favorendo un'istruzione scolare basata sulle discipline scientifiche sinteticamente racchiuse nell'acronimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), danno prova di essere più lungimiranti del nostro.

Compito di chi ha ruoli di responsabilità è affidarsi non ai preconcetti, bensì a razionalità, logica e capacità di giudizio – senza trascurare l'esercizio di un po'

di attenzione e di buon senso (che talora “c’è, ma se ne sta nascosto, per paura del senso comune” – scriveva sagacemente Alessandro Manzoni). Questi elencati sono tutti fattori alla base del pensiero analitico, critico e logico, che è l’unico strumento cognitivo capace di produrre scienza e formare cittadini consapevoli.

Sui limiti e sulla fallibilità della ragione da un punto di vista logico-matematico (e a integrazione delle considerazioni già introdotte nei lavori [1], [2]) meritano un cenno i teoremi di incompletezza di Kurt Gödel, tanto importanti per i fondamenti logici quanto la teoria della relatività di Albert Einstein per la fisica. Le conseguenze dei risultati di questi due geni sono state spesso interpretate in modo ardito non meno che distorto – cioè in termini di irrazionalismo (quelli di Gödel) o relativismo (quelli di Einstein) – da pseudo-epistemologi dotati di scarsa cultura scientifica.¹ Come sanno i lettori di questa rivista, è scorretto confondere livelli epistemologici diversi, attinenti a categorie altrettanto irriducibili quali relatività-relativismo e incompletezza-irrazionalismo.

Vastissima è la letteratura sui contributi di Gödel, che nel 1931 stupì il mondo della matematica dimostrando che nessun insieme finito di assiomi è capace di catturare tutte le verità matematiche. (Per una prima non cursoria introduzione alle molteplici sfaccettature della logica, dalla aristotelica alla simbolico-formale, suggeriamo il manuale [4]).

“Se la ragione vuol essere completa allora è incoerente”, proclamava Immanuel Kant. “Se la ragione vuol essere coerente allora deve essere incompleta”, ribatteva Gödel. Quest’ultimo con due teoremi fondamentali ha risolto in negativo i problemi della completezza (decidibilità di tutti gli enunciati) e della coerenza (non contraddittorietà di tutti gli enunciati) all’interno un sistema logico-matematico formalizzato (assiomatico). Al di là dei tecnicismi, il primo teorema stabilisce che in questi sistemi esistono verità e formule indecidibili, le quali cioè non si possono né dimostrare né refutare. In ogni formalizzazione esistono delle espressioni che non sono teoremi, quantunque esse siano valide nel senso usuale del termine, quindi l’intera matematica non può essere assiomatizzata. A causa dell’esistenza di proposizioni indecidibili, discende il secondo risultato sull’impossibilità di dimostrare la coerenza, cioè l’assenza di contraddizioni, in un sistema assiomatico.

Una conseguenza di quanto detto è che in un linguaggio (sistema) si possono formulare più proposizioni vere di quelle che si possono dimostrare all’interno del linguaggio (sistema) stesso, così che la loro verità deve essere comunicata dall’esterno del sistema (per es., dall’esperienza). Ci sarà pur stata una crisi dei fondamenti della matematica, ma è altrettanto vero che Gödel l’ha brillantemente risolta con il trionfo e l’ampliamento del modello di razionalità, la quale risulta perciò rafforzata. E la branca dell’ontologia formale ne è oggi la piena

¹ Richard Feynman sulla questione una volta sfoggiò tutto il suo tagliente sarcasmo: “La filosofia della scienza è utile agli scienziati più o meno quanto l’ornitologia è utile agli uccelli”. Naturalmente, la maggior parte dei filosofi della scienza (epistemologi) è costituita, anche e soprattutto in Italia, da studiosi preparati e competenti.

testimonianza con le sue applicazioni all'intelligenza artificiale e alla rappresentazione della conoscenza.

Se volessimo compendiare per la scienza in generale la lezione di Gödel mediante una frase non precisissima ma espressiva, potremmo dire che ciò che appare logicamente plausibile non è sempre vero, e ciò che è vero non è sempre dimostrabile.

Oltre al mondo naturale dei logici e dei matematici, anche gli studiosi del diritto hanno discusso a lungo sull'applicabilità dei teoremi di incompletezza al settore giuridico, dividendosi quasi equamente tra favorevoli e contrari.² *“L'indagine razionale occupa un posto chiave nella comprensione della giustizia anche in un mondo segnato da tanta irrazionalità. Anzi in un mondo siffatto può risultare decisiva”*, sostiene Amartya Sen in *L'idea di giustizia*. (Nell'originale: *“Reasoning is central to the understanding of justice even in a world which contains much ‘unreason’; indeed, it may be particularly important in such a world”* [6, p. xix]). E dunque, occorre mantenere alta la soglia di guardia della razionalità, applicandola in modo critico e costantemente.

Nelle teorie economiche e sociali contemporanee trova sempre più spazio la costruzione di modelli matematici per studiare come un insieme di agenti razionali prenda decisioni individualmente (teoria delle decisioni), interattivamente (teoria dei giochi) o collettivamente (teoria della scelta sociale). Consumatori, elettori, giocatori esprimono preferenze che possono essere formalizzate, pur in condizioni estreme di rischio o incertezza.

La cornice generale dell'articolo è fornita dalla teoria dei giochi [7], [8], teoria che consiste nello studio dei conflitti fra oppositori oculati e potenzialmente mendaci.³ John von Neumann utilizzò il termine “gioco” per rappresentare una situazione competitiva dove un giocatore deve fare una scelta sapendo che anche gli altri sono in grado di scegliere, e il risultato del conflitto sarà determinato secondo certe regole definite *a priori* nonché da tutte le scelte effettuate. È importante osservare che soggetti economici antagonisti possono essere considerati “giocatori” che praticano la teoria dei giochi.

Partendo dal dilemma del prigioniero, che useremo come introduzione all'intera problematica, toccheremo – in forma divulgativa, in parte narrativa, pur seguendo un percorso ragionato – argomenti diversi quali: il dilemma del prigioniero e il gioco dei millepiedi; il paradosso di Condorcet e gli sviluppi più recenti sui modelli elettorali; il paradosso di Braess applicato al traffico; l'intelligenza collettiva (*crowdsourcing*) nelle reti sociali e nel web. L'importanza

² Benché Gödel non si sia interessato delle implicazioni giuridiche dei suoi risultati, resta il curioso episodio di quando egli, studiando la Costituzione USA perché in attesa della cittadinanza nel 1947, scoprì in un articolo una contraddizione, ossia una pecca logica, attraverso la quale gli Stati Uniti si sarebbero potuti trasformare in una dittatura. Durante il successivo esame, gli amici Einstein e Oskar Morgenstern, che lo accompagnavano, riuscirono a frenarlo a stento dal portare troppo avanti il discorso su questo punto di fronte al giudice che lo interrogava per concedergli l'agognata cittadinanza. Esistono numerose varianti aneddotiche dell'episodio, ma la ricostruzione più fedele sembra essere quella riportata in [5].

³ La teoria dei giochi è distinta dalla matematica ricreativa, oggetto, in parte, di [1] e [2].

di questi esempi problematici⁴ sta nel fatto che pervadono la nostra vita quotidiana negli aspetti economici, politici, sociali ed etici. Due riquadri toccano argomenti più tecnici e curiosità riconducibili, in termini generali, a statistica e probabilità, oltre che a valutazioni semplicemente aritmetiche.

La nutrita bibliografia finale, che comprende le indicazioni relative ai lavori effettivamente utilizzati o, perlomeno, consultati nella stesura dell'articolo, permette ai lettori che lo desiderino di approfondire i temi proposti.

2. Teoria dei giochi: inquadramento generale

La teoria dei giochi è uno strumento di analisi matematica utile a risolvere problemi d'interdipendenza (o complementarità) strategica tra agenti razionali. Si parla d'interdipendenza strategica quando il risultato finale di una o più decisioni non dipende esclusivamente dalle azioni poste in essere dal decisore ma anche dalle azioni compiute da tutti gli altri giocatori. Si può quindi comprendere come questo strumento possa essere utilizzato per studiare una vasta gamma di relazioni comportamentali che riguardano le scelte di decisori razionali quali gli agenti umani, ma anche animali o computer. Ecco perché la teoria dei giochi viene spesso utilizzata nello studio dell'economia, della psicologia sociale, delle scienze politiche, nonché della biologia, dell'informatica e delle telecomunicazioni.

Il primo contributo alla moderna teoria dei giochi risale al 1928 ed è opera del matematico John von Neumann [7]. Riferendosi ai giochi a somma nulla, ossia a quelli in cui i guadagni di uno o più giocatori vengono perfettamente compensati dalle perdite dei restanti giocatori, von Neumann studia l'esistenza di equilibri in strategie miste per giochi con due giocatori. Nel 1944, lo stesso von Neumann e Oskar Morgenstern pubblicano un libro fondamentale sui giochi cooperativi caratterizzati da una molteplicità di giocatori [8].⁵ Con questo libro, gli autori gettano anche le basi per una teoria assiomatica dell'utilità attesa, la quale costituirà il punto di partenza di tutta la teoria matematico-economica delle decisioni in condizioni di incertezza.

Vista la vastità e la complessità della materia, per continuare nella trattazione, è necessario introdurre alcuni concetti fondamentali della teoria dei giochi.

Quando si parla di un gioco, bisogna sempre specificare con precisione e nei minimi dettagli tutte le caratteristiche dell'interazione strategica. In particolare bisogna definire:

- l'insieme dei giocatori;
- l'insieme delle azioni di cui ciascun giocatore dispone;
- l'ordine delle azioni;

⁴ Qui consideriamo paradossi la cui natura si avvicina all'origine etimologica del termine "paradosso", che viene dal Greco e significa "contrario al senso comune".

⁵ Per una sintesi che combina la teoria dei giochi con le biografie dei protagonisti (in primis, von Neumann) e una storia delle decisioni strategiche con applicazioni belliche, si rimanda a [9].

- l'informazione che ciascun giocatore possiede al momento di compiere la sua azione;
- la funzione dei risultati;
- il criterio di scelta, ossia una funzione di utilità che trasformi i risultati in guadagni monetari (ossia ricompense, risultati, *payoff*).

I giochi possono essere divisi in due grandi categorie: giochi cooperativi e giochi non cooperativi. Nei primi i giocatori vincolano le loro azioni al soddisfacimento degli interessi del gruppo, mentre nei secondi ciascun giocatore prende le proprie decisioni solo sulla base delle previsioni dei comportamenti altrui. Nei giochi di gruppo, per la gestione di beni comuni – terreni agricoli, foreste, patrimonio ittico – i decisori possono attuare una serie di strategie, di tipo economico e/o socio-politico, per evitare che il bene comune in questione sia depauperato a svantaggio della collettività. In questo caso, il gioco è fra più persone per la condivisione di risorse (terra, legname, pesci) da considerare rinnovabili, almeno fino a un certo punto, se ben gestite.

I giochi non cooperativi possono essere ulteriormente divisi in giochi a interessi contrapposti (o di puro conflitto), a interessi allineati (dove non c'è possibilità di stringere accordi), a interessi misti. Si noti come qualsiasi gioco a interessi contrapposti possa essere ricondotto a un gioco a somma nulla, così come un gioco a somma nulla è sempre un gioco a interessi contrapposti.

I giochi possono essere rappresentati in due modi: in forma normale e in forma estesa. La rappresentazione in forma normale non è altro che una rappresentazione in forma matriciale dei guadagni, ossia una matrice che descrive per ciascun giocatore e per ciascun'azione possibile il risultato che il giocatore otterrà date le azioni degli altri giocatori. La rappresentazione in forma estesa invece è basata sull'uso di grafi orientati che oltre a descrivere i guadagni finali, descrivono anche la sequenza possibile delle azioni e la struttura delle informazioni. La rappresentazione in forma normale viene utilizzata nel caso di giochi simultanei, cioè giochi in cui i giocatori compiono le loro azioni contemporaneamente, mentre la rappresentazione in forma estesa è utile per i giochi sequenziali (o dinamici), ossia quei giochi in cui i giocatori prendono le loro decisioni in istanti di tempo differenti.

Quando si parla di teoria dei giochi, bisogna distinguere tra equilibri di un gioco e soluzioni di un gioco. In generale, un gioco può avere molteplici equilibri, intesi come stati in cui i giocatori tendono a non muoversi, mentre le soluzioni di un gioco sono quegli equilibri che, sotto determinate ipotesi, verranno verosimilmente selezionati una volta che il gioco avrà luogo. Una delle ipotesi più ricorrenti e utili ai fini della risoluzione di un gioco è quella di *common knowledge*, che si fonda sull'idea che i giocatori non solo conoscano la propria funzione di utilità e come questa dipenda dalle scelte altrui, ma che sappiano anche che tutti gli altri giocatori la conoscano e che tutti sappiano di questa conoscenza condivisa.

Molti sono stati gli studiosi che hanno contribuito alla teoria dei giochi. Tra questi, un posto di assoluto rilievo va riservato al matematico ed economista John Forbes Nash con contributi alla soluzione di molteplici problemi teorici

riguardanti le equazioni differenziali non lineari, le varietà algebriche e la meccanica quantistica. Il contributo più importante di Nash alla teoria dei giochi è legato all'introduzione di una nuova categoria di equilibri: i cosiddetti "equilibri di Nash". Un equilibrio è di Nash quando, date le scelte di tutti gli altri giocatori, nessun giocatore ha interesse a cambiare la propria scelta. In questa situazione, nessun giocatore può migliorare la propria situazione individualmente deviando dallo stato di equilibrio. L'equilibrio di Nash così definito non implica affatto che, in equilibrio, l'allocatione dei guadagni sia efficiente. Nel 1994, John Nash, insieme a Reinhard Selten e John Charles Harsanyi, vinse il Premio Nobel per l'economia. Selten, come Nash, studiò a lungo gli equilibri nei giochi non cooperativi, mentre Harsanyi si occupò soprattutto di giochi bayesiani con informazione incompleta (il termine "bayesiano" deriva dal teorema del pastore presbiteriano Thomas Bayes sul calcolo delle probabilità *a posteriori* [10]).

I metodi di selezione degli equilibri al fine di determinare le soluzioni di un gioco sono molteplici e si va da metodi piuttosto semplici a processi cognitivi estremamente complessi. Un metodo intuitivo di selezione degli equilibri è quello delle "strategie dominanti". Un giocatore avrà una strategia dominante se, indipendentemente dalle azioni di tutti gli altri giocatori, questa strategia garantisce al giocatore un guadagno che è sempre maggiore del guadagno ottenibile da ogni altra possibile strategia. Qui col termine strategia s'intende un piano d'azioni completo. Ovviamente, se un giocatore ha una strategia dominante, non serve che egli faccia alcuna inferenza sulle strategie degli avversari. Qualora non vi siano strategie dominanti, possiamo comunque chiederci se non vi siano strategie dominate, ossia strategie che danno un guadagno sempre minore dei risultati di tutte le altre strategie. L'individuazione di strategie dominate ci permette di escludere una parte delle azioni possibili. Se escludo una strategia dominata del mio avversario, questo mi permette, a mia volta, di eliminare le strategie che erano di risposta ottima alla strategia eliminata e questo innesca un'eliminazione iterata di strategie che ci porterà ad un sottoinsieme di strategie possibili dette "razionalizzabili".

Quando non esistono né strategie dominanti né strategie dominate, diventa importante valutare e soppesare il sistema delle credenze (*belief*) dei giocatori. Giocatori avversi al rischio tendono ad adottare strategie di minimizzazione delle perdite massime (MinMax) oppure strategie di massimizzazione dei guadagni minimi (MaxMin). Il MinMax è dunque un metodo di scelta delle strategie che punta a minimizzare la massima perdita possibile. Questo metodo può essere utilizzato sia nei giochi sequenziali sia nei giochi simultanei, purché siano giochi a somma nulla. In caso contrario, il MinMax potrebbe portare a strategie subottimali. Nei giochi sequenziali si parte dai guadagni descritti nei nodi finali del grafo e per induzione all'indietro si giunge a determinare la strategia che garantirà la minor perdita massima. Fu lo stesso von Neumann a dimostrarne per primo il funzionamento. In modo simmetrico, possiamo definire il MaxMin, ossia quel metodo che porta un giocatore a selezionare la strategia che gli garantirà il massimo tra i guadagni più bassi.

Dopo questa breve descrizione della teoria dei giochi e dei suoi concetti di base, possiamo passare alla disamina di alcuni tra i giochi più famosi e significativi.

2.1 Un gioco simultaneo: il dilemma del prigioniero

Il dilemma del prigioniero, che costituisce il prologo di ogni corso universitario sulla teoria dei giochi, è una situazione ideale immaginata negli anni Cinquanta dal matematico Albert Tucker [11] e dall'economista Thomas Schelling [12]. Una sua versione è la seguente. Due individui vengono fermati dalla polizia perché sospettati di aver commesso un grave crimine. La polizia non ha elementi sufficienti per accusare i due sospettati; tuttavia, possiede le prove per accusare entrambi di un reato minore. Il commissario di polizia, che conosce la teoria dei giochi, decide da subito di separare i due sospettati in modo tale che non possano comunicare. Dopodiché, lo stesso commissario interroga un sospettato alla volta prospettandogli le seguenti situazioni: se uno confessa (*C*) e l'altro non confessa (*NC*), il primo verrà liberato immediatamente mentre il secondo sconterà 10 anni di prigione; se entrambi confessano, i due passeranno i prossimi 5 anni dietro le sbarre; se nessuno confessa, verranno accusati del reato minore e saranno condannati ciascuno a 2 anni. I due sospettati hanno tempo per decidere ma non possono conoscere la scelta dell'altro. Come si comporteranno i due sospettati? Conviene loro confessare o non confessare?

Per rispondere a queste domande è conveniente rappresentare il gioco in forma normale, come in tabella 1.

