

Testi e computazioni, meccanismi e astrazioni. Dualismo ed edizioni digitali

Federico Meschini^(a)

a) Università per stranieri di Perugia; École normale supérieure de Paris, <http://orcid.org/0000-0002-0729-5353>

Contact: Federico Meschini, fmeschini@gmail.com

Received: 16 July 2017; Accepted: 6 March 2019; First Published: 15 May 2019

ABSTRACT

Critical thinking on digital editions, and in particular scholarly editions, has been so far mainly focused on redefining the theoretical aspects developed in an analogical dimension, such as textual orientations, following a technological approach. In order to better understand the nature of digital editions it is also necessary to take into account aspects related to the theoretical dimension of computer science, since a technological approach, although initially justifiable, has several limitations due to the rapid and continuous changes in technology. For this reason, it is needful to apply other principles in the analysis and consideration of digital editions if we are to better understand their role in both Digital Humanities and in the dialogue between Humanities and the Hard Sciences, represented by the intertwining of narration and computation.

KEYWORDS

Digital editions; Digital Humanities; Interdisciplinarity; Textual bibliography; Computational thinking.

CITATION

Meschini, F. "Testi e computazioni, meccanismi e astrazioni. Dualismo ed edizioni digitali." *JLIS.it* 10, 2 (May 2019): 48-65. DOI: [10.4403/jlis.it-12428](https://doi.org/10.4403/jlis.it-12428).

1. Tradizioni ed esortazioni

“In mathematics you don’t understand things. You just get used to them.” Questa frase di John Von Neumann, una risposta data a Los Alamos ad un anonimo fisico che non aveva ben compreso il metodo delle caratteristiche (Zukav 1979, 208), sembra voler portare ad un livello decisamente esperienziale e pragmatico quella che tradizionalmente viene considerata come la disciplina astratta per eccellenza. Data la complessità multi e transdisciplinare, assumere un atteggiamento simile sembra essere la soluzione migliore, soprattutto in un primo momento e specialmente se interessati ad un impiego fattivo, anche nelle *Digital Humanities*, e di conseguenza nelle relative declinazioni, tra cui le edizioni digitali, componente strategica e di chiave dell’intero settore, in quanto punto di contatto tra scienze esatte e scienze umane. In una fase successiva è però necessario recuperare una dimensione teoretica da affiancare a quella pragmatica (o, seppure più raramente, viceversa, per non rimanere legati ad un approccio puramente speculativo), per evitare una comprensione limitata di questo fenomeno.

La definizione “edizione digitale”, efficace combinazione di sintagma nominale e aggettivale, racchiude al suo interno diverse declinazioni. Da un lato il libro elettronico ne rappresenta una sorta di grado zero destinato ad un pubblico generalista, dall’altro le edizioni critiche digitali, per le scienze filologiche e testuali, e la letteratura elettronica, nel campo delle scienze letterarie e mediologiche, ne sono l’avanguardia scientifico/culturale.¹

Questo termine-ombrello racchiude perciò tutte le forme di pubblicazione basate su strumenti e metodologie computazionali, ed è sì costituito principalmente da una natura documento-centrica, ma al tempo stesso la completa includendo molte delle istanze dell’altra metà del cielo, il database, o più in generale un qualsivoglia insieme di dati strutturati, a matrice data-centrica (Buzzetti *et al.* 1992); l’edizione digitale accoglie e contiene al suo interno perciò quel complesso rapporto tra narrazione e base di dati, tra linearità e spazialità (Manovich 1999). Sulla base di tali presupposti questo paradigma non può non costituire un’irrefragabile cesura nelle scienze umane da sempre fortemente legate alla tradizione della pubblicazione cartacea. Tradizione cui va ascritta la principale responsabilità nell’aver dato il via al processo di separazione tra discipline umanistiche e scientifiche (McLuhan 1962), sancita

¹ Rimane largamente inesplorato il rapporto tra edizioni critiche digitali e opere di letteratura elettronica: nel panorama delle Digital Humanities, dandone quindi una definizione altamente inclusiva, Berry le posiziona in relazione diacronica, “second-wave digital humanities expands the notional limits of the archive to include digital works [...] such as electronic literature (e-lit), interactive fiction (IF), web-based artefacts, and so forth» (2011, 3–4). Questa tesi è avvalorata da Amy Earhart secondo cui “textual studies are central to digital humanities work.” (2012, 24), dando quindi maggiore rilevanza, e quindi precedenza, allo sviluppo delle edizioni critiche digitali. Risulta più plausibile ipotizzare un’evoluzione parallela di entrambi i fenomeni, in quanto ascrivibili a differenti comunità scientifiche e di pratica, sebbene non in totale assenza di punti di contatto. Nonostante la volontà comune di superare le limitazioni dell’oggetto libro, risulta evidente come sia i punti di partenza sia, consequenzialmente, i risultati finali siano affatto diversi. Analizzando il concetto di testo tramite un approccio semiotico, nelle edizioni critiche digitali il focus è sull’espressione, “editing is, above all else, a matter of forms” (Shillingsburg 1986, 18), mentre nella letteratura elettronica è sul contenuto. Inoltre la filologia digitale fino ad ora si è concentrata sulla rappresentazione di artefatti analogici, e seppure questo scenario sia destinato a mutare, un’edizione digitale non implica necessariamente un’opera di letteratura elettronica, mentre il contrario, considerandola come prodotto e non come processo, non è certo possibile.

e rappresentata con estrema efficacia tre secoli dopo in uno dei più noti esempi *ante litteram* di *data visualization*: l'albero enciclopedico delle conoscenze.²