		Giocatore 2	
		<i>C</i>	<i>NC</i>
Giocatore 1	<i>C</i>	(-5, -5)	(0, -10)
	<i>NC</i>	(-10, 0)	(-2, -2)

Tabella 1
Rappresentazione in forma normale del dilemma del prigioniero

I guadagni sono riportati con numeri negativi, trattandosi in realtà di perdite (anni di prigione). Per ogni cella, il primo numero fa riferimento al giocatore 1, mentre il secondo è quello del giocatore 2. La soluzione di questo gioco può essere facilmente individuata notando che entrambi i giocatori hanno una strategia dominante. Guardando la tabella in questione, si vede come, qualunque sia la scelta del giocatore 2, al giocatore 1 convenga sempre confessare, e la stessa cosa dicasi per il giocatore 2. Infatti, se il giocatore 2 scegliesse *C*, il giocatore 1 realizzerebbe una perdita di -10 se decidesse per *NC* e soltanto -5 se scegliesse *C*. Analogamente, se il giocatore 2 scegliesse *NC*, al giocatore 1 converrebbe sicuramente scegliere *C*, non passando neanche un minuto in carcere. Ne consegue che entrambi i sospettati

scegheranno di confessare, ossia giocheranno le loro strategie dominanti. L'equilibrio trovato è un equilibrio in strategie pure ed è anche la soluzione del gioco.⁶

Si noti come la soluzione del dilemma del prigioniero sia un equilibrio di Nash. Infatti, data la scelta dell'altro di confessare, la miglior risposta di ciascun giocatore è quella di confessare. Tuttavia, questa soluzione non rappresenta sicuramente un punto di ottimo paretiano, ossia un punto a partire dal quale non è possibile aumentare l'utilità di almeno un giocatore senza ridurre quella di qualcun altro. Per esempio, il punto (NC, NC) domina in senso paretiano l'equilibrio (C, C) . Ciò nonostante i giocatori, non potendo cooperare, sono costretti a scegliere (C, C) . La situazione potrebbe cambiare se il gioco, anziché essere giocato solo una volta (*one-shot game*), venisse giocato un numero indefinito di volte (gioco ripetuto a orizzonte temporale indefinito). In quest'ultimo caso, l'esistenza di una *common knowledge* potrebbe portare i due giocatori a coordinarsi implicitamente sulla scelta di non confessare, minimizzando la perdita totale. Se così fosse osserveremo nel tempo una sequenza di equilibri del tipo (NC, NC) .

La domanda importante è: questo equilibrio dinamico può veramente essere una soluzione del gioco? La risposta è sì, poiché sebbene entrambi i giocatori possano essere tentati di deviare dall'accordo implicito, decidendo di confessare, essendo il gioco a orizzonte indefinito, l'altro giocatore potrebbe decidere di punire il traditore per tutto il tempo che segue al tradimento, giocando sempre C . Questa è quella che in teoria dei giochi si chiama minaccia credibile e la cui esistenza può portare a soluzioni cooperative anche in giochi di tipo non cooperativo. Una minaccia si definisce credibile quando si fonda su una punizione potenziale che non sia contraria agli interessi di chi la fa.

Per capire ancora meglio quanto sia importante il fatto che l'orizzonte temporale sia indefinito, analizzeremo adesso un gioco sequenziale a orizzonte temporale finito.

2.2 Un gioco sequenziale: il gioco del millepiedi

Questo gioco è stato introdotto da Robert Rosenthal nel 1981 [13]. Rispetto al dilemma del prigioniero, adesso i due giocatori non scelgono più le loro azioni simultaneamente ma si alternano nello scegliere tra incassare un certo guadagno o passare la mano all'altro giocatore. Se si decide di incassare, il gioco termina; mentre, se si decide di passare la mano, il guadagno crescerà. La struttura dei guadagni è particolare, infatti, se si sceglie di passare la mano, l'altro giocatore vedrà aumentare il proprio risultato, mentre chi ha passato lo vede diminuire. Supponiamo che, se un giocatore decide di passare la mano, egli perda 1 punto che andrà all'altro giocatore, il quale riceverà anche un ulteriore punto aggiuntivo. Se il primo giocatore dovesse decidere di incassare subito, allora entrambi riceveranno 1 punto.

⁶ Una strategia si dice pura quando la condotta del giocatore è certa, invece una strategia si dice mista quando il giocatore non gioca con certezza una sola strategia ma gioca una strategia formata da più strategie, ognuna delle quali viene giocata secondo una particolare distribuzione di probabilità. L'assenza di equilibri in strategie pure non implica l'assenza di equilibri in strategie miste.

La figura 1 fornisce una rappresentazione in forma estesa del nostro gioco, dove *P* indica la decisione di passare mentre *I* quella di incassare, i guadagni sono incolonnati nei nodi finali del grafo e il primo fa riferimento al giocatore 1 mentre il secondo al giocatore 2. Il gioco può andare avanti per molte interazioni e nell'ultimo passaggio il giocatore 2 deve decidere se riscuotere un guadagno di 101 e lasciare al giocatore 1 un guadagno di 98 oppure se passare la mano per l'ultima volta e garantire a entrambi un risultato di 100.⁷

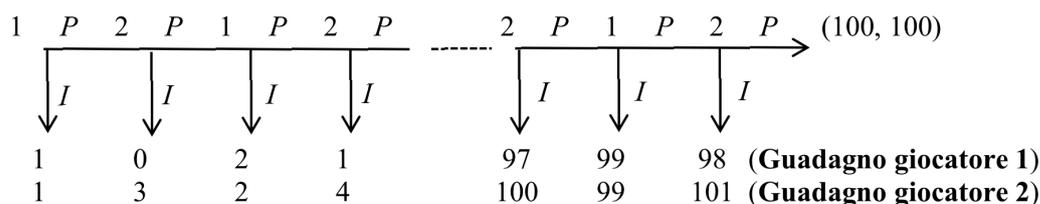


Figura 1
Schematizzazione del gioco del millepiedi

Questo gioco si risolve per induzione all'indietro, ossia, si parte dall'ultimo stadio e ci si muove verso la strategia iniziale eliminando tutte le strategie dominate. Partiamo quindi dall'ultimo stadio del gioco, dove ovviamente il giocatore 2 preferirà, in senso stretto, ricevere 101 anziché 100 e quindi deciderà di incassare. Tuttavia, sapendo questo, il giocatore 1 al penultimo passaggio sceglierà di incassare (ricevendo così 99 anziché 98), ma allora il giocatore 2 incasserà 100 al terzultimo passaggio e così via. Il ragionamento per induzione all'indietro porterà quindi a un risultato piuttosto paradossale: il primo giocatore deciderà subito di incassare 1 pur avendo entrambi i giocatori diverse occasioni per guadagnare molto di più.

Come si vede, il fatto di avere un gioco a orizzonte temporale finito, sebbene piuttosto lungo, porta i giocatori a una soluzione non cooperativa e alquanto inefficiente. Tuttavia, uno studio sperimentale illustrato in [14] mostra come raramente i giocatori decidano subito di incassare e che di solito il gioco va avanti per un certo numero di iterazioni. Questo permette ai giocatori di ricevere un guadagno maggiore di quello proposto dalla soluzione teorica del gioco e agli studiosi di comprendere che le decisioni dei soggetti in situazioni di questo tipo si basano su tecniche empiriche dette euristiche (la "regola del pollice" o "scorciatoie mentali") più complesse [15].

2.3 Uno sguardo alle applicazioni nell'economia e nelle telecomunicazioni

La teoria dei giochi prevede azioni razionali, però gli agenti sono persone reali, i cui cervelli sono connessi in modo diverso l'uno dall'altro. Non è dunque sorprendente che le decisioni prese da una persona differiscano da quanto prescritto dalla teoria. Tuttavia, anche quando gli attori si allontanano da

⁷ Il valore numerico è 100 perché in inglese il millepiedi è reso con centipede.

strategie puramente razionali, i loro comportamenti sono abbastanza prevedibili. Inoltre, allorché i giochi sono ripetuti, si manifesta una sorta di super-razionalità per cui gli individui tendono a cooperare (si veda la discussione del paradosso di Braess nel successivo par. 3). In altri termini, poiché siamo umani, ogni studio di interazioni strategiche richiede l'inclusione di risultati comportamentali: la teoria dei giochi comportamentali rappresenta il lato sperimentale della teoria, per cui le azioni dei partecipanti possono essere osservate e analizzate sul campo in modo da ottenere risultati concretamente significativi. Le poste in gioco sono spesso assai alte e basate su soldi veri, come accade in molti giochi a premi televisivi, la cui ricca dotazione garantisce il successo dello show e la sua rapida diffusione in altri Paesi con regole sostanzialmente uguali.

Il premio Nobel attribuito a personaggi quali J. Nash, R. Selten, J. Harsanyi, A. Sen, D. Kahneman, R. Thaler, testimonia come l'economia attuale sia aperta alla prospettiva interdisciplinare e integrativa con altre branche del sapere, complementari se non contigue, quali matematica (e fisica), neuroscienze e psicologia comportamentale. Nel 2002, il Nobel per le scienze economiche fu assegnato a Daniel Kahneman. Lo studioso era, fatto inusuale, uno psicologo che sin dagli anni 1970 si prefiggeva di smantellare un'ipotesi di lavoro tanto cara ai teorici dell'economia, quella dell'*Homo oeconomicus* come decisore totalmente razionale (si veda, per es., [16]). Kahneman fu per molti anni l'*alter ego* di Amos Tversky, morto nel 1956 all'età di 59 anni: se Tversky fosse vissuto più a lungo, sarebbe stato anch'egli insignito del Nobel. La storia della collaborazione tra queste due menti d'eccezione e delle loro ricerche è esaurientemente narrata nel saggio divulgativo [17]. (Per alcuni esempi dei loro contributi si rinvia anche a [1] e [2]). Le motivazioni per le quali a Richard Thaler è stato conferito il premio nel 2017 suonano identiche a quelle per cui lo vinse il suo mentore e ispiratore Kahneman, ossia per avere incorporato fondamenti di psicologia (e sociologia) nell'analisi economica delle decisioni in condizioni di incertezza ("economia comportamentale" o *behavioral economics*).

Thaler ha utilizzato l'icastico termine *misbehaving* nel compendio parzialmente autobiografico [18] per denotare l'*Homo* che, poco *oeconomicus* a causa, per esempio, di distorsioni e pregiudizi cognitivi, devia dal modello canonico, si comporta in modo anomalo e non persegue l'obiettivo del massimo benessere. In effetti, le persone reali usano spesso tecniche euristiche per prendere decisioni in modo rapido e, più o meno, efficace.

L'economia comportamentale, fra i cui precursori vi sono stati Adam Smith, John Maynard Keynes, Herbert Simon (che parlava di razionalità limitata) e il nostro Vilfredo Pareto, non rappresenta dunque una disciplina diversa: è ancora scienza economica, ma con robuste iniezioni di buona psicologia cognitiva e sperimentale o di altre scienze sociali. Tant'è che, come nel recente orientamento della "medicina basata su prove di efficacia" (*evidence-based medicine*), l'economia comportamentale è considerata particolarmente adatta per definire politiche economiche evidence-based, ossia basate su dati sperimentali. Ricapitolando, l'economia comportamentale rimuove una o più delle tre ipotesi semplificatrici che stanno alla base dell'*Homo oeconomicus*

ideale, cioè che questi nelle sue scelte: 1) sia totalmente razionale; 2) eserciti un completo autocontrollo; 3) persegua esclusivamente il proprio interesse.

Nella teoria della decisione comportamentale (*behavioral decision theory*), acquista ancor maggior rilievo il già introdotto concetto di utilità attesa, che quantifica la misura del guadagno, del piacere o della soddisfazione di ognuno in seguito a un certo evento. Il termine *utilità*, proposto da Daniel Bernoulli nel 1738, ha dato poi luogo agli studi citati [16]-[18]. In particolare, Kahneman e Tversky hanno formulato una loro originale teoria chiamandola – un po' ermeticamente – *prospect theory*, ossia, in chiaro, “teoria del valore delle diverse prospettive in condizioni di rischio e incertezza”.

Gli sviluppi di tipo comportamentale, basati su modelli descrittivi del comportamento umano, hanno ampliato e arricchito il campo della stessa teoria dei giochi rispetto alla formulazione iniziale di von Neumann e Morgenstern: questi due argomenti sono perciò comunemente insegnati nei corsi universitari di microeconomia (cfr., per es., i manuali [19]-[22]).

Nelle telecomunicazioni mobili, un problema di grande rilievo è la gestione dello spettro elettromagnetico, una risorsa finita, quindi, di pregio. Non sorprende perciò che all'argomento siano dedicati libri di testo [23], [24], tesi di laurea [25], [26], articoli di ricerca o rassegna [27]-[30]. In particolare, i riferimenti [29] e [30] riportano le ricerche più recenti nelle tecniche di teoria dei giochi che svolgono un ruolo peculiare nel campo della progettazione delle reti di comunicazione. Gli algoritmi ivi illustrati danno al lettore l'opportunità di comprendere e approfondire le soluzioni di giochi diversi a problemi specifici di progetto e gestione delle reti.

In questo contesto, si colloca anche il caso della moneta virtuale Bitcoin⁸ con la sua tecnologia abilitante, la *Blockchain* – in pratica un database distribuito. Per chi voglia approfondire come questo (inarrestabile?) sistema potrà, influenzare le nostre vite, oltre al mondo degli affari, è disponibile il numero monografico di *IEEE Spectrum* [31]. Qui però ci riferiamo al fatto che la tecnologia Blockchain è così speciale perché, per proteggere la criptovaluta ed evitare “trucchi”, si basa su un protocollo di teoria dei giochi, che garantisce un equilibrio di Nash, oltre a includere meccanismi di sicurezza crittografica [32].

3. Il paradosso di Braess sul traffico

I problemi di traffico si presentano in tutte le tipologie di rete, dalle reti stradali a quelle di generazione e distribuzione dell'energia elettrica, dall'instradamento decentralizzato in Internet all'utilizzazione dello spettro elettromagnetico nei sistemi di comunicazioni mobili. La congestione nei trasporti urbani porta a un aumento nei tempi di percorso, a maggiori emissioni da parte dei veicoli in coda, a perdite di produttività, come pure a una maggiore usura delle infrastrutture. Un cenno ai problemi critici nelle situazioni di congestione e traffico è dato in [2]; qui invece introduciamo il paradosso di Braess [33]-[36] –

⁸ Alcuni utilizzano il termine Bitcoin con l'iniziale maiuscola riferendosi alla tecnologia abilitante e alla rete, mentre con la b minuscola (bitcoin) designano la valuta in sé. Ma tale distinzione non è generalmente adottata.

originariamente proposto in [33] – che, benché non sia un vero e proprio paradosso, connota una circostanza, almeno *a priori*, affatto controintuitiva.

La situazione si manifesta nei casi in cui, aggiungendo un link in una rete, il tempo medio di percorrenza (attraversamento) aumenta. A pensarci bene, il fatto non è poi così paradossale. Basta considerare che, con l'aggiunta di una nuova risorsa, molti utenti si precipitano a usarla creando, al limite, una situazione di congestione. (Ciò capita anche nei supermercati, almeno temporaneamente, all'apertura di una nuova cassa).⁹ Beninteso, bisogna calcolare la condizione di equilibrio che si determina sulla base delle diverse variabili in gioco. Fra le numerose possibili, un'introduzione tutorial al paradosso, che coniuga bene chiarezza con generalità, è descritta in [35].¹⁰

La figura 2 illustra il problema. Nel periodo di punta, i mezzi di trasporto (o i turisti a Venezia) entrano nella rete al nodo E al ritmo di V veicoli (pedoni) in un minuto e i conducenti hanno a disposizione uno di due percorsi per arrivare al nodo d'uscita U: il primo attraverso il ponte Pa, il secondo per il ponte Pb (figura 2(a)).

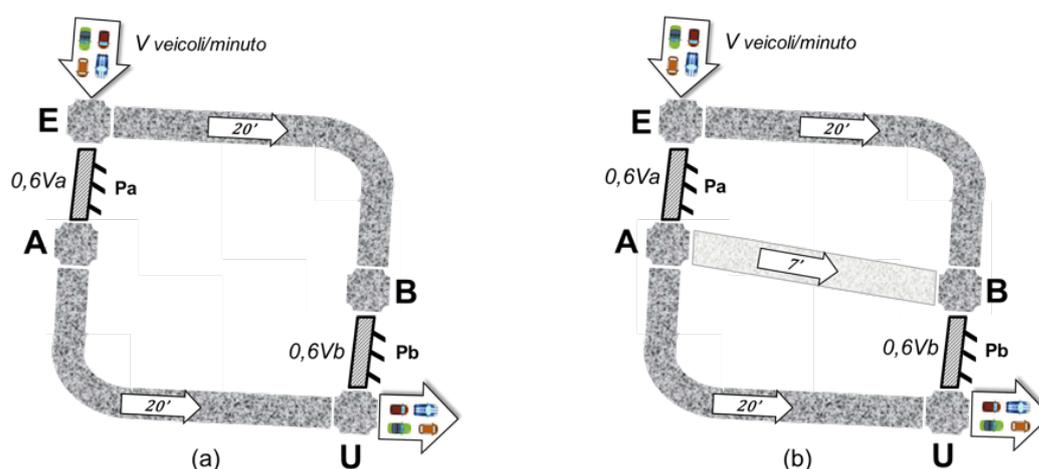


Figura 2

Paradosso di Braess: (a) la rete stradale iniziale; (b) la rete stradale espansa con il collegamento veloce fra i punti A e B. (Adattamento da [35])

Poiché ipotizziamo che il tempo di percorrenza dei ponti sia (in minuti) proporzionale al traffico entrante, o al flusso dei veicoli, Pa e Pb sono causa di rallentamento del traffico: V_a e V_b ($V_a + V_b = V$) sono i numeri di auto che impegnano, rispettivamente, Pa e Pb. Nell'esempio di figura, occorrono $0,6V_a$

⁹ Persino nel gioco del calcio succede che una squadra, se forte e ben equilibrata, giochi meglio (e vinca) in dieci giocatori anziché in undici. Purtroppo, ciò non avviene spesso per la squadra del cuore.

¹⁰ Per una animazione del paradosso, ispirata dai mattoncini del Lego, si veda il link <https://www.youtube.com/watch?v=u1Gx-9AqNdg> [36].

minuti per attraversare P_a e $0,6V_b$ minuti per P_b .¹¹ Ciò significa che, se a un ponte arrivano 10 autovetture in un minuto, il tempo di attraversamento sarà di 6 minuti. Gli altri rami sono percorribili in 20 minuti ciascuno.

La figura 2(b) mostra l'espansione della rete tramite un collegamento superveloce tra i punti di snodo A e B, collegamento che, nell'esempio, ha un tempo di percorrenza di 7 minuti.

Rinviamo a [35] per i calcoli algebrici, assicurando che sono molto semplici: richiedono infatti la soluzione di un sistema lineare in 2×2 equazioni nel caso 2(a), o 3×3 nel caso 2(b). Ipotizzando che al nodo E arrivino 25 veicoli/minuto, con i parametri indicati nella figura 2(a), la condizione di equilibrio (à la Nash) è che il traffico si distribuisce uniformemente tra i due percorsi con un tempo di percorrenza di 27,5 minuti per ciascuno.

Nel caso della figura 2(b) con il collegamento superveloce, per ognuno dei tre percorsi, la condizione di equilibrio diventa di 33 minuti, cioè ben il 20% in più rispetto al caso 2(a). Il paradosso sta nel fatto che il nuovo tratto (la risorsa aggiuntiva) è più veloce, ma il percorso risulta in tutto più lento, stante il comportamento egoistico, o non cooperativo, degli utenti. Si può osservare che il nuovo percorso richiede di attraversare due ponti e che ogni ponte può fare da collo di bottiglia perché ha un tempo di attraversamento proporzionale all'entità del traffico (nell'esempio, si ricordi che abbiamo $0,6V_a$ minuti per P_a e $0,6V_b$ per P_b). L'architettura della nuova configurazione della rete stradale risulta perciò meno conveniente, in quanto grava di più su entrambi i ponti.

È evidente che i valori dei parametri nell'esempio sono stati scelti appositamente per creare una situazione paradossale: una sorta di esperimento mentale. Naturalmente, con altri valori dei parametri, la situazione peggiorativa di 2(b) rispetto a 2(a) può capovolgersi.

C'è pure da chiedersi se comportamenti decisionali diversi da parte di un gruppo sufficientemente numeroso di conducenti non porti a un altro risultato. In effetti, il fenomeno denominato "saggezza della folla" [37] (che riprenderemo nel par. 5 a proposito di stranezze elettorali), può consentire di ottimizzare il tempo di transito, se gli utenti in larga parte assumono un comportamento adattativo [38]. Cioè, aumentando ulteriormente la domanda di traffico, il paradosso viene smentito in quanto il nuovo tratto del percorso viene utilizzato di meno. Infatti, in un gioco ripetuto, gli agenti possono imparare a coordinarsi implicitamente su equilibri diversi.

La situazione descritta nel modello di figura 2 è quindi suscettibile di interessanti generalizzazioni quanto alle condizioni di equilibrio del traffico, alla strategia di ottimizzazione del percorso, alle variabili e ai parametri in gioco [39].

Non c'è dubbio che i decisori di una cosiddetta smart city – forse anche di una città normale – dovrebbero essere più consapevoli di questo e di altri fenomeni peggiorativi delle condizioni del traffico urbano. In città come Stoccarda, New York e Seoul la comprensione del paradosso ha condotto alla chiusura di tratti di

¹¹ Più in generale, si porrà mV_a minuti per P_a e nV_b minuti per P_b , dove m e n sono due parametri.

strada. L'alternativa per risolvere il problema sarebbe di vietare il traffico, come spesso fanno i responsabili di politiche urbane di città meno fortunate.

4. Scelte sociali e sistemi elettorali

La democrazia è la peggior forma di governo, eccezion fatta per tutte quelle che si sono sperimentate fino ad ora (Winston Churchill)

La teoria delle scelte sociali è un costrutto teorico che partendo dalle preferenze degli individui cerca di arrivare a scelte sociali che massimizzino una data funzione del benessere sociale [6], [40]. Questa teoria risale al famoso paradosso di Condorcet [5], [41], [42]. Il Marchese di Condorcet fu un filosofo e matematico francese della seconda metà del XVIII secolo. Al contrario di molti suoi contemporanei, era un liberale che credeva nell'uguaglianza dei diritti e nella razionalità degli individui. Nonostante ciò, arrivò a formulare un paradosso che ancora oggi viene utilizzato per dimostrare come un gruppo di persone razionali, che sceglie seguendo un principio democratico di maggioranza, non necessariamente giunga a scelte razionali.

Prima di illustrare il paradosso di Condorcet, dobbiamo riprendere il concetto di razionalità in economia. Quasi tutta la teoria economica impiega una funzione di utilità come funzione di scelta di individui razionali, tale funzione serve a ordinare nel modo corretto le preferenze dell'*Homo oeconomicus*. Affinché questo sia possibile, la struttura delle preferenze deve avere delle proprietà minime. All'interno di questo approccio assiomatico alle scelte degli individui, si definisce un soggetto razionale se e solo se le sue preferenze sono complete e transitive. Indicando con P la relazione di preferenza e con I quella di indifferenza, l'assioma di completezza richiede che il soggetto sappia sempre ordinare le proprie preferenze. In particolare, date due alternative qualunque, x e y , il soggetto deve sempre saper dire se la soluzione x è preferita a y (xPy), se y è preferita a x (yPx) o se le due siano indifferenti (xIy). Invece, l'assioma di transitività implica che, date tre alternative x , y e z , se xPy e yPz , allora deve valere che xPz .

Partendo da queste poche nozioni, siamo già in grado di dimostrare il paradosso di Condorcet. Ipotizziamo di avere una famiglia composta da tre persone (padre, madre e figlia) e che queste tre persone siano tutti razionali. Supponiamo inoltre che le decisioni in famiglia vengano prese a maggioranza e che le preferenze dei tre siano quelle rappresentate nella tabella 2.

Padre	xPy	yPz	xPz
Madre	yPz	zPx	yPx
Figlia	zPx	xPy	zPy

Tabella 2
Paradosso di Condorcet: struttura delle preferenze

Adesso vediamo cosa succede quando i nostri tre componenti del nucleo familiare sono chiamati a votare. Dalla tabella 2, si vede subito come a maggioranza prevarrà xPy così come anche yPz , tuttavia confrontando le alternative x e z , si ha che zPx due volte su tre. La scelta sociale viola dunque il requisito minimo di razionalità che è la transitività: xPy , yPz ma zPx . Come si diceva sopra, un gruppo di persone razionali, che sceglie seguendo un principio democratico di maggioranza, non necessariamente giunge a scelte razionali: è, in sintesi, il paradosso di Condorcet.

Questo paradosso fu poi esteso da Kenneth Arrow con il suo famoso “teorema di impossibilità”. Secondo questo teorema, quando i votanti hanno tre o più alternative di scelta, nessun sistema elettorale può convertire le preferenze individuali in un ordinamento delle preferenze sociali (complete e transitive) che siano universali, non dittatoriali, indipendenti dalle alternative irrilevanti ed efficienti in senso paretiano (o Pareto-efficienti). Il criterio di universalità implica che, indipendentemente dalla struttura delle preferenze individuali, la funzione di scelta sociale dovrebbe portare a un ordinamento delle preferenze stabile e completo. La non dittatorialità richiede che la funzione di scelta sociale non ignori le preferenze di alcuno, cioè che non sia espressione solo delle preferenze di un individuo o di un sottoinsieme di individui. L'indipendenza dalle alternative irrilevanti significa che se applichiamo la nostra funzione sociale a un sottoinsieme di possibili alternative, il risultato della scelta deve essere compatibile con quello che otterremmo se applicassimo la nostra funzione a tutto l'insieme di scelta. Infine, la funzione di scelta sociale deve portare a scelte che siano Pareto-efficienti, ossia scelte in cui non è possibile aumentare l'utilità di uno o più soggetti senza ridurre l'utilità di almeno un altro soggetto.

Sia il paradosso di Condorcet sia il teorema di impossibilità di Arrow si adattano bene alle scelte elettorali e allo studio dei modelli di voto. Ecco perché altri risultati notevoli all'interno della teoria delle scelte sociali riguardano proprio i meccanismi delle tornate elettorali. In due studi indipendenti, Allan Gibbard [43] e Mark Satterthwaite [44] hanno elaborato un teorema sui sistemi elettorali ordinali con un solo vincitore. Secondo questo teorema, una regola di voto finirà per avere una delle seguenti tre caratteristiche:

1. La regola è dittatoriale e un singolo elettore sceglierà il vincitore.
2. La regola limita i possibili risultati a solo due alternative.
3. La regola può portare a un voto tattico in cui, date certe condizioni, alcuni votanti non scelgono la loro migliore opzione.

Mentre il teorema di Gibbard e Satterthwaite si limita ad analizzare le regole di voto, il lavoro originale di Gibbard [43] può essere esteso ad altri meccanismi di scelta collettiva.

Rimanendo nell'ambito dei meccanismi di voto, un altro risultato importante nella teoria delle scelte sociali è il teorema dell'elettore mediano (*median voter theorem*), secondo il quale un sistema elettorale basato su una regola di

maggioranza porterà al risultato preferito dal cosiddetto “elettore mediano” [5], [41], [42], l’elettore cioè che sta esattamente nel mezzo: metà degli elettori sono più conservatori e metà sono più liberali. Questo teorema si basa però su ipotesi piuttosto forti. *In primis*, si presume che i votanti possano ordinare le alternative lungo una sola dimensione. Spesso, questa ipotesi viene violata. Ad esempio, nelle elezioni politiche i candidati sono chiamati a confrontarsi su molteplici questioni, così come in un referendum possiamo avere una molteplicità di quesiti. Inoltre, il teorema dell’elettore mediano richiede che le preferenze siano distribuite secondo una distribuzione unimodale e che quindi gli elettori preferiscano sempre l’alternativa più vicina alle loro preferenze, ma in realtà l’elettore che non vede coincidere le proprie preferenze con le posizioni del candidato potrebbe decidere di non votare. Per queste ragioni, il teorema dell’elettore mediano è forse più indicato per modelli elettorali fortemente maggioritari, che presentano la scelta fra due soli candidati o poli.

Da quanto detto fin qui, appare quindi evidente che non c’è modo di aggirare il teorema di impossibilità di Arrow. Di conseguenza, il meglio che si può fare è disegnare sistemi che rappresentino correttamente le preferenze degli elettori almeno nella maggioranza dei casi. Un modo potrebbe essere quello di dividere le questioni in questioni indipendenti e questioni interdipendenti, usando un sistema maggioritario per le questioni indipendenti che riguardano due alternative. Tuttavia, la maggior parte delle volte le decisioni riguardano questioni più complicate, caratterizzate da un numero di alternative maggiore di due. Si pensi alla decisione, ad esempio, di dover spendere dei soldi per rifare la facciata di un condominio e che ci siano cinque diversi preventivi equidistanti associati a cinque diverse tipologie di lavoro: 1, 2, 3, 4 e 5. In questo caso, potremmo avere $5! = 120$ diversi tipi di ordinamento delle preferenze. Possiamo semplificare questo problema ipotizzando che ciascun condomino ordini le proprie preferenze in base alla distanza tra la cifra di un preventivo e la cifra del suo preventivo preferito. In altre parole, se un soggetto ha come scelta ottima il preventivo 1, il preventivo 2 rappresenterà la sua seconda miglior scelta e così via. Se un soggetto sceglie 2, allora sarà indifferente tra 1 e 3 essendo ugualmente distanti, il preventivo 4 sarà la sua quarta scelta e così via. Questa semplificazione ci permette di eliminare 110 dei 120 possibili ordinamenti [45]. A questo punto potremmo chiedere ai coinquilini di votare sì o no ai diversi possibili ordinamenti, fino ad arrivare al risultato preferito dall’elettore mediano.

Nel 1999, Amartya Sen [46] mostra come il teorema di impossibilità di Arrow non escluda la possibilità di una scelta sociale razionale, bensì l’impossibilità di basare tale scelta su un insieme informativo limitato. Sen ritiene che il decisore sociale non possa prescindere né dai giudizi di valore né dal funzionamento delle istituzioni durante i processi decisionali. In questo senso, il teorema di impossibilità diventa una base di partenza utile per classificare le funzioni di scelta sociale in termini di violazione degli assiomi.

L’obiettivo di Sen è quello di estendere l’approccio tradizionale alla teoria delle scelte sociali e per fare ciò introduce il concetto di “dittatore locale”. Secondo questo concetto, ogni individuo possiede un insieme di scelta, all’interno del quale le sue decisioni non possono essere sindacate: quale sport praticare,

quale religione osservare, il colore dei capelli, ecc. Su queste dimensioni, la somma delle scelte individuali costituirà il risultato finale che osserveremo in una società liberale. Secondo Sen, questo principio di “liberalismo minimo” contrasta con il principio di efficienza paretiana ed è per questo che non è possibile costruire una funzione di scelta sociale che soddisfi tutti gli assiomi di Arrow.

Per spiegare questa intuizione, che va sotto il nome di paradosso di Sen o paradosso liberale, Sen stesso, nel 1970 [47], aveva usato l'esempio del libro *L'amante di Lady Chatterley*. Il romanzo (con risvolti autobiografici) fu scritto nel 1928 da David Herbert Lawrence, ma, a causa dell'ancora diffusa morale vittoriana, vide la pubblicazione solo nel 1960.

Immaginiamo una società composta da due soli individui: il Puritano e il Libertino. Le tre possibili alternative sono: il libro lo legge il Puritano (P), il libro lo legge il Libertino (L), il libro non lo legge nessuno (N). La tabella 3 sintetizza le preferenze – in ordine decrescente – dei due soggetti. Si noti che P è massimamente soddisfatto se nessuno (N) legge il libro, ma, se necessario, si sacrifica come lettore: sceglie di censurare piuttosto che essere censurato. Invece L trova ingiusto vietare la lettura del libro, vuole leggerlo, ma è ancor più deliziato dall'idea che P si erudisca in questioni pruriginose. La società binaria opta quindi per l'ordinamento del Puritano.

Puritano	N è preferito a P	P è preferito a L	N è preferito a L
Libertino	P è preferito a L	L è preferito a N	P è preferito a N

Tabella 3

Paradosso di Sen: preferenze del Puritano e del Libertino in ordine decrescente

Peraltro, il liberalismo minimo implica che tra N e L decida il Libertino e che tra N e P scelga il Puritano. Questo comporta “ L preferito a N ” e “ N preferito a P ”. Per la transitività, a livello sociale abbiamo “ L preferito a P ”: è meglio che il Libertino, non il Puritano, legga il libro. Purtroppo, questa scelta è “Pareto-inferiore”, infatti entrambi i soggetti – come si evince dalla tabella – hanno espresso “ P preferito a L ”.

Tiriamo le somme. I teoremi di limitazione e impossibilità, primi fra tutti quelli di Arrow e Sen, dimostrano che c'è un conflitto tra democrazie e diritti, nel senso che in una democrazia o nessuno ha dei diritti assoluti o c'è un dittatore che li ha tutti. In generale, gli strumenti impiegati dalle istituzioni politiche, in particolare nei sistemi di voto, sono sempre discutibili, contraddittori e problematici, basati come sono su modelli per nulla infallibili. E dunque, ha un fondamento logico-matematico – anche se lo statista probabilmente non lo sapeva – la famosa asserzione di Winston Churchill (dal discorso alla Camera dei Comuni del novembre 1947), citata in esergo al paragrafo, che non ci si può illudere che esista un sistema migliore. Churchill si riferiva al significato politico del concetto di democrazia, parola sfaccettata e polisemica, in continua

evoluzione (o involuzione) storica e semantica, a partire dalla Grecia classica ai giorni nostri: magari il modello di riferimento, in un non remoto futuro, potrebbe diventare quello cinese. Ma pure la nostra discussione logico-matematica mostra che il concetto non può essere dato per scontato.

Su scelte sociali, votazioni, democrazia, ecc., resoconti storici ed evocativi, presentati con stile brillante e comunicativo, si trovano nei citati [5], [41], [42], che riportano esempi concreti sulle contraddizioni nascoste e le distorsioni lampanti della democrazia. Questi saggi illustrano anche il cosiddetto paradosso dell'Alabama, diventato un classico caso di studio nei corsi accademici di scienze politiche e sociali. Ecco il paradosso in breve: in seguito alla crescita della sua popolazione, gli USA decisero nel 1880 di aumentare il numero dei deputati al Congresso da 299 a 300. La previsione era che un solo Stato avrebbe ricevuto un seggio in più, invece due Stati (Illinois e Texas) ne ebbero uno in più ciascuno, mentre l'Alabama ne perse uno. Ai testi citati si rinvia per un'analisi dei motivi di origine numerica che hanno dato luogo a questa bizzarra e imprevedibile anomalia nella distribuzione dei seggi.

Da quanto sopra illustrato, si comprende come altre situazioni paradossali possano nascere dalle urne: una di queste – le ultime elezioni presidenziali USA – è esaminata nel seguente paragrafo.

5. Stranezze dell'urna e della democrazia: il caso USA

Il bello della democrazia è proprio questo: tutti possono parlare, ma non occorre ascoltare
(Enzo Biagi)

La follia è nei singoli qualcosa di raro – ma nei gruppi, nei partiti, nei popoli, nelle epoche è la regola (Friedrich Nietzsche)

Come è stato discusso nel precedente paragrafo, non esiste il sistema elettorale perfetto. Un chiaro esempio è che Donald Trump non sarebbe l'attuale presidente USA, se un numero esiguo di voti si fosse distribuito diversamente in tre Stati. Hillary Clinton ha battuto Trump in 48 delle 50 più popolose contee urbane, cedendogli però le 50 contee con meno laureati e popolazione: là ha perso il 30% dei voti di Barack Obama ed è là che, secondo lo statistico Nate Silver, Trump ha vinto le elezioni.