Spesso si dimentica come la rivoluzione gutenberghiana, epistilio della società moderna e primo motore di cambiamenti tanto profondi quanto duraturi (Eisenstein 1979), soprattutto da un punto di vista tecnologico-materiale consista fondamentalmente in uno scarto quantitativo, così come già intuito in tempi più che non sospetti da Thomas Hobbes nella metà del XVII secolo, nel confrontarlo con il passaggio dall'oralità alla scrittura;³ passaggio, quest'ultimo, in cui lo scarto è bensì qualitativo, così come nelle rimanenti due delle quattro rivoluzioni (Roncaglia 2010): sia il *codex* nei confronti del *volumen* (Roberts e Skeat 1983) sia il medium computazionale rispetto al libro stampato.⁴ In quest'ultimo caso il fattore discriminante è proprio la sostituzione del modello implicito del *codex* con quello esplicito di una Macchina di Turing (1936) o, se si preferisce un approccio funzionale, di un'espressione in Lambda calcolo (Church 1936), i due principali sistemi formali sviluppati all'interno delle ricerche sulla teoria della computabilità negli anni '30 del secolo scorso: per utilizzare un termine diffuso in quegli stessi anni da Roman Jakobson, questo cambiamento del modello sottostante, questo passaggio dal *codex* ai formalismi computazionali, può essere considerato come la "dominante" (partendo però, perlomeno inizialmente, da un livello ontologico e non epistemologico o estetico) sia delle edizioni digitali, sia, ad un livello più generale, di tutta la testualità elettronica.⁵

Insieme ai due modelli di computazione precedentemente citati, altro principio culturale cardine del computer è il teorema, o meglio i teoremi, d'incompletezza di Gödel (1931), dimostrazione logica dell'inevitabile presenza, per ogni sistema formale sufficientemente espressivo, di problemi irrisolvibili in quello stesso sistema.⁶ E, in una modalità retrospettiva, appare decisamente ironico se non paradossale il commento di Von Neumann, "It is all over" (Papadimitriou 2011, 142), di fronte alla dimostrazione di Gödel che, certo, rendeva di fatto impossibile la realizzazione del programma hilbertiano ma al tempo stesso segnava, seppure inconsapevolmente, un nuovo inizio.

Risulta inoltre ancora più paradossale come la macchina deterministica per eccellenza fondi le proprie radici a livello logico sulla scelta esclusiva obbligata tra coerenza e completezza, ossia sull'inevitabile presenza di verità matematiche indimostrabili, e a livello fisico, in particolare per quel che riguarda lo sviluppo dei circuiti a transistor, nel principio di indeterminazione di Heisenberg (Nichols e Vernon 1966). Il teorema e il principio responsabili dell'aver scardinato, sotto diversi aspetti ma con equivalente efficacia, la speranza di fine '800 di come tutta la realtà fosse conoscibile, sono alla base dello strumento che, a partire dal secondo dopoguerra, ha influito enormemente sull'assetto

² Wikipedia. "Figurative system of human knowledge".

http://en.wikipedia.org/wiki/Figurative_system_of_human_knowledge.

³ Nel Leviatano, parte I, capitolo IV "Of speech", paragrafo "Originall Of Speech": "The Invention of printing, though ingenious compared with the invention of letters, is no great matter."

⁴ "Just as the machinery of the codex opened radically new ways to store, organize, study, transform, and disseminate knowledge and information, digital technology represents an epochal watershed for anyone involved with semiotic materials." (Buzzetti, McGann 2006, 51).

⁵ "The dominant may be defined as the focusing component of a work of art: it rules, determines, and transforms the remaining components. It is the dominant which guarantees the integrity of the structure." (Jakobson 1987, 41).

⁶ Per una spiegazione chiara, dettagliata e, ironicamente, completa ed esauriente dei teoremi di Gödel, insieme ad una contestualizzazione culturale, si veda l'interessante testo di Francesco Berto (2008).

epistemologico, in un'evoluzione in cui da ancillare strumento di calcolo è divenuto vera e propria macchina di conoscenza (McGann 1995).

Sia questa evoluzione sia la relativa rivoluzione concettuale erano però in qualche modo già state preannunciate: in un testo d'introduzione all'informatica degli anni '80, il periodo storico che ha visto la diffusione dell'*home computing* ma ben prima che i termini multimedialità o telematica divenissero di largo consumo, nella prima pagina, alla domanda "Che cosa fanno i calcolatori?" viene data la seguente risposta: "Calcolano, memorizzano informazioni, comunicano, controllano" (Curnow e Curran 1987, 14). Con stile ricorsivo e combinatorio, tutte le altre possibili attività vengono definite in base alle quattro funzioni di base: è evidente come due di queste, comunicazione e archiviazione, siano da sempre sia alla base sia oggetto di studio delle scienze umane.⁷ Era quindi solo questione di tempo prima che si sentisse un forte bisogno di una riflessione critica sulle forme e i modelli della conoscenza resi possibili dal medium computazionale.