Per chiarire la vicenda, riprendiamo l'email inviata (11 novembre 2016) da uno degli autori dell'articolo (A.L.) al *Sole 24 Ore* e la risposta di Fabrizio Galimberti il successivo 16 novembre [48]:

Gentile Galimberti, l'esito delle elezioni presidenziali USA ha scatenato le analisi di politologi e storici, che hanno paragonato la situazione ai primi decenni del Novecento, tirando in ballo populismi vari, seguiti da derive nazionalistiche culminate in dittature. Sono considerazioni corrette. Ma – senza parlare dei meriti/demeriti dei candidati – c'è un altro punto da valutare. È un aspetto aritmetico, per illustrare il quale bastano somme e differenze. Mi baso sui dati

riportati nel sito della CNN (<http://edition.cnn.com/election>)¹², certamente affidabili, benché in aggiornamento. Clinton ha ottenuto in totale 60.467.245 voti popolari e Donald Trump 60.071.650; quindi più di Trump, sia pure non di molto in percentuale. Ciononostante ha conquistato 232 voti elettorali rispetto ai 290 di Trump: come è potuto succedere? È capitato che la Clinton abbia vinto con il voto popolare largamente in certi Stati e perso per poco in parecchi altri. Per esempio, in Florida per una differenza dell'1,3% (su milioni di votanti) i 29 grandi elettori sono andati a Trump, e in Michigan, per meno dello 0,3% di preferenze, la democratica non ha avuto i 16 voti elettorali. Vincendo in Florida e Michigan, la Clinton avrebbe ottenuto 277 voti elettorali contro i 245 di Trump. Discorsi analoghi valgono per altri Stati quali Pennsylvania e Ohio. È una situazione di equilibrio critico già capitata e che si ripeterà sempre più frequentemente quando vi sia la necessità di scegliere in situazioni di tipo aut aut, quali referendum, ballottaggi, ecc. E nella fascia di oscillazione intorno al 50% di probabilità sta la ragione dei fallimenti di sondaggi ed exit poll, le cui capacità previsionali, in molti casi, risultano sopravvalutate. Un'altra lezione che si può trarre, anche per casa nostra, è che nei piccoli numeri spesso si trovano le alleanze elettorali giuste.

Ed ecco la puntuale risposta dell'ottimo giornalista e raffinato commentatore politico-economico:

Caro Luvison, sono completamente d'accordo con lei. E rincarare la dose. Nelle elezioni politiche, specie quando si presentano parecchi partiti e partitini, è giusto introdurre elementi quali il collegio uninominale o il premio di maggioranza (il sistema USA dei "grandi elettori" è una variante su questo tema): la ragione è che un proporzionale puro porterebbe a governi di coalizione, spesso deboli e sottoposti a ricatti di un membro della coalizione. Ma nelle situazioni, come dice lei, binarie – scegliere fra A o B, bianco o nero, Clinton o Trump – l'unico sistema che rispetta la volontà del popolo è il proporzionale puro: vince chi prende più voti. Trump ha vinto sulla base di un misero tecnicismo dei "grandi elettori", un sistema elettorale che è il relitto di una nazione differente, quando gli USA avevano 13 Stati e dei 2,5 milioni di cittadini potevano votare solo i bianchi che possedessero terra. Un sistema elettorale che rispettasse la "volontà del popolo" avrebbe dato la presidenza alla Clinton. È la seconda volta nelle ultime cinque elezioni che questo accade (Al Gore prese più voti di Bush Jr., e se fosse stato eletto magari ci saremmo risparmiati la guerra in Iraq e la caccia alle inesistenti "armi di distruzione di massa"). In teoria i "grandi elettori", che non hanno un mandato vincolante, potrebbero ancora dare la presidenza alla Clinton, che ha preso più voti, ma non ci spero.¹³ Speriamo che un giorno, per quanto riguarda l'elezione del presidente, gli Stati Uniti riscoprano la democrazia.

¹² Valori numerici aggiornati all'11 novembre 2016, data dell'email [N.d.A.].

¹³ Naturalmente, i "grandi elettori" hanno poi confermato l'esito della votazione [N.d.A.].

La risposta – fin dal titolo “Il sistema elettorale in vigore negli USA è un relitto del passato” – è ancora più interessante della lettera, infatti, dice quanto l’autore pensava come conclusione, ma che non si era azzardato a scrivere. Una doverosa precisazione è che le valutazioni originali erano esclusivamente rivolte al fatto numerico. Non riguardavano certamente aspetti politici, sociali o storici, per i quali il mittente non poteva, e non può, vantare competenze, né titoli né esperienze specifiche.

Sulla vicenda Clinton-Trump – solo l’ultima di una serie di esemplificazioni concrete della teorie illustrate nel paragrafo precedente – pagine e pagine di carta stampata, nonché ore e ore di talk show da parte di analisti, editorialisti e opinionisti si sono dimostrate completamente inutili, se non aria fritta. Tutto ciò al netto di bufale e fake news che avrebbero falsato l’esito delle elezioni (del fenomeno false notizie si è diffusamente parlato in [49]).

Un altro effetto dell’interazione nella realtà sociale è il *crowdsourcing*, “la saggezza della folla” secondo James Surowiecki [37], o “la pazzia della folla” per altri (per es., Charles Mackay e Friedrich Nietzsche). (Il fenomeno è stato citato nel par 3 sul paradosso di Braess). La tesi di [37] è che un insieme di molte persone è “più intelligente” di poche. Questo succede perché l’expertise risiede non solo nella nostra mente ma anche nella comunità di individui a cui apparteniamo e con cui condividiamo il sapere in virtù dell’effetto rete, delle relazioni sociali, del gioco di squadra – elementi che sono alla base dell’idea di comunità della conoscenza [49].

Non sempre però la volontà della maggioranza porta alla verità, o l’opinione dei più è coerente con la verità dei fatti. Surowiecki spiega chiaramente che le folle possono sì contribuire a rimuovere certi pregiudizi, o *bias* (errore sistematico e prevedibile), dalle decisioni, ma devono essere informate adeguatamente: “*conoscere per deliberare*”, ammoniva Luigi Einaudi. E la saggezza della folla può valere solo per decisioni su determinati argomenti, per fasce di competenza omogenee (sia pur contigue e complementari), non certo su un argomento qualsiasi o un fatto specifico, tantomeno se questo è di carattere scientifico: non è pensabile che le folle siano sagge perché lo è ciascun elemento che le compone [50]. Anche come strumento di marketing, e non solo sui social media, il *crowdsourcing* è da maneggiare con molta cautela. In definitiva, non sempre “*vox populi, vox dei*”.

Valutazioni analoghe sono applicabili ai movimenti di *citizen empowerment*, che aspirano a coinvolgere i cittadini a livello decisionale, per esempio, in una smart city. Un conto però è informare le persone sul ruolo delle nuove tecnologie, sulla garanzia della riservatezza dei dati personali, sugli obiettivi di fornitura dei servizi di sanità, trasporti, sicurezza, ecc. (il cosiddetto “consenso pubblico informato”); un altro è coinvolgerle nei singoli passi di ogni processo decisionale su scelte di sistema, quali le piattaforme di rete e applicative. Ciò non toglie che categorie di cittadini davvero “smart” possano aggiungere intelligenza all’intero sistema o a parti di esso. Non è peraltro nostro scopo approfondire qui il tema della democrazia digitale e partecipativa o il dibattito pubblico tra governanti e cittadinanza sulle grandi opere e sulle relative pratiche deliberative. Tantomeno

si pretende di analizzare i modelli di *open ed e-government* o i rischi della *bubble democracy*, cioè di una politica frammentata, segmentata e polarizzata.

6. Conclusioni

I teoremi di Gödel e i paradossi logici, il dilemma del prigioniero e la teoria dei giochi, la matematica della democrazia e delle scelte sociali, inclusa l'aritmetica delle alleanze elettorali, sono classici esempi di argomenti logicamente complessi che superano la comprensione del senso comune e le sue intuizioni.

Avendo discusso di scienza e teoremi della democrazia, ci possiamo chiedere se la scienza stessa sia democratica o no. Ebbene, la risposta non può che essere positiva, perché: 1) la scienza segue un metodo oggettivante la realtà; 2) i suoi risultati sono verificabili, replicabili e riproducibili; 3) la conoscenza prodotta è visibile e diffusa anche ai cittadini perché agiscano in maniera informata; 4) la scienza non è statica, anzi procede cambiando, se necessario, prospettiva (o paradigma); 5) i ricercatori con maggiore ampiezza di vedute sono in grado di assumersi pubblicamente compiti civici ed etici; ecc. È perciò sorprendente come la tecnologia – oltre alla scienza in senso lato (cioè inclusa la medicina) – possa essere vista ancora come una minaccia anziché un servizio per gran parte dell'umanità.

Con riferimento allo strumento del voto, a tutta prima la scienza potrebbe non apparire democratica (nell'accezione comune del termine). Per esempio, nessuno si sognerebbe di far votare, o sottoporre a referendum, il teorema di Pitagora per dichiarare la validità nell'ambito della geometria euclidea: la scienza e la matematica non si decidono per decreto politico. Anche in tutt'altro campo, nella giurisprudenza, le materie dei diritti fondamentali e dei principi costituzionali non possono essere sottoposti al voto, in quanto irrinunciabili (Robert Jackson, 1943). Ma veniamo a considerare il metodo di scrutinio, validazione e accettazione di una teoria e dei risultati. Il rigore scientifico di una teoria è continuamente corroborato da prove (non solo osservazioni sperimentali) affidabili, credibili e replicabili: il processo degli asserti documentati, nella sua dinamica, porta a un metro di giudizio largamente condiviso. È l'insieme degli esperti che accredita o meno teoria e risultati e, se del caso, con il tempo li sottopone a revisione: quindi una votazione, benché non esplicita, è implicita nel sistema di controllo diffuso e condiviso. È anche sufficiente una prova, un dato, un risultato in negativo e l'impianto di base sarà rimesso in discussione dalla stessa comunità di studiosi.

Per usare una metafora tratta dalla teoria dell'informazione di Claude Shannon, non è azzardato dire che il "sistema-scienza" contiene al suo interno i meccanismi, o codici, che consentono di rivelare prima e di correggere poi i suoi eventuali errori (*error-detecting and error-correcting codes*). Insomma la comunità scientifica si autoregola, come succede nei sistemi di comunicazione progettati e realizzati secondo i criteri più avanzati di affidabilità. E dunque, la scienza è indiscutibilmente democratica tanto nei fini quanto nei mezzi.

In generale, scienza e tecnica dovrebbero avere dignità di cultura a tutti gli effetti, ed è proprio di un patrimonio centrato sull'innovazione di cui il nostro

Paese ha estremamente bisogno, se vuole essere pronto per il futuro. La stessa attitudine mentale dovrebbe essere poi capillarmente diffusa in tutti gli ambienti decisionali e in tutti gli strati della popolazione, a partire dalla scuola per giungere alle imprese, passando per la pubblica amministrazione. Al contrario, dopo certe derive oscurantiste (un esempio per tutti: il movimento no-vax), auguriamoci di non vedere mai realizzato lo scenario pretecnologico e postapocalittico paventato nel graphic novel [51], dal distopico titolo *La fine della ragione*.

Se al giorno d'oggi, i miracoli si richiedono ai ciarlatani delle pseudoscienze, anche la giustizia non sembra avere occhi di riguardo per la scienza, come ben documenta il saggio di Luca Simonetti [52]. In casi che vanno dai vaccini agli OGM, da Di Bella al terremoto dell'Aquila, Simonetti racconta una storia horror – tipicamente italiana – di errori legali e giudiziari. “*Una maggiore cultura scientifica dei giudici avrebbe assai giovato*”, è l'amara constatazione dell'autore, che non risparmia neppure il legislatore, il quale, non comprendendo concetti complessi quali gli OGM, ha scelto la via più semplice, cioè vietarli. Siamo, purtroppo, dentro *L'era dell'incompetenza e i rischi per la democrazia*, sottotitolo del saggio di Tom Nichols [50]. (Il titolo originale di [50]: *The Death of Expertise*, con le due parole chiave *death* ed *expertise*, è ancor più espressivo della sua traduzione in *La conoscenza e i suoi nemici*). In questo scenario, tutte le opinioni diventano egualmente rispettabili e gli incompetenti, mai sfiorati dal dubbio, non solo non tacciono, ma si permettono di contestare il parere degli esperti in qualunque ramo dello scibile.

Due altri temi rilevanti per il quadro delineato dall'articolo sono il paradosso di Newcomb – un controverso rompicapo filosofico-matematico che porta a una decisione (in apparenza) ambivalente – e i dilemmi etici sollevati dal ruolo che l'intelligenza artificiale e le scienze cognitive stanno giocando in modo sempre più dirompente, dilagante, pervasivo nella nostra società digitale [49]: entrambi gli argomenti saranno trattati nel quarto lavoro di questa serie [53].

Per concludere, un ultimo ma non secondario obiettivo (implicato e implicante rispetto ai temi trattati) è stato di dimostrare la fattibilità di un percorso ragionato in grado di collegare due magisteri – l'umanistico e lo scientifico – finora ritenuti dai più conservatori, soprattutto in Italia, dicotomici, lontani, irriducibili e non comunicanti. In realtà non si tratta di un conflitto irresolubile, dal momento che è possibile stabilire dialoghi e contaminazioni tra i due saperi – ognuno con un proprio statuto epistemologico e metodologico – aventi lo stesso soggetto e lo stesso oggetto: la conoscenza.

Ringraziamenti

Si ringraziano gli anonimi revisori e l'ing. Daniele Roffinella per le acute e pertinenti osservazioni che hanno permesso di puntualizzare e formulare più precisamente diversi temi dell'articolo.

Riquadro 1 – Stranezze elettorali

I discorsi politici sono riciclabili ma non commestibili (Dal fumetto *The Wizard of Id* di Johnny Hart e Brent Parker)

Se consideriamo le vicende italiane, si può osservare che i sistemi elettorali susseguitisi negli ultimi decenni, hanno offerto grandi vantaggi ai partiti o ai movimenti che sono stati in grado di formare coalizioni, alleanze, accordi e intese, soprattutto prima del voto. Questi raggruppamenti sono indispensabili per ricomporre la frammentazione, tanto a livello nazionale quanto a livello locale e per risolvere il paradosso che *“arrivare primi non significa vincere le elezioni, se non si hanno i numeri per governare”*. Da ciò, si comprende anche l'attenzione a formazioni politiche numericamente marginali. Per esempio, se al ballottaggio di sindaco sono andati due candidati A e B, e se ha vinto A con il 51% rispetto a B (49%) grazie all'apporto di C portatore del 2%, sarebbe stato sufficiente che quest'ultimo avesse appoggiato B per far sì che l'esito fosse ribaltato (il lessico elettorale nei Paesi anglofoni usa termini quali *vote splitting effect* e *spoiler candidate*).

Detto questo, un'importante lezione si può trarre, anche per casa nostra: piccoli numeri percentuali possono suggerire alleanze elettorali vincenti (o perdenti): per governare bisogna mettersi in molti sulla base di un programma condiviso e delle azioni politiche da intraprendere per raggiungere gli obiettivi concordati. Invece di tante alchimie politiche basterebbe un po' di aritmetica elettorale. Benché qui la matematica non vada mai oltre modeste operazioni di somma e differenza, i nostri “snumerati” politici, in generale, sembrano non comprendere questa semplice evidenza. Anche sondaggisti, opinionisti e giornalisti non la capiscono, preferendo l'eco mediatico di discorsi altisonanti. A questo proposito, un esempio rilevante è fornito dalla Francia che, pur assillata da problemi non lievi, con una legge elettorale adeguata ha saputo ricompattarsi.

Infine, coloro che vivono su sondaggi, exit e instant poll elettorali, ecc. non sembra facciano sempre tesoro della seguente lezione fondamentale: che esiste una naturale tendenza della mente umana a non prendere in considerazione le dimensioni di un campione rispetto alla numerosità della popolazione complessiva. Per cui, invece di utilizzare correttamente le regole del “caso”, si inventano lì per lì regole “a naso”, soprattutto nei dibattiti mediatici dedicati a prevedere i risultati delle elezioni. Le proiezioni da campioni insufficienti sono ancor più aleatorie se riguardano numeri piccoli in assoluto (partitini politici *ad personam*) o vicini tra di loro (due candidati testa a testa). In ogni evenienza, occorre tenere presente che le risposte alle domande utilizzate nei sondaggi non sono una garanzia dei risultati effettivi. Perché forniscano previsioni affidabili, i dati di indagini campionarie, devono essere raccolti con metodo e usati con accortezza da provetti statistici.

Kahneman e Tversky hanno dedicato una parte considerevole dei loro studi ai pregiudizi cognitivi sistematici (*cognitive bias*) che, a causa del campione non rappresentativo perché troppo piccolo, porta a decisioni errate, per esempio, nelle diagnosi mediche o in qualsiasi altra condizione di incertezza [16], [17].

Riquadro 2 – Insidie della probabilità e della statistica

Su statistica e probabilità in generale, una volta Charles Sanders Peirce osservò che non esiste un'altra disciplina matematica in cui sia così facile, anche per gli esperti, prendere delle cantonate. La storia lo conferma. Leibniz pensava che, lanciando due dadi, ci fosse la stessa probabilità di ottenere un 12 oppure un 11 (invece la prima è $1/36$ e la seconda è $1/18$). Jean Le Rond d'Alembert, il grande matematico francese del diciottesimo secolo, non riusciva a vedere che le probabilità dei risultati del lancio di una moneta per tre volte sono gli stessi del lancio di tre monete insieme ($1/8$) e credeva (come molti giocatori d'azzardo continuano a credere) che, dopo una lunga serie di "teste", sia più probabile l'uscita di una "croce". Non è quindi sempre vero che "la teoria della probabilità non è in fondo che il buon senso ridotto a calcolo", come sosteneva il pur grandissimo Laplace. È invece la branca della matematica più ricca di trappole e paradossi (per vari esempi significativi, si rimanda ancora a [1] e [2]).

I campioni statistici difettano sovente tanto di *precisione* quanto di *accuratezza*, due concetti fondamentali di metrologia, come ben sanno i lettori di *Mondo Digitale*. La precisione riguarda la bassa variabilità dei risultati delle misure (cioè la ripetibilità, o riproducibilità, dei risultati), l'accuratezza attiene alla vicinanza dei risultati di misura al valore effettivo (cioè il centrare tale valore). Questi due concetti – complementari ma non coincidenti – si integrano ulteriormente nell'*esattezza* (o nel più pertinente *giustezza*) delle misure, distinzioni che si possono cogliere nitidamente visualizzando le analogie dei sondaggi con il gioco del tiro al bersaglio.

Volete un'ulteriore prova delle insidie della statistica e della probabilità al senso comune? Eccola. Lanciate una moneta ben equilibrata 150 volte di fila e poi esaminate la successione dei risultati di testa e croce. Vi sembra ragionevole trovare in essa almeno una sequenza di sei teste (o croci) consecutive? Contrariamente a ciò che comunemente si pensa, la risposta è positiva [54]. In generale, con un semplice procedimento induttivo si può dimostrare che, per ottenere almeno m teste consecutive in una successione di n lanci della moneta, n non deve essere inferiore a $2^{m+1} - 2$ [55]. Da cui risulta che per avere sei teste consecutive servono almeno 126 lanci totali, per sette teste almeno 254 lanci, e così via. In questo modo si possono distinguere le sequenze veramente casuali (random) da quelle artefatte. Chi froda, infatti, sembra essere restio a scrivere sequenze fittizie che contengano serie di eventi uguali troppo lunghe, per evitare eventi considerati "poco probabili". Un'occhiata veloce alle varie sequenze consente di individuare quasi tutte quelle false.

In generale, gli esseri umani non riescono a capacitarsi del fatto che in una sequenza fortuita possano apparire combinazioni ricorrenti: "le persone sono bravissime a proiettare un senso su configurazioni del tutto prive di regolarità" [17, p. 241]. E così si torna alle ragioni dell'economia comportamentale.

Una situazione, anch'essa affatto controintuitiva e che presenta un'evidente analogia con la precedente, riguarda la distribuzione non uniforme della prima cifra – da 1 a 9 – di successioni di numeri presi a caso, cioè la curiosa legge di Benford, le cui molte interessanti proprietà e applicazioni sono discusse in [2].

Bibliografia

- [1] Luvison, A. (2013). "Apologia della ragione scientifica", *Mondo Digitale – Rassegna critica del settore ICT*, 45 (marzo), 1-28, http://mondodigitale.aicanet.net/2013-1/articoli/05_LUVISON.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [2] Luvison, A. (2014). "Apologia della ragione scientifica – II: strumenti per decidere", *Mondo Digitale – Rassegna critica del settore ICT*, 55 (dicembre), 1-31, http://mondodigitale.aicanet.net/2014-7/articoli/03_Apologia_della_ragione_scientifica_II.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [3] Odifreddi, P. (2017). "Due più due fa cinque", *Le Scienze*, 590 (ottobre), 18.
- [4] Strumia, A. (2017). *Percorsi interdisciplinari della logica*, Sisri-Edusc.
- [5] Poundstone, W. (2008). *Gaming the Vote: Why Elections Aren't Fair (and What We Can Do About It)*, Hill and Wang.
- [6] Sen, A. (2009). *The Idea of Justice*, The Belknap Press of Harvard University Press, <https://dutraeconomicus.files.wordpress.com/2014/02/amartya-sen-the-idea-of-justice-2009.pdf> (ultimo accesso febbraio 2018). Tr. it. (2010). *L'idea di giustizia*, Mondadori.
- [7] von Neumann, J. (1928). "Zur Theorie der Gesellschaftsspiele", *Mathematische Annalen*, 100, 1, 295–320, https://gdz.sub.uni-goettingen.de/id/PPN235181684_0100 (ultimo accesso febbraio 2018).
- [8] von Neumann, J., Morgenstern, O. (1953). *Theory Of Games and Economic Behavior* (terza edizione), Princeton University Press, <https://archive.org/details/theoryofgamesand030098mbp> (ultimo accesso febbraio 2018). [Prima edizione 1944].
- [9] Poundstone, W. (1993). *Prisoner's Dilemma*, Anchor Books.
- [10] McGrayne, S.B. (2012). *The Theory That Would Not Die: How Bayes' Rule Cracked the Enigma Code, Hunted Down Russian Submarines, and Emerged Triumphant from Two Centuries of Controversy*, Yale University Press.
- [11] Tucker, A.W. (1950) A two-person dilemma, Stanford University, disponibile in Rasmusen, E. (2016). *Readings in Games and Information*, 14 aprile, <http://www.rasmusen.org/GI/reader/rcontents.htm> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [12] Schelling, T.C. (1960). *The Strategy of Conflict*, Harvard University Press.
- [13] Rosenthal, R.W. (1981), "Games of perfect information, predatory pricing and the chain-store paradox", *Journal of Economic Theory*, 1 (agosto), 92-100.
- [14] McKelvey, R.D., Palfrey, T.R. (1992). "An experimental study of the centipede game", *Econometrica*, 4 (luglio), 803-836, http://teamcore.usc.edu/yangrong/reading_group/FiguresPapers/1992-McKelvey_Palfrey-centipede.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [15] Fey, M., McKelvey, R.D., Palfrey, T.R. (1996). "An experimental study of constant-sum centipede games", *International Journal of Game Theory*, 3 (settembre), 269-287.
- [16] Kahneman, D. (2012). *Pensieri lenti e veloci*, Mondadori.

- [17] Lewis, M. (2017). *Un'amicizia da Nobel. Kahneman e Tversky, l'incontro che ha cambiato il nostro modo di pensare*, Raffaello Cortina Editore.
- [18] Thaler, R.H. (2018). *Misbehaving. La nascita dell'economia comportamentale*, Einaudi, 2018.
- [19] Kreps, D.M. (1993). *Corso di microeconomia*, il Mulino – Prentice Hall International.
- [20] Katz, M.L., Rosen, H.S., Bollino, C.A., Morgan, W. (2015). *Microeconomia* (quinta edizione), McGraw-Hill Education.
- [21] Cabral, L.M.B. (2017). *Introduction to Industrial Organization* (seconda edizione), MIT Press.
- [22] Pindyck, R.S., Rubinfeld, D.L. (2018). *Microeconomia* (nona edizione), Pearson.
- [23] Easley, D., Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly, Connected World*, Cambridge University Press.
- [24] Kim, S. (2014). *Game Theory Applications in Network Design*, Information Science Reference.
- [25] Maffei, R. (2013). "Teoria dei giochi ed applicazione all'Ingegneria dell'Informazione", Tesi di laurea triennale in Ingegneria dell'Informazione (anno accademico 2012-2013), Università di Padova, <http://tesi.cab.unipd.it/42568/1/Tesi.pdf> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [26] Scantaburlo, M. (2013). "Classificazione delle tecniche di condivisione delle risorse tramite teoria dei giochi in reti di nuova generazione", Tesi di laurea triennale in Ingegneria dell'Informazione (anno accademico 2012-2013), Università di Padova, http://tesi.cab.unipd.it/42569/1/Tesi_Scantaburlo_Marco.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [27] Altman, E., *et al.* (2006). "A survey on networking games in telecommunications", *Computers & Operations Research*, 2 (febbraio), 286-311, <https://www-sop.inria.fr/members/Eitan.Altman/PAPERS/srvUpdate.pdf> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [28] Pavlidou, F.-N., Koltsidas, G. (2008). "Game theory for routing modeling in communications networks – A survey", *Journal of Communications and Networks*, 3 (settembre), 268-286.
- [29] Delgosha, P., Gohari, A., Akbarpour, M. (2017). "High-probability guarantees in repeated games: Theory and applications in information theory", *Proceedings of the IEEE*, 2 (febbraio), 189-204.
- [30] Akyol, M., Langfort, C., Başar, T. (2017). "Information-theoretic approach to strategic communications as a hierarchical game", *Proceedings of the IEEE*, 2 (febbraio), 205-218.
- [31] AA. VV. (2018). "Special Report: Blockchain World", *IEEE Spectrum*, 10 (ottobre), 20-57, <https://spectrum.ieee.org/static/special-report-blockchain-world> (ultimo accesso febbraio 2018).

- [32] Rosic, A. (2017). "What is cryptocurrency game theory: A basic introduction", 9 agosto, <https://blockgeeks.com/guides/cryptocurrency-game-theory/> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [33] Braess, D, *et al.* (2005). "On a paradox of traffic planning", *Transportation Science*, 4 (novembre), 446–450, <http://homepage.rub.de/Dietrich.Braess/Paradox-BNW.pdf> (ultimo accesso febbraio 2018). [L'articolo originale in tedesco è del 1968].
- [34] Roughgarden, T. (2006). "On the severity of Braess's Paradox: Designing networks for selfish users is hard", *Journal of Computer and System Sciences*, 5 (agosto), 922–953, https://math.la.asu.edu/~dieter/courses/Math_Method_Complexity/designing_Braess_paradox_2006.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [35] Alvarez, J. (2015). "Want less traffic? Build fewer roads!", *Plus Magazine*, 3 settembre, <https://plus.maths.org/content/want-less-traffic-build-fewer-roads> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [36] Merlone, U., Dal Forno, (2016). A. *The Braess Paradox*, 2 febbraio, <https://www.youtube.com/watch?v=u1Gx-9AqNdg> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [37] Surowiecki, J. (2005). *The Wisdom of Crowds*, Anchor Books, 2005.
- [38] Nagurney, A. (2010). "The negation of the Braess paradox as demand increases: The wisdom of crowds in transportation networks", *Europhysics Letters*, 4 (agosto), 48002, p1-p5, <https://supernet.isenberg.umass.edu/articles/NegationoftheBraessParadox.pdf> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [39] Roffinella, D., Luvison, A. (2019). "Generalization and limits of Braess's paradox in network routing", in preparazione.
- [40] Sen, A. (2008). "The idea of justice", *Journal of Human Development*, 3 (18 agosto), 331-342.
- [41] Szpiro, G.G. (2013). *La matematica della democrazia. Voti, seggi e parlamenti da Platone ai giorni nostri*, Bollati Boringhieri.
- [42] Odifreddi, P. (2018). *La democrazia non esiste. Critica matematica della ragione politica*, Rizzoli.
- [43] Gibbard, A. (1973). "Manipulation of voting schemes: A general result", *Econometrica*, 4 (luglio), 587-601.
- [44] Satterthwaite, M.A. (1975). "Strategy-proofness and Arrow's conditions: Existence and correspondence theorems for voting procedures and social welfare", *Journal of Economic Theory*, 2 (aprile), 187-217.
- [45] Downing, D. (2016). "The Arrow theorem and median voting", 31 luglio, <https://douglasadowning.wordpress.com/2016/07/31/the-arrow-theorem-and-median-voting/> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [46] Sen, A. (1999). "The possibility of social choice", *American Economic Review*, 3 (giugno), 349-378, http://www.suz.uzh.ch/dam/jcr:fffff-df42-7cac-0000-00006e1201f6/Sen_5.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).

- [47] Sen, A. (1970). "The impossibility of a Paretian liberal", *Journal of Political Economy*, 1 (gennaio-febbraio), 152-157, <https://dash.harvard.edu/handle/1/3612779> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [48] Luvison, A. (2016). "Il sistema elettorale in vigore negli Usa è un relitto del passato", lettera a *Il Sole 24 Ore* con risposta di Galimberti, F., 315 (16 novembre), 34, <http://www.ilsole24ore.com/art/commenti-e-idee/2016-11-16/il-sistema-elettorale-vigore-usa-e-relikto-passato-064138.shtml?uuid=ADC1IVvB> (ultimo accesso febbraio 2018).
- [49] Luvison, A. (2017). "L'ecosistema dell'innovazione digitale: analisi critica", *AEIT*, 3/4 (marzo/aprile), 6-27, http://www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2017/aeit2017_02_cisa/aeit2017_02_riv.pdf (ultimo accesso febbraio 2018).
- [50] Nichols, T. (2018). *La conoscenza e i suoi nemici. L'era dell'incompetenza e i rischi per la democrazia*, LUISS University Press.
- [51] Recchioni, R. (2018). *La fine della ragione*, Feltrinelli.
- [52] Simonetti, L. (2018). *La scienza in tribunale. Dai vaccini agli Ogm, da Di Bella al terremoto dell'Aquila: una storia italiana di orrori legali e giudiziari*, Fandango.
- [53] Bassetti T., Luvison, A. (2019). "Apologia della ragione scientifica – IV: dilemmi di scelta ed etica dell'IA", *Mondo Digitale – Rassegna critica del settore ICT*, in preparazione.
- [54] Moscovich, I. (2015). *Matemagica. Il grande libro dei giochi. Enigmi, indovinelli e rompicapi per allenare la mente divertendosi*, Rizzoli.
- [55] Hobson, N. (2008). "Solution to puzzle 82: Consecutive heads", aprile, <http://www.qbyte.org/puzzles/p082s.html> (ultimo accesso febbraio 2018).

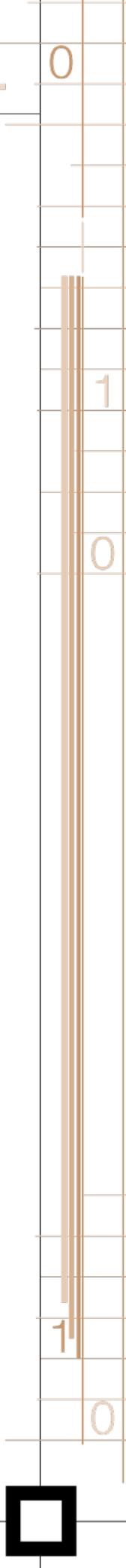
Biografie

Thomas Bassetti è professore associato di Politica Economica presso l'Università degli Studi di Padova (Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali "Marco Fanno"), dove insegna "Macroeconomia", "Monetary and Fiscal Policy" e "Economics of Human Capital". Dopo aver conseguito la laurea in Economia e Commercio presso l'Università degli Studi di Pisa, ha passato un periodo di ricerca come Honorary Fellow alla Wisconsin University at Madison per poi tornare in Italia e concludere il dottorato di ricerca in Economia Politica, sempre a Pisa. Tra le sue pubblicazioni troviamo riviste internazionali come: *Journal of Socio-Economics*, *Environmental and Resource Economics*, *Economic Inquiry*, *Journal of Family Business Strategy* e *Applied Economics*. I suoi attuali interessi di ricerca riguardano soprattutto l'economia ambientale e il finanziamento delle campagne elettorali.

Email: thomas.bassetti@unipd.it

Angelo Luvison è ingegnere elettronico (Politecnico di Torino) dal 1969, con successivi perfezionamenti in teoria statistica delle comunicazioni al MIT e in management aziendale all'INSEAD-CEDEP di Fontainebleau. Per oltre trent'anni in CSELT, ha svolto e diretto ricerche in teoria delle comunicazioni, reti di fibre ottiche ad alta velocità, società dell'informazione, anche nell'ambito di progetti cooperativi internazionali. È stato professore di "Teoria dell'Informazione e della Trasmissione" all'Università di Torino. Ha ricoperto la posizione di segretario generale dell'AEIT. È stato consulente per la formazione permanente dei dirigenti d'azienda. Detiene sette brevetti e, tra saggi e articoli scientifici e divulgativi, è autore, o coautore, di oltre 200 lavori, uno dei quali è stato ripubblicato (2007) nel volume celebrativo *The Best of the Best: Fifty Years of Communications and Networking Research* della IEEE Communications Society. È Life Member dell'IEEE e membro del Comitato scientifico di *Mondo Digitale*. Si occupa e scrive di temi di innovazione per l'informatica e le telecomunicazioni.

Email: angelo.luvison@alice.it; angelo.luvison@gmail.com



Il computer tra realtà e fantasia

F. Filippazzi

Sommario

Una macchina come il computer colpisce fortemente l'immaginazione e si presta alle estrapolazioni più avveniristiche. Non poteva quindi il computer non avere ampio spazio nella letteratura di fantascienza.

In questo scritto si delineano alcuni tratti delle fantasie suscitate da questa macchina, fantasie che costituiscono non di rado spunti di riflessione e anche anticipazioni del futuro.

Abstract

Computer is undoubtedly a special machine that strikes the imagination and opens futuristic views. It has therefore a large space in science fiction literature.

This essay outlines some aspects of the fantasies stimulated by this machine, stories that offer matter for thinking and in some cases may be anticipations of the future.

Keywords: Science fiction history, computers in science fiction, thinking machines, robot laws

1. Introduzione

Pochi soggetti come il computer sono in grado di colpire l'immaginazione della gente e prestarsi alle estrapolazioni più avveniristiche. Non poteva quindi il computer non trovare ampio spazio nella letteratura di fantascienza.

Oltre ad autori dedicati a questo genere narrativo, vi si sono cimentati anche altri scrittori, non di rado famosi. Per rimanere tra gli italiani, si può ricordare Primo Levi e Italo Calvino.



Ma al gioco si è prestato anche chi non è scrittore di professione: fisici, matematici, biologi ecc., insomma addetti ai lavori. Tra essi si annoverano noti scienziati, come Norbert Wiener, fondatore della cibernetica, o Marvin Minsky, pioniere dell'intelligenza artificiale.

Oltre che nelle pagine dei libri, le fantasie ed estrapolazioni sui computer hanno trovato grande spazio nel cinema, dando vita ad un ampio filone multiforme, con registi famosi e ampio seguito di pubblico.

In questo articolo, dopo un breve inquadramento storico della *science fiction*, si esamina come il computer, i robot, le macchine intelligenti vengono presentati nella letteratura e nei film di fantascienza. In linea generale, si può dire che prevale un atteggiamento critico e pessimistico nei confronti di queste macchine, che incombono e sopraffanno l'uomo. Non mancano però esempi in cui esse perdonano questa immagine negativa per divenire strumenti di straordinaria potenza al servizio dell'uomo.

Alla fantascienza viene ormai riconosciuto un posto nella cultura contemporanea. Essa costituisce, infatti, un modo per illuminare un soggetto – come può essere il computer – sotto tutta una varietà di angoli non convenzionali. La fantascienza, quindi, non soltanto come passatempo, divagazione a ruota libera, ma anche spunto di riflessione.

2. La preistoria della fantascienza

La fantascienza è una letteratura peculiare del nostro tempo, ma non mancano, nel corso dei secoli, esempi di opere che si possono in qualche modo assimilare.

Tra i precedenti si può, ad esempio, annoverare *Luciano di Samosata* (II sec.d.C), che nell'*Icaromenippos* racconta un viaggio sulla luna effettuato mediante un corpetto munito di ali, simili a quelle degli uccelli.