I due aspetti combinati di memorizzazione e di calcolo danno vita al concetto di modello che nelle scienze computazionali può venire declinato in diversi contesti, e spesso identificato con il termine modello di dati.⁸ Ad esempio nella programmazione si ritrova nei tipi di dati astratti la cui implementazione concreta è opaca rispetto a quelle che sono le funzionalità offerte, realizzate tramite una combinazione appropriata di algoritmi e strutture dati, mentre nelle basi di dati rappresenta le entità presenti in un particolare dominio e le relazioni che intercorrono tra di esse. Fattore comune a queste diverse pratiche sono l'astrazione e la possibilità di formalizzazione tramite una specifica metodologia.⁹ È quindi possibile creare infiniti modelli e al tempo stesso tradurli, riducendoli, alle stesse istruzioni concrete.¹⁰

In questa dualità l'estremo superiore è costituito dai formalismi logici, grazie ai quali è possibile rappresentare determinate espressioni linguistiche con una precisa valenza sintattica e semantica. In questo modo la frase sulla mortalità di Socrate in quanto uomo, uno dei più famosi ragionamenti apodittici, grazie all'uso dei quantificatori, dei connettivi logici, delle variabili e dei predicati, diventa una formula simbolica.¹¹ L'estremo inferiore sono le istruzioni dell'*assembly*, traduzione isomorfa ma dalla maggiore leggibilità del linguaggio macchina, l'ultima barriera linguistico/numerica prima della

⁷ Harold Innis, che ebbe una grande influenza su McLuhan, si basò proprio sulle caratteristiche fisiche dei supporti informativi, e in particolare trasportabilità e durabilità, il primo legato allo spazio e il secondo al tempo, e al loro rapporto di competizione e di proporzionalità inversa, per studiare la struttura delle organizzazioni sociali del passato (Innis 1950).

⁸ Nell'ambito della testualità digitale un contributo fondamentale su questo argomento, e sul suo rapporto con le possibilità e i limiti espressivi dei linguaggi di marcatura, è ad opera di Dino Buzzetti (1999).

⁹ A seconda dell'utilizzo e della comunità di riferimento, tra i diversi formalismi disponibili possiamo trovare: l'*Unified Modelling Language* (UML) nell'ambito dello sviluppo software (Jacobson *et al.* 1998); i diagrammi entità-relazione nelle basi di dati (Chen 1976); le *Description Logics* nell'intelligenza artificiale (Baader *et al.* 2003) e utilizzate successivamente nel *Semantic Web* (Berners-Lee *et al.* 2001). Degni di nota sono inoltre i grafi concettuali di John Sowa (1976), un'evoluzione dei grafi esistenziali di C. S. Peirce e originariamente nati, così come il modello entità-relazione, come interfaccia tra il linguaggio naturale e le basi di dati e successivamente utilizzati principalmente nella *Knowledge Representation*. Collante tra tutti questi diversi formalismi è la possibilità di integrazione basata sulla logica simbolica, e nello specifico la logica dei predicati del primo ordine, di cui ognuno di essi rappresenta un frammento calcolabile più o meno esteso.

¹⁰ Una prova non intuitiva dell'effettivo ordine infinito di questi modelli, seppure caratterizzato da una cardinalità minima ossia quella dell'insieme dei numeri interi, è data dall'applicazione dell'argomento della diagonale di Cantor all'enumerazione delle possibili Macchine di Turing e delle relative funzioni computabili (Turing 1936, 246–248).

¹¹ Nello specifico: $((\forall x(U(x) \rightarrow M(x))) \wedge U(s)) \rightarrow M(s)$.

manipolazione elettronica dei bit. Qui siamo all'estremo opposto del processo di astrazione, tanto che una manipolazione simbolica elementare come l'addizione di due numeri diviene una sequenza di istruzioni oscure e ripetitive, basate su spostamenti tra celle di memoria, operazioni logico/aritmetiche di base e controllo del flusso delle operazioni.¹²

La distanza tra questi due estremi può sembrare abissale, e di fatto lo è, ma tipologie simili di questo fenomeno, di questa dualità funzionale tra materialità e astrazione, si ritrovano con frequenza nelle scienze umane. Sempre rimanendo nell'ambito dei *textual studies*, per Peter Shillingsburg, tra i primi in ambito angloamericano a essersi interrogato, sia a livello pragmatico sia speculativo, sulle conseguenze dell'utilizzo del computer nella critica testuale, un rapporto simile esiste tra gli aspetti documentali/bibliografici da un lato e linguistici dall'altro.¹³

L'annullamento della soluzione di continuità tra questi due estremi è uno dei principali argomenti del corso *Structure and Interpretation of Computer Programs*, basato sull'omonimo libro (Sussman e Abelson 1979), e, non a caso, viene introdotto nella prima lezione come "the most magical part of the course": da un lato la possibilità di creare nuovi linguaggi (e relativi modelli sottostanti) con lo scopo di controllare la complessità, linguaggi in grado di "suppress some kinds of details and emphasize other kinds of details";¹⁴ dall'altro la capacità di tradurre questi linguaggi nelle uniche istruzioni di base in grado di essere eseguite dal processore, con un procedimento potenzialmente riflessivo, ossia facendo elaborare un linguaggio da se stesso:¹⁵ è ciò a rendere possibile il passaggio sopra descritto da strumento di calcolo a macchina di conoscenza logico-linguistica. Queste due discipline, logica e linguistica, grazie alla loro natura nomotetica, hanno un ruolo di confine e di conseguenza strategico nel panorama delle scienze umane, caratterizzate principalmente da un assetto idiografico. E se del ruolo della logica nella definizione di ciò che è o non è computabile abbiamo già parlato, altrettanto importante è quello della linguistica, e nello specifico nella definizione delle grammatiche formali ad opera di Chomsky (1956), le cui proprietà sono state successivamente analizzate e classificate in base alla loro corrispondenza con i diversi modelli di computazione (Chomsky e Schützenberger 1963), e infine utilizzate proprio per ciò che riguarda i processi di traduzione dai linguaggi di programmazione di alto livello a quelli di basso livello, fino ad arrivare all'essenzialità operativa non più riducibile o semplificabile del linguaggio macchina.