Più vicino a noi, nel '700, *Cyrano de Bergerac* narra di viaggi nello spazio, però con un'altra tecnologia, cioè mediante un grappolo di bottiglie riempite di rugiada che il calore del sole fa evaporare, sollevando l'intrepido viaggiatore verso l'alto. Con questo sistema pure lui riesce a raggiungere la luna...

Tra i precursori va ricordato *Jonathan Swift*, vissuto a cavallo tra il '600 e il '700, autore dei famosi *Viaggi di Gulliver*. Nei suoi viaggi in terre sconosciute, Gulliver fa le scoperte più strane e, in particolare, nel paese di Lagado trova una macchina che consente "anche alla persona più ignorante, di scrivere libri di filosofia, poesia, politica, legge, matematica e teologia". Questa macchina è costituita da una matrice di tavolette, su cui sono scritte tutte le parole del vocabolario. Le tavolette possono essere ruotate mediante manovelle, generando così delle combinazioni di parole. Ci sono squadre di scrivani che fanno girare le manovelle e trascrivono su fogli ogni sequenza di parole che sembra avere senso. Nel libro c'è persino un disegno di questa macchina, che possiamo considerare un prototipo umoristico di computer.

Si potrebbero citare parecchi altri esempi di narrazioni fantastiche, alla cui base però non c'è alcun fondamento scientifico. C'è comunque da dire che l'intento di tutti questi autori non era speculativo, ma piuttosto di satira sociale e politica.

3. I padri fondatori

Jules Verne

Dalla terra alla luna
Ventimila leghe sotto i mari
Viaggio al centro della terra



Herbert G. Wells

La macchina del tempo
L'uomo invisibile
La guerra dei mondi



La fantascienza come l'intendiamo oggi, nasce nella seconda metà dell'800, sull'onda della rivoluzione scientifica e tecnologica. Fondatori di questo genere letterario si possono considerare *Jules Verne* e *Herbert Wells*.

Oltre a mettere a fuoco la maggior parte dei temi tipici di questa letteratura - dai viaggi nel tempo alle guerre stellari, dall'esplorazione

spaziale alla macchina che emula l'uomo - questi due fecondi e popolari scrittori si spartirono per primi i due grandi filoni che ancora caratterizzano la fantascienza. A Verne si può far risalire il filone che vede il progresso scientifico con ottimismo; a Wells invece il filone che guarda al futuro con occhio critico e pessimistico e trae dalle conquiste della scienza presagi apocalittici.

Di Wells possiamo ricordare, ad esempio, il romanzo *Guerra dei mondi*, di cui nel 1938 Orson Welles fece un famoso adattamento radiofonico. La trasmissione sull'invasione dei marziani fu tanto realistica da causare una colossale ondata di panico nella popolazione degli Stati Uniti.

Le anticipazioni di Verne sono veramente sorprendenti: dal sottomarino elettrico che viaggia sotto la calotta polare, allo sbarco dell'uomo sulla luna. Egli indovina molte cose, ma mostra anche non poche ingenuità. Per esempio, in *Dalla terra alla luna* prevede la partenza dalla Florida, come in effetti è avvenuto nel 1969, e riporta persino la formula matematica che stabilisce la velocità di fuga di un proiettile sparato con un cannone dalla superficie terrestre. Sfortunatamente per gli ardimentosi esploratori trasportati dentro il proiettile, Verne non aveva considerato un paio di cose: l'enorme accelerazione cui erano sottoposti e il calore sviluppato per l'attrito nell'atmosfera. I poveretti avrebbero fatto una doppia brutta fine: schiacciati e bruciati...

4. Arriva la Science Fiction

La fantascienza propriamente detta ha origini americane. La data ufficiale di nascita si fa infatti risalire al 1926, allorché un pittoresco personaggio, l'inventore ed editore Hugo Gernsback, fonda la rivista *Amazing Stories*, la prima rivista completamente dedicata a questo genere letterario. A lui si deve anche l'introduzione del termine *Science Fiction*, tradotto poi da noi con "fantascienza".

La prima *Science Fiction* americana è piuttosto primitiva; la qualità dei racconti apparsi nelle prime annate di questa rivista è molto bassa.

In questo periodo pionieristico riscuotono ampio successo le guerre spaziali (talvolta sceneggiate per il cinema o la radio) dove indomiti eroi errano da un capo all'altro della Galassia, combattendo contro alieni dalla pelle verdastra e liberando bellissime principesse umanoidi.

Si può dire che la fantascienza raggiunge lo stadio adulto solo agli inizi degli anni '50, quando esce la rivista *Astounding Science Fiction*, che porta questa narrativa ad un livello letterariamente dignitoso.

Da notare che talora rimangono nella fantascienza strani agganci a tecnologie tutt'altro che avveniristiche. Un esempio è offerto da questa copertina di *Astounding* del 1951 dove campeggia un regolo calcolatore. C'è da dire, ad attenuante del grafico che ideò la copertina, che all'epoca il regolo calcolatore era ancora nel taschino di tutti gli ingegneri.



Sulla narrativa di fantascienza si è esercitata da tempo la critica letteraria, sono stati fatti ampi studi ed analisi. Non è il caso di entrare qui in dettagli; ci limitiamo a ricordare che c'è stata una evoluzione della fantascienza in termini di contenuti ma anche di qualità. Caduto in gran parte l'accento epico, di avventura, la fantascienza è diventata - per lo meno nelle sue prove migliori - una letteratura di idee, che si diverte a interpretare, con ingegnose, inquietanti, paradossali estrapolazioni la realtà contemporanea.

Il panorama della fantascienza è vasto e variegato. Si possono tuttavia individuare alcuni filoni fondamentali:

- gli extraterrestri sono un tema classico. A titolo di esempio, si può ricordare la già citata radiocronaca di Orson Welles del 1938, che annunciava l'invasione della Terra da parte dei marziani;
- guerre stellari: le saghe planetarie possono essere considerate la trasposizione avveniristica delle epopee cavalleresche del medioevo;
- i viaggi spaziali sono una antica aspirazione dell'uomo, come abbiamo già avuto modo di dire;
- le macchine del tempo, ossia la possibilità di viaggiare nelle due direzioni temporali, nel futuro come nel passato;
- universi paralleli: qui il tema è l'iperspazio, ossia universi coesistenti al nostro, in cui si può entrare attraverso dei buchi nello spazio-tempo. Per inciso, l'ipotesi dei multi-universi trova un riscontro nelle moderne teorie del mondo fisico. La più accreditata teoria di questo tipo, la cosiddetta teoria delle stringhe, prevede 11 dimensioni;
- e infine i cervelli elettronici e i robot, che sono i temi su cui noi ci soffermeremo.

5. La fantascienza in Italia

Un cenno sulla fantascienza nel nostro Paese. Salvo eccezioni, è una letteratura di importazione, nata dopo il secondo conflitto mondiale.

In quegli anni hanno visto la luce alcune riviste che traducevano il meglio della produzione anglo-americana. La più anziana è la rivista *Urania*, edita a partire dal 1953.

Successivamente sono arrivate le antologie.

Quella qui a fianco raffigurata è la prima, pubblicata nel 1957. C'era un'ampia prefazione di Sergio Solmi, noto critico e letterato dell'Università di Torino. Si può dire che l'introduzione di Solmi ha "sdoganato" la fantascienza in Italia, dandole - anche da noi - la dignità di genere letterario.



Una annotazione interessante è che questo filone letterario annovera da tempo non solo scrittori specializzati, autori di fantascienza a tempo pieno, ma vi si sono cimentati anche scrittori di altro genere, non di rado famosi. Per rimanere tra gli italiani, si può ricordare, ad esempio, Primo Levi, che ci ha lasciato una trentina di godibilissimi racconti del genere fantascientifico e Italo Calvino, con racconti che risalgono agli anni '60.

6. Scienza e fantascienza



Ma al gioco si è prestato anche chi non è scrittore di professione: fisici, matematici, biologi, informatici ecc., insomma addetti ai lavori. Tra essi si annoverano noti scienziati, addirittura dei Premi Nobel.

Si può ricordare, in proposito, che il più famoso forse tra gli autori di fantascienza, Isaac Asimov, l'inventore delle celebri leggi della robotica, prima di dedicarsi alla attività di scrittore era stato per molti anni un brillante ricercatore di biochimica. E uno scienziato era pure Arthur Clarke, pioniere delle comunicazioni satellitari, cui si deve il romanzo "2001, Odissea nello spazio", portato poi sugli schermi in un celebre film, in cui un computer ha un ruolo di protagonista. E scienziati famosi sono, per citare a caso, Marvin Minsky, uno dei padri della intelligenza artificiale e Fred Hoyle, famoso astronomo.

Un tema che richiederebbe un discorso a sé è quello che potremmo chiamare l'epistemologia della fantascienza, ossia la plausibilità scientifica di una invenzione letteraria, il rapporto tra conoscenza razionale e estrapolazioni della fantasia. Questo argomento è trattato, ad esempio, in un ampio saggio di Renato Giovannoli, un allievo di Umberto Eco, intitolato *La scienza della fantascienza* [1].

In effetti, come ci si può aspettare, non di rado, i voli pindarici della fantasia risultano in contrasto con le leggi del mondo fisico. Un esempio intrigante di fantasie impossibili è un famoso racconto di Luis Borges, *La Biblioteca di Babele*.

In questa biblioteca i volumi sono tutti materialmente uguali (stesso numero di pagine, di righe per pagina, di caratteri per riga), ma ogni volume contiene una diversa combinazione dei caratteri dell'alfabeto (25, includendo i segni di interpunzione).

Non vi sono quindi due volumi identici per contenuto, anche se la differenza può essere solo di un carattere. Poiché sono realizzate tutte le combinazioni possibili, risulta che nella biblioteca, accanto ad una enorme massa di materiale senza senso, esiste tutto in assoluto, il passato, il presente e il futuro, il vero e il falso, tutto ciò che potrà mai essere immaginato.

Basta però un semplice calcolo per scoprire che questa biblioteca è assolutamente irrealizzabile (vedi riquadro).

La biblioteca di Babele

Ogni volume ha 410 pagine, ogni pagina 40 righe, ogni riga 40 caratteri.

Ogni volume ha quindi : $410 \times 40 \times 40 = 656.000$ caratteri.

Se l'alfabeto usato è costituito da 25 simboli, il numero di volumi della biblioteca è: $25^{656.000}$

Il numero di protoni nell'universo (Eddinton) è: $\approx 10^{80}$!

Dunque, il numero di libri di questa biblioteca è di gran lunga maggiore del numero di atomi dell'universo. Si può aggiungere che, prima ancora di questo limite, la biblioteca arriverebbe ad una massa critica per cui, per le leggi della fisica, collaserebbe, diventando una fulgida stella nell'universo. Una splendida idea poetica quella di Borges, una biblioteca in cui c'è tutto l'immaginabile, peccato che non sia neanche lontanamente realizzabile...

7. Il computer nella fantascienza

Dopo questo veloce sguardo alla fantascienza in generale, veniamo al tema specifico che vogliamo esaminare, ossia a come il computer, i robot, le macchine intelligenti vengono visti dagli scrittori.

Per molto tempo, i computer sono rimasti oggetti misteriosi per gran parte delle persone, che non capivano come funzionassero e che cosa potessero (o non potessero) fare. Tutto ciò ha certamente influito sul modo con cui questo strumento viene presentato nella letteratura di fantascienza.

Una accurata ricerca sull'argomento è stata svolta da Patricia Warrick, docente all'Università del Wisconsin e presentata in un suo libro [2]. In esso vengono esaminati un ampio numero di romanzi e racconti, scritti a partire dal 1930. Dall'indagine risulta che la grande maggioranza degli scrittori di fantascienza ha un atteggiamento critico e pessimistico nei confronti di computer e robot. Nella maggior parte delle opere esaminate, queste macchine vengono infatti raffigurate in modo negativo, come entità potenzialmente pericolose, che prevalgono sull'uomo e lo sopraffanno.

Questo atteggiamento risulta tanto più accentuato quanto più gli autori sono scrittori puri, cioè con una formazione letteraria e non scientifica o tecnica. Solo una minoranza fa congetture che risultano positive per il futuro dell'uomo.

Per una analisi documentata del fenomeno si rimanda a questo libro della Warrick, ma può essere interessante vedere brevemente alcuni racconti rappresentativi degli atteggiamenti sopra menzionati.

Allo scopo, si può usare una antologia come quella citata in bibliografia [3], che contiene racconti scritti da autori di varia estrazione, da quelli del tutto profani del computer per passare poi a quelli con cognizioni di questa macchina.

A titolo di esempio, vediamo brevemente la trama di alcuni racconti.

Il primo è *La risposta* di Frederic Brown, un racconto fulminante, neanche due pagine in tutto. È il giorno in cui si inaugura l'enorme rete planetaria che collega i calcolatori di tutti i pianeti abitati dell'universo. È un'unica macchina cibernetica che racchiude il sapere di tutte le galassie. Alla cerimonia sono presenti le massime autorità galattiche. Il progettista capo abbassa la leva che mette in funzione l'immensa struttura. Poi si rivolge al Presidente del Consiglio Galattico e gli dice:

"A lei l'onore di porre la prima domanda al sistema".

Il Presidente ci pensa un attimo, poi si rivolge alla macchina e chiede:

"Dio, esiste?"

Dopo un attimo, arriva la risposta:

"Sì, ADESSO"

Questo è un esempio emblematico del calcolatore visto dal profano. Il computer è un oggetto misterioso e allora la sua prodigiosa capacità di elaborazione si trasforma in una mostruosa, sovrumana capacità di intelligenza. Ed ecco nascere l'immagine dell'enorme, infallibile "cervellone elettronico", di fronte a cui l'uomo è annichilito.

Ma anche quando si scende su un piano meno cosmologico, permane la preoccupazione di potenziali pericoli. Così, nel racconto *Nove volte sette* di Asimov, il calcolatore inquina subdolamente l'intelligenza umana che l'ha creato, disabituando l'uomo ad usare il proprio cervello. Per esempio, nessuno saprà più fare a mente i calcoli più elementari, come appunto moltiplicare 9 per 7. Il racconto è paradossale, ma allude a un rischio reale di cui oggi parlano educatori e psicologi, cioè gli effetti della dipendenza acritica dal computer.

Quando invece gli autori non sono tecnicamente naif, il tono e gli atteggiamenti cambiano sostanzialmente. L'elaboratore è uno strumento di straordinaria potenza, ma è sempre e soltanto uno strumento. Col suo aiuto, l'uomo può anche sperare di risolvere, un giorno, problemi che stanno alle radici della conoscenza. Su questi problemi può, intanto, avventurarsi la fantasia scientifica - la fantascienza - ponendosi, come solo limite, la plausibilità logica. L'elaboratore perde, quindi, in questi racconti la sua immagine mitica, per divenire quello che realmente è, una formidabile estensione della mente umana.

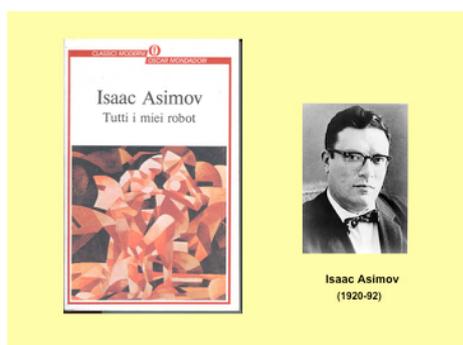
L'ultimo racconto dell'antologia è di Primo Levi e si intitola *Il versificatore*. Qui il taglio è ironico. E' infatti la storia di un computer che cerca di comporre poesie. E' una storia divertente che sprizza humor da ogni pagina. Come si è già avuto modo di accennare, questo racconto non costituisce l'unica volta in cui Levi si è cimentato con la fantascienza.

8. Le leggi della robotica

Parallelamente al computer, un tema classico della fantascienza è il robot, ossia, in sostanza, un computer con appendici meccaniche per muoversi e manipolare oggetti.

Robot è un neologismo che deriva dal russo *ròbota*, lavoro servile. Col significato odierno è stato usato per la prima volta dallo scrittore Karel Capek in un suo dramma teatrale messo in scena la prima volta nel 1920, in cui compaiono uomini artificiali utilizzati alla catena di montaggio

Il maestro indiscusso della narrativa sui robot è Isaac Asimov. Con lui nasce una nuova concezione letteraria del robot.



Asimov introduce infatti le famose tre leggi della robotica, presentate per la prima volta in un racconto del 1942, intitolato *Runabout* (Circolo vizioso).

Più precisamente, il cervello dei robot è programmato in base a tre istruzioni fondamentali tra loro connesse, una sorta di triplice imperativo categorico.

La prima legge stabilisce che il robot non farà mai nulla che possa danneggiare gli umani.

La seconda legge impone ai robot di obbedire agli ordini dell'uomo, purché ciò non sia in contrasto con la prima legge.

La terza, infine, che deve proteggere se stesso, purché ciò non sia in contrasto con le due leggi precedenti.

E' stato detto che, con le sue leggi, Asimov pone un problema reale del nostro tempo, cioè l'uso etico della tecnologia. Esiste un ampio filone di studi su questo tema, denominato appunto *Computer Ethics*.

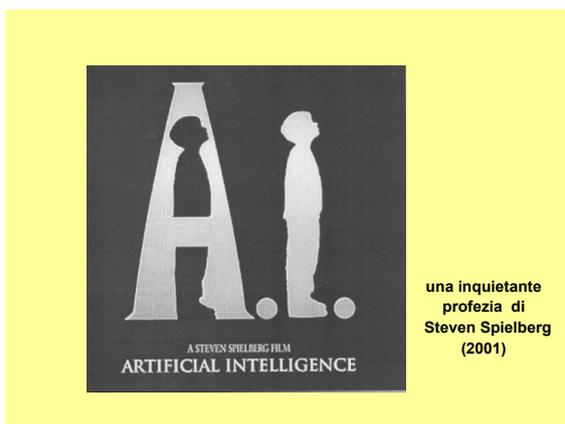
In effetti, c'è da dire che la rigorosa gerarchia delle tre leggi non sempre riesce a impedire i conflitti tra esse. Il robot allora non sa come decidere, il suo cervello gira a vuoto e va in tilt. Nei racconti di Asimov vengono presentate diverse situazioni di questo genere: il robot si trova di fronte a dilemmi insolubili, col conseguente insorgere di uno stato schizofrenico.

Un esempio famoso è quello di HAL, il computer di bordo che governa l'astronave di "2001, Odissea nello spazio". L'astronave ha una missione segreta di cui neanche l'equipaggio umano è al corrente. La mente di HAL entra perciò in un conflitto di priorità tra la salvaguardia della missione e quella degli astronauti. HAL diventa allora un pericolo e dovrà essere eliminato, ossia spento. C'è nel film la drammatica sequenza di questa fine, si sente la voce di HAL che si affievolisce via via fino a spegnersi.



9. Fantascienza: avisaglie del futuro

Altri problemi, non meno drammatici, vengono sollevati dalla prospettiva di creare i cosiddetti androidi, ossia robot indistinguibili dall'uomo non solo per le sembianze fisiche, per l'aspetto, ma anche perché pensano, amano, soffrono, si comportano come noi. Questo tema è presentato in un film di Spielberg, *A.I.*, ossia *Artificial Intelligence*, dove si narra il dramma intimista di una di queste creature artificiali, un bambino indistinguibile dagli umani, ma che da essi non viene accettato come loro simile.

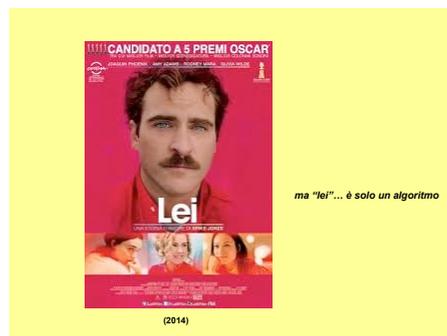


Ci sarebbe ancora molto da dire sul computer visto con gli occhiali della fantascienza, una prospettiva che sempre più si avvicina alla realtà con cui avremo a che fare.

In questa ottica, facciamo un ultimo flash cinematografico.

“Lei” è il titolo di un film uscito da non molto, che ammicca ad un aspetto del nostro presente, dove il tablet, lo smartphone, costituiscono ormai una appendice simbiotica dell’individuo.

Protagonista del film è un uomo che compra un nuovo software per il suo cellulare, un software intelligente che fa da segretaria, da assistente premurosa, disponibile in ogni momento.



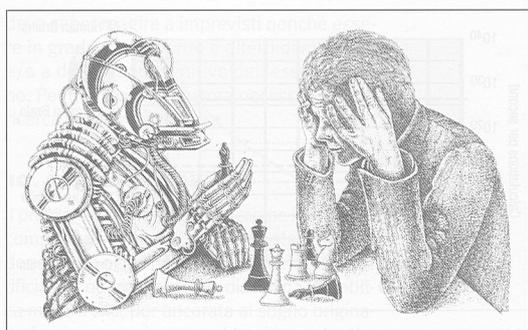
Succede che egli si innamori di questa voce suadente, di questa segretaria solerte e comprensiva che però non esiste fisicamente, perché è solo un algoritmo, un programma di software. Paradossale, ma inquietante. Ci stiamo forse avvicinando pericolosamente al labile confine dove fantasia e realtà si confondono...

10. Conclusioni

Come si è detto all’inizio, questo articolo non ha alcuna pretesa di trattare un argomento vasto e multiforme come la fantascienza, che occupa gli scaffali di intere biblioteche e filmoteche. Vuole essere soltanto uno stimolo ad approfondire un tema che ha una valenza culturale ampia e quanto mai attuale.

La fantascienza è uno stimolo all’immaginario collettivo, ma è anche interprete, a livello più o meno razionale, di timori latenti

Ciò vale, in particolare, per il computer e le tecnologie informatiche. La ragione è che queste tecnologie lasciano intravedere alternative all’uomo nella sua sfera più preziosa ed esclusiva, quella cioè delle capacità intellettive. Implicano, cioè, il potenziale sconvolgimento di un ordine naturale, in cui l’uomo e la sua mente occupano - da sempre - il livello più alto e ineguagliabile.



infatti un modo per vedere un soggetto, come può essere il computer, sotto angoli non convenzionali.

La fantascienza, quindi, non solo come divertimento, passatempo a ruota libera, ma anche spunto di riflessione, anticipazione del futuro.

Alla fantascienza viene ormai riconosciuto un posto nella cultura contemporanea. Essa costituisce

Essa costituisce

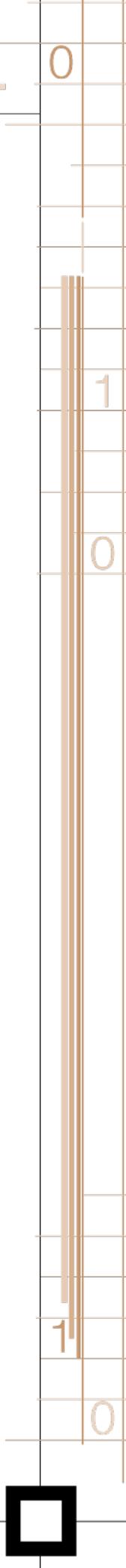
Bibliografia

- [1] Giovannoli R.(2015). La scienza della fantascienza, Bompiani
- [2] Warrick P.(1984). Il romanzo del futuro: computer e robot nella narrativa di fantascienza, Dedalo
- [3] Filippazzi F., Garelli D.(1973). Racconti in tempo irreale – Il calcolatore nella fantascienza, Etas Kompas
- [4] Paggetti C.,(1993), I sogni della scienza. Storia della Science Fiction, Editori Riuniti
- [5] Filippazzi F.(1996). Il computer tra fantasia e realtà. La sfida dell'intelligenza, CUEN
- [6] Ferro D.L., Swedin E.G.(2011). Science Fiction and computing. Essays on interlinked domains, McFarland

Biografia

Franco Filippazzi, pioniere dell'informatica italiana, una lunga esperienza industriale e accademica, è socio onorario di AICA.

Email: filippazzi@aicanet.it



50 anni di Premio Turing: una Riflessione

D. Russo

Sommario

50 anni sono da festeggiare, ancora meglio se celebrando un contributo che ha cambiato la società: il World Wide Web. La celebrazione dei 50 anni di premio Turing, tenutasi a San Francisco lo scorso 23-24 giugno 2017 è stata l'occasione per fare il punto sui risultati conseguiti dall'Informatica e sulle sue sfide più entusiasmanti. Con questo articolo si racconta la cerimonia dal punto di vista di un giovane ricercatore, illustrando le principali riflessioni scaturite dall'Evento dell'anno sul futuro della disciplina. Interdisciplinarietà e riflessione metacognitiva sono gli elementi principali per avere un impatto sulla società.

Abstract

50 years need to be celebrated, especially for a truly disruptive technology: the World Wide Web. The celebration of 50 years of Turing Awards, held in San Francisco the 23-24 June 2017 was the occasion to remember the most significant achievements of Computer Science and its future challenges. This article draws the main considerations of a young researcher about the Event of the Year and the future of the discipline. Interdisciplinarity and Metacognitive Reflection are the two key assets to drive traction.

Keywords: Turing Award, Association of Computing Machinery, Informatica, Interdisciplinarity, Metacognitive Reflection



1. Introduzione

Ciclicamente è consuetudine fare delle riflessioni sul dove siamo giunti. I 50 anni di premio Turing sono un'occasione per analizzare il percorso fatto e tracciare le sue direttrici. Identificare la "data di nascita" dell'Informatica è un compito assai arduo, e prenderemo, pertanto, come riferimento simbolico il momento in cui l'Informatica, intesa come disciplina, ha voluto celebrare i propri avanzamenti, ovvero il 1966. Questo, infatti è l'anno in cui il primo premio Turing è stato conferito dall'*Association of Computing Machinery* (ACM), la più grande ed influente associazione di Informatica nel mondo.

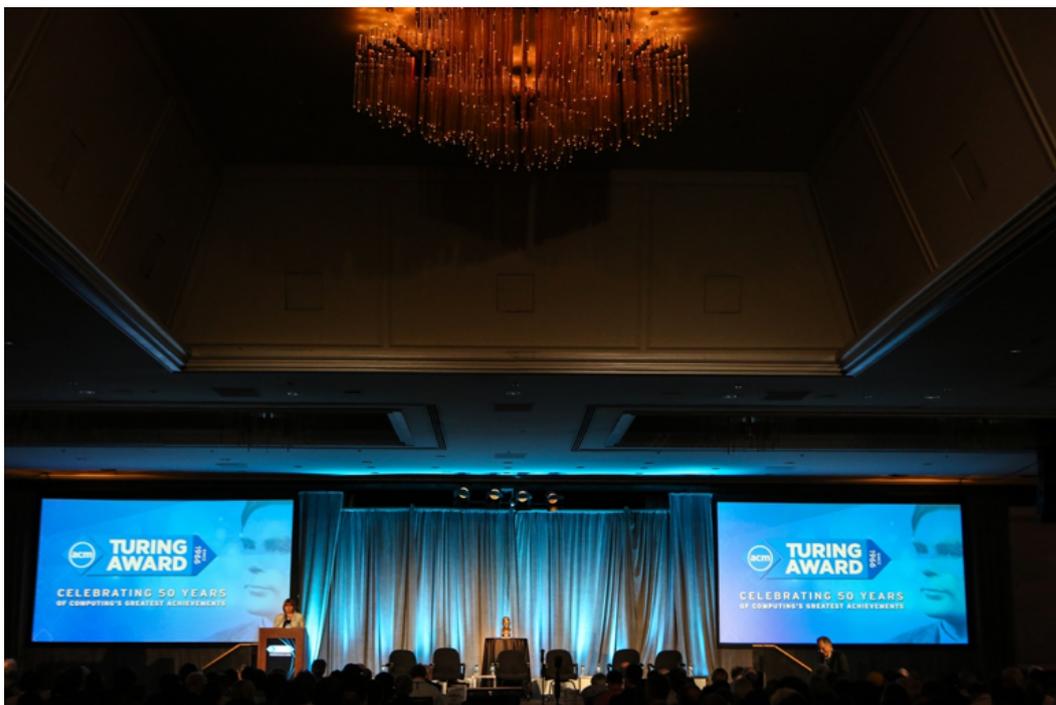


Figura 1
Cerimonia di apertura del Turing Award © ACM

Questo è avvenuto a una decina di anni dalla morte di un padre dell'Informatica: Alan Mathison Turing. Fra diversi padri e madri della disciplina si è scelto proprio Turing. Prima di lui Leibniz, Pascal, Babbage e Lovelace, per citare i più noti, hanno disegnato e costruito delle macchine per la computazione (Bodei, 2016). L'idea di usare degli strumenti che andassero oltre il mero intelletto per risolvere operazioni complesse è fortemente radicata nell'uomo, dall'abaco in poi.

Verosimilmente, però, con Turing c'è stato un cambio di paradigma senza precedenti. Alla base della programmazione algoritmica troviamo un lavoro ispirato dai Teoremi di incompletezza di Gödel del 1931 (Turing, 1937). Con la sua risposta agli *Entscheidungsprobleme* di Hilbert, Turing affronta, fra i primi, l'idea che un problema, quindi, un algoritmo, vada spezzato in tanti problemi minori per poter essere computato da una macchina, costituendo, nei fatti la

teoria della computazione. Infatti, una volta che una macchina è in grado di risolvere tanti sottoproblemi, può potenzialmente risolvere ogni problema. Tutto dipende dalla formulazione algoritmica, e quindi dall'abilità dell'operatore (programmatore) di elaborare algoritmi comprensibili per la macchina (computabili), da cui poi nasce l'idea di pensiero computazionale.

I corollari di questa intuizione sono tantissimi e li viviamo quotidianamente sulla nostra pelle. Infatti, grazie a Gödel, l'idea di formalismo universale di Hilbert viene definitivamente abbandonata, poiché ci si rende conto che non si può mai giungere alla definizione completa di assiomi per dimostrare tutte le verità. Favorito dal momento storico di grande dibattito intellettuale intorno alle colonne d'Ercole della matematica, ovvero la assiomatizzazione universale, Turing propone la grande visione del pensiero computazionale tramite il sussidio di macchine automatiche all'interno della nostra quotidianità. Questo è stato un fenomeno molto vasto e dirompente. Il pensiero computazionale è usato da chiunque lavori con sistemi informatici, per fare delle *query* su un database, per scrivere testi su editor multimediali o per far di conto con dei fogli di calcolo. L'uso stesso dei motori di ricerca sul Web, per avere delle informazioni specifiche fra la moltitudine presente, richiede, implicitamente, abilità legate al pensiero computazionale.

Per Alan Turing, la diretta conseguenza del suo lavoro è la costruzione di "macchine intelligenti", come risulta dal suo scritto del 1948, in cui definisce per la prima volta il cd. Turing Test (Turing, 1950). Si tratta di algoritmica non fine a se stessa ma per costruire delle macchine in grado di processare problemi complessi, scomposti sapientemente dall'operatore. Il frutto di questo lavoro è il primo computer elettronico programmabile "Colossus", la macchina in grado di decrittare la cifratrice Lorenz SZ 40/43, conosciuta anche come "Enigma", che ha accorciato la II Guerra Mondiale e ha contribuito a salvare innumerevoli vite. Personalmente, mi affascina molto l'idea che Turing abbia dato non solo un fondamentale contributo teorico all'Informatica, ma sia riuscito a mettere in pratica l'opera del suo intelletto per un fine molto concreto e cruciale per le persone di quel tempo: la fine della guerra e delle sofferenze causate da essa. Probabilmente, questo fu uno dei meriti più importanti di Turing: dimostrare che l'Informatica non è una disciplina astratta autoreferenziale ma ha il potenziale di cambiare il corso della storia, e quindi il mondo.

Con Turing abbiamo per la prima volta coscienza di cosa significhi intelligenza artificiale, al di là dei racconti e rappresentazioni di Jules Verne. Lo studio del rapporto uomo-macchina e macchina-macchina ebbe inizio proprio nel secondo dopoguerra e non si interruppe più. In un certo senso, è come se avesse dato vita all'Informatica come disciplina, con dignità propria. Dal lavoro di Turing derivano, direttamente o indirettamente i grandi progressi dell'Informatica, dall'*Electronic Numerical Integrator and Calculator* (ENIAC) del 1946 fino ai più sofisticati algoritmi di Deep Learning che hanno ormai battuto l'uomo nella soluzione di esercizi altamente complessi, quali il gioco da tavola *Go* (Gibney, 2016).

Per questo celebriamo Turing come uomo e come ideale, per ricordare a noi stessi il cammino difficile e tortuoso ma, allo stesso tempo, inesorabile. Insieme

alle nuove sfide e alle nuove responsabilità a cui la comunità è chiamata a dare risposte.

2. Le sessioni organizzate dai premi Turing: retrospettiva e futuro

Come da tradizione, la cerimonia ha visto la partecipazione di diversi premi Turing a sessioni su alcuni argomenti di frontiera dell'Informatica, insieme ad esperti di settore.

La sessione è stata su "**Advances in Deep Neural Networks**", condotta dal vincitore del premio Turing 2011 **Judae Pearl**, che ha passato in rassegna le conquiste dell'evoluzione umana negli ultimi 40.000 anni. Secondo Pearl, una delle principali differenze dell'*homo sapiens sapiens* è la capacità di immaginare cose che non sono fisicamente tangibili e di modificare l'ambiente, organizzandolo con le parole. Questo ha portato a gestire delle aspettative. L'intelligenza Artificiale, secondo lo speaker, non è altro che la computazione di dati generati dalle aspettative per creare dei modelli predittivi, essendo però coscienti di un fondamentale principio statistico: *correlation does not mean causation*, ovvero la semplice correlazione in sé non predice aspetti causali. Il successo dei *Deep neural networks* sta nel fatto che sono architetture che possono essere "addestrate" con un modesto quantitativo di informazioni per poi essere applicati a una grande mole di dati non strutturati. Ciononostante, - ricorda Michael I. Jordan - non bisogna dimenticare che si parla comunque di architetture, che per quanto sofisticate, hanno scarsa "coscienza" della semantica. Si tratta, quindi, di contenitori vuoti da riempire di significato. Solo una volta che la semantica è correttamente compresa dall'architettura, si hanno dei risultati significativi. Gran parte della ricerca futura dovrà esplorare soluzioni di aspetto semantico e linguistico per essere davvero una tecnologia matura, sostiene Jordan.

"**Restoring Personal Privacy Without Compromising National Security**" è stato uno dei panel più controversi che ha messo in risalto le diatribe sulla neutralità di internet e delle tecnologie in generale. Moderato da **Whitfield Diffie** (premio Turing 2015), ha avuto come tema il *trade-off* fra privacy e sicurezza. In particolare, Diffie ha spiegato come agenzie governative americane chiedano alle aziende IT, più o meno sottotraccia, di inserire delle *backdoors* nei propri sistemi, per bypassare i sistemi di criptazione di persone sui cui viene posta l'attenzione. La visione generale del panel su questa pratica è assai critica per due motivi. Potenzialmente ognuno di noi può usufruire di queste *backdoors* per violare la privacy di chiunque. Inoltre, un diffuso scetticismo delle persone riguardo tecnologie tradizionali porterebbe all'abbandono progressivo di quest'ultime e alla nascita di nuovi sistemi paralleli decentralizzati e non controllabili. Blockchain ne è un esempio.

Il terzo panel, "**Preserving Our Past For The Future**" è stato condotto dal premio Turing 2004 **Vint Cerf**. L'argomento al centro del dibattito è stata la conservazione delle informazioni per preservare la nostra storia. Cerf ha introdotto la sessione raccontando un aneddoto significativo. Poco tempo fa ha

cercato di recuperare un documento salvato su un floppy disk, realizzando che i lettori sono ormai difficilmente recuperabili. Riuscito nell'impresa si è poi accorto che le informazioni erano in una vecchia versione di WordPerfect, ormai non più compatibili con i nuovi editor di testo. La *backward compatibility* è un tema sensibile, in quanto non si può mantenere tutto. In un mondo in cui si dematerializzano le informazioni, e quindi il patrimonio culturale costruito in millenni di storia sarà accessibile elettronicamente, è di importanza strategica per l'umanità una seria riflessione sulla gestione futura di queste informazioni, così come la loro pianificazione.