Se precedentemente era stato introdotto il rapporto tra il livello ontologico ed epistemologico di un'edizione digitale (Meschini 2013), ora, grazie a questi nuovi elementi, è possibile provare a

¹² A differenza del ruolo unificante dei formalismi logici, ogni microprocessore è caratterizzato da una particolare architettura e relative istruzioni. Nel linguaggio del processore Intel 8085 la somma di due numeri viene eseguita tramite i seguenti comandi: MV1 C,00; LDA 4200; MOV B,A; LDA 4201; ADD B; JNC LABEL1; INRC; LABEL1:STA 4202; MOV A,C; STA 4203; HLT.

¹³ "One such distinction is that between the material document and the texts inscribed on them. We can treat the document as a unity, where the material and the symbolic are an undivided whole, or we can treat the inscribed text as a recipe that can be endlessly replicated in other documents. We have come to label these two ways of looking at texts in documents as the distinction between the bibliographic code, which is documentary, and the lexical code, which is symbolic". (Shillingsburg 2016).

¹⁴ Harold Abelson, "1A: Overview and Introduction to Lisp" in *Structure and Interpretation of Computer Programs*, 1986, Internet Archive, 1:12:55, MIT Open Courseware, pubblicato nel 2005, http://www.archive.org/download/MIT_Structure_of_Computer_Programs_1986/lec1a.mp4.

¹⁵ Va ricordato come questa capacità di automanipolazione sia alla base non solo della dimostrazione di Gödel ma anche della soluzione negativa dell'*entscheidungsproblem* da parte di Turing.

sviluppare ulteriormente queste riflessioni. Con un paragone volutamente estremo da un punto di vista ontologico un'edizione digitale condivide la stessa natura di un distributore automatico, essendo entrambi declinazioni concrete di modelli astratti di automi: prendendo come riferimento la gerarchia dei modelli di computazione e delle relative grammatiche formali, in cui all'apice troviamo la macchina di Turing e le grammatiche di tipo 0, un'edizione digitale corrisponde ad un automa a pila, in quanto deve essere in grado di gestire le grammatiche di tipo 2, dette libere dal contesto, su cui si basano i linguaggi di programmazione e di marcatura; un distributore automatico si posiziona invece in una classe inferiore, essendo un automa a stati finiti, cui corrispondono le grammatiche di tipo 3, i cosiddetti linguaggi regolari (Ausiello *et al.* 2014). A livello epistemologico sono l'evoluzione di due esigenze affatto diverse: la trasmissione della conoscenza da un lato e la lotta per la sopravvivenza dall'altro, e, nonostante la natura comune necessitano di approcci teorici e metodologici altrettanto diversi.

Sulla base di tali premesse, concludendo questo primo paragrafo e ricollegandosi alla citazione iniziale di Von Neumann, questa formalizzazione dei meccanismi sottostanti spinge a chiedersi a quale livello si debbano riposizionare, se eventualmente esistenti, i rapporti tra il concetto di edizione e gli aspetti matematici. Se per Galilei, nel sesto capitolo de "Il Saggiatore", l'universo è un libro "scritto in lingua matematica" in che modo questo stesso idioma viene declinato nel libro fisico? Una prima risposta è data dalle dimensioni della pagina, dei caratteri e dalla disposizione dei diversi elementi sul foglio, in modo che i loro rapporti rispettino il più possibile la proporzione aurea, quel numero irrazionale definito con il simbolo φ ,¹⁶ una pratica ben nota sin dai tempi del *codex* e chiamata in epoca medievale "canone segreto".¹⁷ Una seconda risposta è relativa all'utilizzo del colore: le varie tipologie di contrasto definite da Itten (1961), grazie all'impiego del modello RGB e relativa rappresentazione esadecimale, diventano anch'esse dei rapporti matematici.¹⁸ Nelle edizioni digitali, oltre a questi aspetti ereditati dalla tradizione cartacea, se ne aggiungono altri, ad esempio la legge di Fitts (1954) sul tempo necessario per raggiungere un determinato oggetto in base alla distanza e alle dimensioni, applicata alle interfacce grafiche. Sempre utilizzando il già citato approccio semiotico, siamo però, nonostante queste aggiunte, ancora al livello della sostanza dell'espressione. La vera rivoluzione, come precedentemente dimostrato è la presenza di questa dimensione matematico/logica ad un livello inferiore, quello della sostanza del contenuto del concetto di edizione, con il compito di modellarne la natura stessa e a cascata i livelli superiori, partendo dai comportamenti, ossia la forma del contenuto (Barthes 1964, 105–106).

¹⁶ 1,61803 limitandosi alle prime cinque cifre decimali. Una definizione formale è la proporzione tra due segmenti tale che il rapporto tra il più corto e il più lungo sia equivalente a quello tra il più lungo e la somma di tutti e due: in termini algebrici $a:b=b:(a+b)$. Inoltre più si va avanti nella progressione di Fibonacci più il rapporto tra gli ultimi due membri si avvicina a questo numero.

¹⁷ Vedi il fondamentale contributo di Jan Tschichold (1975).

¹⁸ Va segnalata una curiosità matematica sull'imposizione tipografica, ossia la disposizione delle pagine per la stampa, in modo tale che, tramite il procedimento delle pieghe, vengano poi disposte progressivamente. Nel momento della stampa i numeri delle pagine giustapposte se sommati danno il totale delle pagine della segnatura più uno: ossia in un sedicesimo le pagine giustapposte saranno la 1 e la 16, la 2 e la 15, la 3 e la 14, fino ad arrivare alle pagine centrali, 8 e 9. Questo rapporto è lo stesso del trucco che permise a Gauss di risolvere rapidamente il problema datogli dal suo maestro elementare sulla somma dei primi 100 numeri, trovando al tempo stesso un algoritmo con tempo costante per la sommatoria di n numeri interi.

Lo scrittore Hans Tuzzi, in una bella analisi sull'evoluzione delle pratiche bibliografiche, racconta di come fino alla fine del 1700 esistessero dei calligrafi specializzati nella ricostruzione della struttura grafica della pagina, manoscritta o stampata che fosse, con un inchiostro rosso (Tuzzi 2006, 131). Nelle edizioni cartacee, e quindi, come scritto precedentemente, nella sostanza dell'espressione, questo processo di *reverse engineering* ha certamente un valore funzionale e non solo estetico, ma in quelle digitali, a causa del diverso livello di applicazione, la sua importanza strategica, il capirne la struttura sottostante, diventa molto più rilevante: a questa maggiore rilevanza corrisponde una maggiore complessità a causa dell'introduzione della dimensione tecnologica.

2. Pubblicazioni e meccanismi

Fino ad ora è stato preso in considerazione un livello astratto; più pragmaticamente si abbandona l'iperuranio dei modelli, degli algoritmi e delle strutture dati, per cadere in un mondo sensibile costituito da linee di codice, documenti XML, basi di dati relazionali e non, ontologie, indici di motori di ricerca, fogli di stile, modelli grafici e altro ancora.¹⁹ Fermandosi allo stato dell'immaterialità del software e tralasciando la materialità dell'hardware,²⁰ prediligendo così come Calvino la leggerezza, si ha a che fare con tutto ciò che, ad un grado zero, permette di simulare il comportamento del libro,²¹ e al tempo stesso apre uno spazio di possibilità, funzioni e modelli sia alternativi sia complementari. Per chi volesse tralasciare questo livello tecnologico/pragmatico e concentrarsi esclusivamente, non senza ragioni, su quello astratto/funzionale, ricordiamo, così come fa Neil Harris in un saggio di *Textual Bibliography*, la definizione di W. W. Greg secondo la quale "il libro fatto in tipografia è un oggetto fisico, per cui il primo dovere della critica testuale è quello di scoprirne i segreti in quanto manufatto" (Harris 2006, 181). Questa disciplina viene spesso tradotta in italiano come "bibliografia materiale", ricordando così il ruolo fondamentale della fisicità di un qualsivoglia supporto, e della relativa tecnologia sottostante, nella diffusione della conoscenza. A livello sistemico la relazione tra queste diverse fisicità presenta un aspetto sia diacronico sia sincronico. Diacronico in quanto le varie tecniche documentali fanno la loro comparsa in fasi storiche successive, sincronico in quanto una tecnologia non sostituisce mai completamente un'altra, configurando quindi un rapporto che oltre ad essere di sostituzione è anche di sovrapposizione e interazione reciproca, così come definito efficacemente da Bolter e Grusin con il termine *remediation* (Bolter e Grusin 1999).²²

¹⁹ Miriam Posner, in un post del suo blog dall'esemplificativo titolo *How did they make that?* (2013), cui ha fatto seguito un video di approfondimento (2014), analizza una serie di progetti digitali eterogenei, che spaziano dalla galleria di fonti primarie alle narrazioni geolocalizzate o alle pubblicazioni arricchite, elencandone gli strumenti utilizzati e le competenze necessarie. Restringendo il focus sulle edizioni critiche digitali, il *technical summary* del *Mark Twain Project* (http://www.marktwainproject.org/about_technicalsummary.shtml) mostra tramite uno schema grafico i vari componenti dell'edizione elettronica insieme ai relativi processi: artefatti fisici, edizioni a stampa, database relazionali, documenti XML contenenti sia la codifica TEI dei testi sia i metadati descrittivi, strutturali, tecnici e di controllo di autorità, archivi per la conservazione digitale e infine il framework di pubblicazione XTF, punta dell'iceberg visibile all'utente.

²⁰ Di cui si è occupato Matthew Kirschenbaum, concentrandosi in particolare sui dispositivi di memoria di massa (2008a).

²¹ "Books on the screen are not books, they are models of books" (Kirschenbaum 2008b, 1).

²² A ben vedere, i due estremi del concetto di edizione digitale citati precedentemente, il libro elettronico e il binomio edizione critica digitale/letteratura elettronica, rappresentano esattamente le due logiche relative a questa idea. Nel primo

A rafforzare la rilevanza dell'aspetto fisico sono le riflessioni di Jerome McGann sulla già citata distinzione tra codici linguistici e bibliografici, con finalità ed effetti non solo pragmatici e funzionali, bensì estetici. Proprio sui *bibliographical codes* e sulla loro importanza in quanto oggetto d'indagine critica si basa, insieme agli studi di Don McKenzie (1986), la corrente del *social editing*: "The time has come, however, when we have to take greater theoretical account of the other coding network which operates at the documentary and bibliographical level of literary works" (McGann 1991, 78). L'uso, seppure con campi semantici altri, dei termini *coding* e *network* sembra quasi essere un ponte ideale con l'attuale scenario telematico, a sua volta fase transitoria nella rivoluzione computazionale delle pratiche editoriali,²³ e di conseguenza un invito a disaminare con la stessa rilevanza i corrispondenti aspetti digitali, fino ad ora non adeguatamente considerati.