Un tema molto caro alla Silicon Valley, dove si è tenuta la cerimonia, è il futuro della microelettronica. Per questo motivo **Butler Lampson** ha diretto il panel "**Moore's Law Is Really Dead: What's Next?**". La legge di Moore, che afferma che "la complessità di un microcircuito, misurata, ad esempio, tramite il numero di transistori per chip, raddoppia ogni 18 mesi", dopo 50 anni sembra ormai datata, considerando che la complessità, e quindi la velocità, dei processori non aumenta più al ritmo previsto da Moore per il raggiungimento di un suo limite fisico. Quindi, lo sviluppo di singoli processori più potenti è diventato molto costoso e poco sostenibile. Per questo motivo, la strategia si è orientata alla creazione di computer formati da diversi microprocessori specializzati a basso consumo energetico. Questi risultano essere molto più efficienti dei singoli processori generici, permettendo un'importante capacità computazionale. Lampson ha ribadito il ruolo del software nei processi di ottimizzazione. Infatti, secondo il premio Turing 1992, oltre agli aspetti hardware, molti progressi si possono fare in ambito software per incrementare la potenza di calcolo. Per questo motivo, Norman P. Jouppi ha concluso con una battuta: la legge di Moore non è morta, sta riposando.

Il premio Turing 1994 **Raj Reddy** ha tenuto il panel "**Challenges in Ethics and Computing**" toccando molti argomenti sensibili della disciplina. Gli algoritmi possono avere degli effetti non considerati con un impatto, anche mortale, sulle persone. Uno degli argomenti maggiormente dibattuti è quello sui veicoli a guida autonoma. In caso di sicura situazione di morte, chi sacrificare? Secondo il panel, si arriverà a una risposta solo quando i computer avranno un'etica. Questo trend sarà causato dalla maggior internalizzazione di componenti tecnologici nella nostra vita e anche nel nostro corpo, secondo Reddy. Ciononostante, secondo lo speaker, la definizione algoritmica di etica non può che essere data dal legislatore. Quindi il dibattito etico dovrebbe sensibilizzare i governi a promuovere leggi in tal senso, senza quest'ultime nulla accadrà.

Il secondo giorno è stato inaugurato da "**Computer Science as a Major Body of Accumulated Knowledge**" di **Donald Knuth**, premio Turing 1974 e autore del celeberrimo *The Art of Computer Programming*. L'informatica condivide con la matematica il grande privilegio di inventarsi i problemi su cui lavorare. In questa luce va considerata la programmazione come un'arte, non solo perché bella, ma come attività non derivata dalla natura ma dall'intelletto umano. Con spirito acuto e ironico, Knuth ha sottolineato come lui abbia sempre avuto una considerazione ambivalente dell'intelligenza artificiale: ottimistica e pessimistica

allo stesso tempo. Pessimistica, quando l'assunzione è che le persone prendono decisioni razionali.



Figura 2
Donald Knuth © ACM

Il penultimo panel è stato su “**Quantum Computing: Far Away? Around the Corner? Or Maybe Both at the Same Time?**”, condotto dal premio Turing 2000 **Andrew Chi-Chih Yao**. *Quantum computing* è da considerare una delle nuove frontiere dell'informatica per via delle sue ripercussioni in ambito crittografico e computazionale. Yao sostiene che sia uno degli esperimenti più interessanti del nostro tempo, per via del suo ampio impatto. La dimensione interdisciplinare di questo settore avrà un ruolo cruciale per lo sviluppo di questo ambizioso progetto, suggerendo che è un “grande paradigma per l'*interdisciplinary computing*”.

Il settimo e ultimo panel è stato condotto da **Frederick P. Brooks, Jr.** (premio Turing 1999) e Ivan Sutherland (premio Turing 1988) su “**Augmented Reality: From Gaming to Cognitive Aids and Beyond**”. L'argomento al centro del dibattito è stato quello che, probabilmente, suscita maggiori suggestioni fra il pubblico generalista. Diverse soluzioni di realtà aumentata (AR) e realtà virtuale (VR) sono impiegate quotidianamente per gli scopi più diversi: dal divertimento all'addestramento di piloti militari. Sutherland sottolinea come il grande ruolo della AR/VR sarà quello di ampliare lo spettro sensoriale delle persone, per trascendere dalla fisicità degli oggetti e delle esperienze.



Figura 3
Premi Turing presenti alla cerimonia © ACM

3.11 50° premio Turing

Questo premio ha probabilmente un significato particolare. Non solo perché rappresenta mezzo secolo di avanzamenti nel campo dell'informatica, ma perché riconosce l'innovazione informatica che ha cambiato la società anche dopo la macchina a vapore: il Web.

Il luogo e il modo in cui nato non è casuale. Tim Berners-Lee è un fisico impiegato presso il CERN di Ginevra. Il *core business* del CERN non è certo l'Informatica, bensì la ricerca sulla materia. Ciononostante, come ogni laboratorio, più o meno complesso, ha bisogno di computare risultati scientifici e rivelare le anomalie della materia all'interno del suo imponente network. Questo tipo di contesto non è molto diverso da ogni altro tipo di organizzazione che deve gestire una grande mole di informazioni, si pensi alla NASA, per esempio.

Il CERN però, è un'organizzazione internazionale di ricerca, dove molti ricercatori vanno e vengono, collaborando in maniera, anche saltuaria, su specifici progetti. Questo ha reso difficile la sistematizzazione del lavoro svolto presso il CERN e non ha permesso di renderlo disponibile a una più ampia comunità di ricerca. Da questa necessità, Berners-Lee propose a marzo 1989 un noto documento "*Information Management: A Proposal*", in cui si immagina un'organizzazione delle informazioni tramite un sistema ipertestuale su Internet, al quale il CERN era già connesso per trasmettere i risultati ai centri di ricerca di tutto il mondo.

Nell'agosto del 1991 il primo prototipo di web browser è stato rilasciato su Internet per macchine Unix. Seguendo la filosofia di Internet, per la quale la compatibilità si raggiunge tramite protocolli di comunicazione e non standard di codifica, hardware o sistemi operativi usati, sono stati creati i tre più importanti standard del Web: HTML, HTTP e URL. *Hyper Text Markup Language* specifica come taggare pagine Web. *Hyper Text Transfer Protocol* definisce le interazioni tramite le quali i browser possono richiedere e ricevere pagine HTML dai Web server. *Uniform Resource Locator* è, probabilmente, l'intuizione più semplice ma più importante. I DNS erano già in uso dagli anni '80 per identificare delle pagine univoche su Internet, ma non erano propriamente intuitivi. Con gli URL è stato possibile "democraticizzare" Internet, potendo quindi accedere a tutte le pagine Web da un semplice browser.

Quanto poi successo "è Storia". Credo, comunque, che possiamo trarre da queste grandi e, allo stesso tempo, semplici intuizioni, dei validi insegnamenti. In primo luogo il Web non è "*disruptive*" da un punto di vista tecnologico. Tutte le principali innovazioni tecnologiche erano già presenti. Si pensi solo ai premi Turing 2004 Vinton Cerf and Robert E. Kahn che hanno sviluppato il protocollo TCP/IP su cui è basato l'HTTP, in quanto fornisce l'infrastruttura per trasmettere dati in un network da un punto in un altro. Stesso ragionamento vale per Unix (premio Turing 1983 a Dennis M. Ritchie e Ken Thompson), su cui il Web, inizialmente si basava. Questo solo per citare alcune delle tecnologie impiegate, che sono state riconosciute con dei premi Turing. Ce ne sono, ovviamente, molte altre. Si tratta quindi di una rielaborazione incrementale per rispondere a un bisogno: organizzare e rendere accessibile a un pubblico ampio la mole crescente di informazione che si stavano producendo.

Considero, per questo, il Web, prima di ogni altra cosa, un'innovazione sociale. Al di là della genialità e dell'intuizione di Berners-Lee, se il Web fosse stato una tecnologia usata localmente, o da un numero irrisorio di individui, non lo celebreremmo di certo con questo prestigioso premio. E questo non ha nulla a che vedere con il lavoro fatto *per se*, ma con il suo uso.

Questa cruciale intuizione mi pare sia stata assente nel dibattito della cerimonia. Questo perché la nostra comunità, intesa nella sua più ampia concezione di *Computer Science*, pone gran parte delle sue attenzioni ad aspetti primariamente tecnologici, dimenticandosi, a volte, del "mercato" a cui si rivolge. Le grandi corporation della Silicon Valley questo lo hanno capito da tempo e hanno adottato il paradigma della *market-driven technology*. Cioè a dire, se determinate tecnologie non hanno un mercato appetente, non vengono sviluppate/implementate.

È rassicurante lavorare su un problema "Turing completo", permettetemi la metafora, ma è sempre utile? Interessa a qualcuno o ha qualche impatto sulla società? Competenze meta-riflessive dovrebbero probabilmente essere maggiormente sviluppate nella nostra comunità per stimolare quella *traction* che molti chiedono dalla nostra disciplina.

Il Web, come ogni altro avanzamento nel campo della scienza è figlio del suo tempo. Einstein non avrebbe mai potuto postulare la Relatività Generale senza le

equazioni di Maxwell. Senza la Relatività di Einstein, le Onde Gravitazionali (premio Nobel 2017 per la Fisica a Rainer Weiss, Barry Barish e Kip S. Thorne) non sarebbero mai state osservate. L'insegnamento da trarre è, il modo di porsi, come comunità scientifica, di fronte ai problemi di domani con gli strumenti di oggi.

Ognuno di noi ha elaborato una propria chiave di lettura su come interfacciarsi con questa grande, ed ovvia, verità. Una visione particolarmente suggestiva è quella psicanalitica junghiana di inconscio collettivo o psiche oggettiva, secondo cui condividiamo con ogni essere umano un certo numero di archetipi, a livello inconscio (Jung, 1953). In un certo senso è una psiche comune all'intera comunità, in base alla quale ognuno (re)agisce reprimendo o esaltando questi archetipi ancestrali. Da qui nascono concetti come l'Etica, anche se non esplicitamente ognuno di noi sa quello che è giusto o sbagliato.

Trovo quindi che sviluppare competenze meta-riflessive sul nostro operato possa portare a quelle "intuizioni", derivate dall'inconscio collettivo, su ciò che è utile e ciò che non lo è, quindi comunicarlo nella maniera più appropriata.



Figura 4
Il vincitore del 50° premio Turing: Tim Berners-Lee © ACM

4. Conclusioni

Una chiarissima *call for actions* dalla cerimonia per i 50 anni di premio Turing è il richiamo a una visione multidisciplinare dell'Informatica. Come argomentato in tutte le sessioni della cerimonia, l'Informatica non può fornire risposte soddisfacenti alle grandi sfide del futuro in uno stato di autosufficienza. Da un punto di vista storico,

sono stati gli innesti con altre discipline a generare le più entusiasmanti innovazioni del campo, di cui il World Wide Web è un fulgido esempio.

Come ricercatori siamo naturalmente portati alla ricerca del “senso” di quello che facciamo, in ogni campo. Per questo motivo, l’Epistemologia è universale e trasversale a tutte le comunità. Come giovane ricercatore, “cosa faccio” viene solo dopo “perché lo faccio” e “come lo faccio”. Se perdiamo il contatto con la ricerca di “senso” del nostro agire, perdiamo l’opportunità di creare un impatto, non solo all’interno della nostra comunità, ma nella società in genere.

Questo è il mio *take away* dalla cerimonia per i 50 anni di premio Turing.

Bibliografia

Bodei, R. (2016, Dicembre). Automatismi del pensiero umano e macchine calcolatrici. *Mondo Digitale*(6), 1-11.

Gibney, E. (2016). Google AI algorithm masters ancient game of Go. *Nature*, 529(7587), 445.

Jung, C. G. (1953). *Collected Works of C. G. Jung*.

Turing, A. M. (1937). On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London mathematical society*, 2(1), 230-265.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.

Ringraziamenti

La partecipazione alla cerimonia dell’autore è stata possibile grazie ad un award messo a disposizione da ACM SIGSOFT. Si ringrazia ACM per il supporto logistico fornito, così come per le foto.

Biografia

Daniel Russo, nato e cresciuto a Milano nel 1988, si laurea in Scienze economiche (2011) e Scienze economico-aziendali (2014) presso la Libera Università di Bolzano. Attualmente è dottorando del XXXI ciclo in *Computer Science & Engineering* dell’Università di Bologna. Si occupa dello studio di processi di trasformazione digitale nell’ambito dell’ingegneria del software, dove svolge ricerche presso organizzazioni governative e finanziarie. Vanta diverse affiliazioni scientifiche, quali l’Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il Consorzio Interuniversitario Nazionale per l’Informatica (CINI) e l’*Institute for Information Business* presso la *Vienna University of Economics and Business* (WU). I suoi lavori sono stati pubblicati in prestigiose conferenze e riviste scientifiche internazionali.

Email: daniel.russo@unibo.it

Pasifæ Inc.

A. Cammozzo

«Per quanto perverse e pazze possano essere le idee di quelli che sono al potere, [...] ci saranno sempre di tecnici disposti a soddisfarle, che saranno affascinati dal problema tecnico e che non penseranno alle conseguenze. Per usare la terminologia di Oppenheimer, Dedalo deve aver trovato la sua mucca un dolce animale¹»



Minotauro

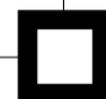
From commons.wikimedia.org

License: CC BY-SA 3.0

File:Graffiti of minotaur.jpg <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Minotaur#/media/>

File:Graffiti_of_minotaur.jpg

¹ Hendrik Brugt Gerhard Casimir, *Haphazard Reality: Half a Century of Science* (Amsterdam University Press, 2010), p. 103



Grazie per avermi chiamato. Mi chiamo Dedalo: inventore, data scientist, programmatore e designer di robot. Avete letto il curriculum, e immagino abbiate sentito parlare di me... Beh, si sono proprio quel Dedalo. Già, già, quello del progetto Mino; sono girate un mucchio di storie... sì, ma sono tutte balle. Sarò franco: è vero, non mi sono preoccupato molto di cosa sarebbe venuto fuori dal progetto Mino. Sono un ingegnere, uno bravo, non per vantarmi, ma tra i migliori. La Pasifæ Inc. aveva un problema e un mucchio di soldi. Begli uffici, laboratori magnifici, colleghi supersmart, ottimo stipendio, assicurazione sanitaria e pensione integrativa fantastiche, bonus, macchina aziendale... Tutto quello che uno può desiderare, e anche più. Ma soprattutto, quel progetto era una sfida pazzesca. Veramente impossibile. Molta ricerca da fare, nessun limite a prototipi, prove, fantastico! I requisiti del progetto erano chiarissimi: la compagnia sapeva esattamente quello che voleva, anche se era qualcosa di assolutamente... ehm... non convenzionale. E, modestamente, solo io potevo farlo. Non scendo nei dettagli, ma si trattava di accoppiare un dispositivo Toroidale Poseidon a... beh, magari ve lo spiego un'altra volta... Ma sul serio, credetemi, non è stato per i soldi. Era l'idea di mettermi alla prova, di affrontare e superare il problema tecnico. Come ha detto una volta quel tizio, Oppenheimer: «quando vedi qualcosa di tecnicamente appetitoso, vai avanti e lo fai; e ti metti a discutere su cosa farci solo dopo aver ottenuto un successo tecnico»². E' esattamente quello che ho fatto. Un successo. Così ho costruito il robot. Era un gioiello, una bellezza, ha funzionato alla perfezione al primo colpo, non un difetto, nemmeno una sbavatura. Beh, certo, come potevo prevedere le conseguenze? Era la prima volta che si faceva una cosa del genere... Ragazzi, devo ammettere onestamente che quello che è venuto fuori era una cosa francamente spaventosa, e capisco che a quelli del governo scocciava vederlo andare in giro a spaventare la gente: "inquietante" dicevano. Però alla fine non potevano farlo sparire e si sono posti seriamente il problema di cosa farci. Era un problema tecnico difficile e complicato, così hanno dovuto assumermi di nuovo e ho personalmente disegnato e inventato "Il Labirinto®". Tecnicamente si trattava di un "dispositivo aperto di confinamento orientativo" concepito per contenere il risultato del progetto Mino. Non per vantarmi, ma vi assicuro che anche quello era un bell'oggetto: una soluzione elegante, un disegno raffinato. E funzionava benissimo: la Pasifæ Inc. era deliziata. Ma quei burocrati del governo si sono messi di nuovo di mezzo: erano scocciati per i costi di manutenzione e per via di tutta quella gente che si perdeva... Posso capire che non fosse bello, ma non si può fermare il progresso e tornare al medioevo! Così va il mondo, no? Però quei maiali hanno inventato un sacco di balle, e alla fine mi hanno chiuso dentro a Il Labirinto®, così ho dovuto ingegnarmi di nuovo per scappare... E quello, signori, è stato veramente il mio capolavoro, ma anche il mio più grande dolore. Costruire le ali, imparare a volare... Nessuno aveva mai fatto nulla del genere prima di me! Ma il mio povero Icaro, il mio bambino, il mio

² «when you see something that is technically sweet, you go ahead and do it and you argue about what to do about it only after you have had your technical success» *Robert Oppenheimer in US Atomic Energy Commission – Personnel Security Board. Proceedings: Hearing of Robert Oppenheimer – Volume 2. Washington DC., 1954. <http://www.osti.gov/includes/opennet/includes/Oppenheimer%20hearings/Vol%20II%20Oppenheimer.pdf>*

tesoro... era troppo giovane, troppo audace. Glielo dissi almeno cento volte: la tecnologia devi imparare a controllarla, devi conoscerne bene i limiti, i rischi, devi anticipare tutti le possibili conseguenze delle tue azioni... «Seguimi da vicino, vola basso – gli dicevo – e non cambiare direzione!». Scusate la mia commozione, ma questa è una storia troppo triste, per favore non fatemi parlare ancora.

... Eh, così va la vita...

E, sentite, e a proposito di questa mia domanda di impiego? Che dite? Mi prendete? E' mio il posto?