Nel mondo digitale la complessità di quest'immanenza documentale, di questi codici tecnologici, sembra esplodere così come avviene nei processi combinatori caratterizzanti i problemi non risolvibili in tempo lineare. Complessità impossibile da tralasciare e con cui, sempre in maniera affine a ciò che avviene nelle scienze computazionali, è necessario fare i conti. Questi *technological codes*, oltre ad essere essenziali ai fini implementativi (e di conseguenza fruitivi), parimenti alla dimensione gutenberghiana e anzi rispetto a quest'ultima con un maggior livello di arricchimento e specializzazione,²⁴ e rilevanti per le pratiche bibliografiche e l'indagine filologica, risultano decisivi anche per nuove problematiche, tra cui spiccano, riprendendo il rapporto sincronico/diacronico, interoperabilità e preservazione.²⁵

Il compito prioritario di questa "tecnobibliografia" dovrebbe essere quello di bilanciare la dimensione tecnologica, attualmente soggetta ad una sorta di dissociazione: da un lato chi si occupa degli aspetti concreti di un'edizione digitale, informatico o tecnologo che sia, la considera come una sorta di

caso è la *transparent immediacy* a dominare: compito fondamentale del libro elettronico è quello di fornire un'esperienza che sia il meno possibile di cesura rispetto alla sua controparte cartacea. Al contrario, nel secondo caso siamo nel regno dell'*hypermediacy*, dell'esaltazione degli aspetti tecnologici innovativi, fondamentali per superare i limiti del modello precedente e sfruttare le nuove possibilità, ostentando il fatto di come ciò che si sta fruendo è un qualcosa di profondamente altro.

²³ Manfred Thaller individua quattro generazioni di edizioni digitali in cui l'utilizzo di Internet e del WorldWideWeb corrisponde alla terza: la prima generazione è incentrata sull'uso del computer come strumento per la preparazione di testi a stampa, la seconda porta con sé il primo cambiamento rilevante a livello di fruizione finale grazie all'utilizzo del CD-ROM e infine la quarta vede la diffusione di dispositivi mobili come tablet e smartphone e la realizzazione di edizioni tramite app (Thaller 2012).

²⁴ Basti pensare agli aspetti presentazionali. Se, nel prendere in esame una serie di casi diversi di assetti tipografici di opere letterarie, McGann nota come "The physical presentation of these printed texts has been made to serve aesthetic ends" (1991, 78), questo stesso fine estetico/funzionale nelle pubblicazioni digitali è assolto dalla stratificata disciplina del design delle interfacce.

²⁵ La letteratura elettronica sembra essere maggiormente vulnerabile al problema della preservazione digitale rispetto alle edizioni critiche; molto probabilmente questa differenza è dovuta all'attenzione di queste ultime verso i formati dei documenti, posizionati al cuore del processo editoriale, e alle conseguenti adozioni su larga scala di standard come SGML e XML. Al contrario, nel caso della letteratura elettronica (soprattutto agli inizi, ben prima che le tecnologie Web raggiungessero le attuali possibilità espressive) ci si è concentrati maggiormente sull'aspetto performativo, legato principalmente ai linguaggi di programmazione, ai sistemi operativi e agli ambienti di esecuzione, più facilmente soggetti all'obsolescenza. Proprio su questo aspetto è incentrato il progetto *Pathfinder* (<http://dte-wsuv.org/wp/pathfinders/>), in cui è stata realizzata un'interessante pubblicazione arricchita (Grigar e Moulthrop 2015) basata sulla piattaforma *Scalar* (<http://scalar.me/>).

feticcio, al tempo stesso totem e tabù, e non a caso si parla di “guerre di religione” tra i fautori di diversi strumenti o standard, anche nel caso di basilari editor di testo;²⁶ chi è invece impegnato negli aspetti scientifici rovescia questa esaltazione e le riserva un ruolo caudatario, arrivando in non pochi casi, non comprendendone la natura sottostante, a considerarla una commistione di Ariel e Calibano, un servitore soprannaturale da cui diffidare e, non sbagliando del tutto, tenendone costantemente sotto controllo le continue tendenze autoreferenziali.²⁷

Chi scrive ricorda una conversazione nella metà degli anni 2000 con il già citato Peter Shillingsburg a questo proposito: secondo la sua esperienza personale, il principale ostacolo era, e continua ad essere, la difficoltà di comunicazione tra critici testuali, o più in generale umanisti, e informatici, con confronti caratterizzati da un mutuale senso d’incomprensione e di frustrazione. Difficilmente avrebbe potuto (e potrebbe) essere altrimenti, date le diverse *weltanschauung* di riferimento. Pensiamo alla definizione di algoritmo come sequenza finita di passi non ambigui, e come entrambe queste caratteristiche fondamentali, finitezza e non ambiguità, vengano messe in discussione dalle riflessioni di C.S. Peirce riguardo i processi ermeneutici.²⁸

Non che questi due mondi siano ermeticamente disgiunti, al contrario; basti pensare al già citato teorema d’incompletezza di Gödel, le sue radici filosofiche nel paradosso del mentitore e i numerosi collegamenti con l’arte, così come egregiamente dimostrato da Douglas Hofstadter (1979). Va da sé come rispetto ad altri territori dello scibile i punti di contatto siano meno immediati, soprattutto partendo, come spesso si fa, da un approccio pragmatico; punto di vista, quest’ultimo, che, al contrario, spesso favorisce l’interazione con gli appartenenti al ramo ingegneristico, in quanto finalizzati all’aspetto implementativo e non di rado affascinati dal dover fornire strumenti e soluzioni rispondenti a necessità ed esigenze espresse da una cultura altra; naturalmente in questo scenario, a causa dell’assenza degli aspetti più prettamente concettuali, i limiti del dialogo interdisciplinare sono evidenti.²⁹

Certo, a distanza di più di dieci anni la situazione è migliorata non poco, grazie a tutta una serie di fattori collegati tra di loro virtuosamente: la crescita e diffusione delle *Digital Humanities* con un confronto che via via è divenuto sempre più frequente; il riconoscimento dell’importanza strategica

²⁶ Vedi il caso della diatriba tra *Emacs* e *Vi*: Wikipedia. “Editor war”. http://en.wikipedia.org/wiki/Editor_war. L’arguta e divertente striscia del blog *xkcd*, porta questi conflitti ad un livello estremo: Munroe, Randall. “Real Programmers”. XKCD. <https://xkcd.com/378/>.

²⁷ “I fear the more fundamental shift in the aims and purposes of scholarly editing that threatens the work we invest in preserving the artifacts we cherish. Technological change overvalues the new, the computer-hip, the gee-whiz factor, while devaluing editions that appear in the form and format of the traditional code” (Hill 2006, 43).

²⁸ “The meaning of a representation can be nothing but a representation. In fact it is nothing but the representation itself conceived as stripped of irrelevant clothing. *But this clothing never can be completely stripped off [...]. So there is an infinite regression here.* Finally the interpretant is nothing but another representation [...]; and as representation, it has its interpretant again. *Lo, another infinite series*” (Peirce 1932, 1.339).

²⁹ Non a caso è proprio l’accento sull’aspetto ingegneristico a dare forza alle argomentazioni di Lorenzo Tomasin nella sua critica alle *Digital Humanities*, il cui punto fondamentale, difatti, è come la tecnologia debba essere considerata un mero strumento e ancillare rispetto alle scienze umane (2017). Nonostante le preoccupazioni di Tomasin per ciò che riguarda l’attuale crisi e conseguente svalutazione delle *Humanities* nel panorama conoscitivo siano affatto condivisibili, il suo *bias* è sin troppo evidente e apocalittico e, come se non bastasse, caratterizzato da “un vago sentore di pamphlet politico-giornalistico, manifesto ideologico di una modernissima reazione anti-modernista” (Mastandrea 2018).

nell'affrontare computazionalmente i problemi presentati dalle scienze umane;³⁰ lo sviluppo di competenze transdisciplinari da parte di figure professionali e accademiche, così come era stato auspicato dallo stesso Shillingsburg.³¹

Il compito successivo della tecnobibliografia, seppure controintuitivo rispetto alla sua etichetta, è di riequilibrare l'attenzione verso quegli aspetti concettuali citati nel primo paragrafo, distogliendo la continua attenzione sulle applicazioni contingenti che da mezzo troppo spesso diventano fine: “technical problems have dominated discussions of how to produce scholarly electronic editions” (Shillingsburg 2006, 92).

La necessità è quella di ristabilire il rapporto tra gli aspetti computazionali e quelli squisitamente tecnici, rispettivamente, nell'ottica del cambio di dominante ontologica, causa ed effetto, e non viceversa, così come efficacemente espresso dal celebre informatico Edsger Dijkstra: “Computer Science is no more about computers than astronomy is about telescopes”.³² David Harel riporta a questo riguardo un interessante aneddoto, incentrato su dei dirigenti cui vennero insegnati i fondamenti della programmazione con lo scopo di far loro meglio comprendere il lavoro degli informatici: una volta risolti dei problemi di base, ma non avendo idea degli effettivi ordini di complessità relativi agli aspetti architettonici, essi continuavano a non capire le continue richieste di tempo e risorse da parte dei programmatori (Harel 2004, 337).³³ Un parallelo a base letteraria potrebbe consistere nel voler trasmettere il senso dell'effettivo impegno necessario alla creazione di un romanzo insegnando solamente a leggere e scrivere o, variante tecnologica, l'utilizzo di un programma di video scrittura. Certo questo è un primo passo fondamentale, ma subito dopo è ancor più necessario far acquisire le competenze relative alle diverse possibili strutture della trama, all'evoluzione, tipologia e ruolo dei personaggi, alle modalità di narrazione e agli strumenti formali di analisi di tutti questi aspetti. Allo stesso modo computabilità, complessità, astrazione e modellazione dovrebbero essere conoscenze fondamentali per chiunque sia coinvolto nella realizzazione di costrutti digitali:³⁴ una maggiore comprensione della natura ontologica sottostante può e deve essere d'aiuto anche a chi è principalmente focalizzato sugli aspetti epistemologici.

La maggiore stabilità, e in certi casi fissità, di questi argomenti astratti bilancia l'eccessiva rapidità dei cambiamenti tecnologici, spesso causa di frustrazioni e incomprensioni da parte di chi non è impegnato sul fronte delle questioni implementative e resta attonito, se non già abituato e

³⁰ Come testimoniato ad esempio da quest'articolo pubblicato da una rivista non accademica: J.W.S.W. “Revenge of the maths mob. Why literature is the ultimate big-data challenge”. *The Economist*, 1 marzo 2017. <http://www.economist.com/blogs/prospero/2017/03/revenge-maths-mob>.

³¹ “We need a new profession to complement the profession of textual criticism and of electronic programming. [...] Perhaps a department of computer humanities of humanities computing could house such a profession.” (Shillingsburg 2006, 100).

³² Frase che sebbene molto diffusa non è riconducibile a nessun riferimento bibliografico, al contrario di quella, di fatto equivalente ma molto meno celebre, di Harold Abelson, pronunciata nella lezione del corso *Structure and Interpretation of Computer Programs* precedentemente citata: “[Computer science] is not really about computers, and it's not about computers in the same sense that physics is not really about particle accelerators, and biology is not about microscopes and Petri dishes”.

³³ Iniziative (e relative infrastrutture) come *TextGrid*, *Dariah* o *Clarín* non hanno certo da invidiare dal punto di vista della complessità a diversi progetti industriali.

³⁴ Non è un caso quindi come uno dei primi workshop offerti da *DariahTeach*, la piattaforma educativa di *Dariah*, sia sulla modellazione concettuale, <http://teach.dariah.eu/course/info.php?id=31>.

disincantato, di fronte alle reazioni più variegata. A complicare ulteriormente la situazione, oltre alla continua modalità iterativa con cui si ripresentano, i diversi livelli di granularità in cui si attuano sia il ciclo dell'adozione sia quello dell'*hype*: di volta in volta il nuovo oggetto di sperimentazioni e utilizzi entusiastici sarà un linguaggio di programmazione, un framework di pubblicazione, uno schema di progettazione, un tipo di metadati o una metodologia nella realizzazione delle interfacce grafiche, in un processo diacronico in cui convivono, non linearmente, stratificazione, integrazione e sostituzione. Tralasciando, e quindi dando per già acquisite le due principali innovazioni che hanno aiutato al tempo stesso a definire e a comprendere la relazione/opposizione tra natura documento-centrica e data-centrica dell'informazione, ossia SGML e i linguaggi di marcatura dichiarativi e i database relazionali, le cui origini si possono collocare negli anni settanta del ventesimo secolo, chi scrive ha avuto modo di osservare direttamente diverse declinazioni di questo fenomeno negli ultimi due decenni: l'ipertestualità e la multimedialità, prima su CD-ROM con tecnologie proprietarie e successivamente tramite il World Wide Web grazie allo sviluppo e utilizzo congiunto di URL, HTTP e HTML; la programmazione sia lato client sia server strutturata mano a mano in complesse architetture stratificate; la famiglia di tecnologie di XML e del Semantic Web; il Web 2.0, con AJAX, i Web Services e le interfacce grafiche avanzate; i framework basati sul paradigma Model View Controller; i Linked Data; i database NoSQL; HTML 5; le App per dispositivi mobili e infine le analisi e visualizzazioni statistico/quantitative dei Big Data. L'adozione di un punto di vista esterno e distaccato ha come prima conseguenza una maggiore comprensione e consapevolezza di questo flusso continuo, disomogeneo e confusivo, controparte tanto caotica quanto necessaria di principi astratti e stabili.³⁵ Un'ulteriore conseguenza è un maggior spirito critico nell'utilizzo della tecnologia e delle continue e forsennate rincorse verso le ultime tendenze, un'applicazione digitale del motto olimpico "*Citius!, Altius!, Fortius!*". Il risultato finale deve sempre essere un effettivo valore aggiunto sui contenuti e relativo progresso scientifico, entrambi ottenuti grazie all'applicazione di principi computazionali. Certo questo non deve escludere né le attività di ricerca di base né quegli sviluppi tecnologici la cui applicazione può essere ancora non del tutto chiara, ma questo è un aspetto delle *Digital Humanities*, non certo il loro unico scopo, come troppo spesso vengono invece identificate.³⁶ È questo il punto fondamentale in cui medium cartaceo e digitale devono riconoscersi sostanzialmente eterogenei, e di conseguenza alleati, in quanto attori su scenari diversi ma con uno scopo comune. Non è un caso come le notizie sull'aumento delle vendite dei libri a stampa, a fronte di un calo della loro controparte elettronica, siano anche dovute ad una maggiore cura verso quelle specifiche peculiarità materiali (Preston 2017), definite efficacemente da Philip Smith come "The Whatness of Bookness" (1999).

³⁵ Un parallelo ironico, ma che può dare un'idea della ciclicità delle reazioni di fronte ai cambiamenti tecnologici, è con il *regeneration cycle* della serie televisiva Doctor Who, in cui la ricorrente sostituzione dell'attore nel ruolo principale viene vissuta dagli spettatori con un sentimento che va da un iniziale e forte rifiuto nei confronti del nuovo arrivato ad un progressivo affezionarsi, fino ad arrivare alla tristezza causata dal suo abbandono, per ricominciare lo stesso identico ciclo con il suo sostituto.

³⁶ Jeannette Wing (2008) ricorda come nell'Informatica, ma il discorso si potrebbe estendere non di poco, esista un rapporto bidirezionale tra ognuno di questi tre fattori: questioni scientifiche, innovazioni tecnologiche e bisogni sociologici. Ognuno di questi tre aspetti può essere la causa di un altro e avere ripercussioni su quello rimanente.

3. Computazioni e narrazioni

La potenziale obiezione principale riguardo le argomentazioni fino ad ora proposte, in particolare quelle relative all'importanza dell'algorithmica e dell'informatica teorica per ciò che riguarda le edizioni digitali, concerne principalmente la curva di apprendimento non certo banale e una non chiara visione della concreta applicabilità di questi concetti: quest'ultimo aspetto, nell'ottica fattiva delle *Digital Humanities* sembra essere l'aggravante principale, ma a ben vedere è proprio questo approccio astratto a costituire una soluzione ad un problema esistente. Elena Pierazzo ha sottolineato più volte l'elevato numero di competenze tecniche necessarie per chi opera nel settore della filologia digitale (2016), elenco in continua crescita con il passare del tempo, per i motivi precedentemente illustrati. Va da sé inoltre come ogni cambiamento tecnologico comporti una fase di aggiornamento delle competenze, con conseguente impegno di tempo e risorse. Prendendo come esempio l'interoperabilità sul Web: a livello sintattico, dopo essere stato per anni una scelta pressoché obbligata per il trasporto dei dati, ad XML è subentrato JSON, caratterizzato da una sintassi meno complessa e di conseguenza una maggiore facilità di elaborazione; a livello semantico, per ciò che riguarda la condivisione, i Linked Data e le ontologie offrono potenzialità e funzionalità maggiori rispetto alle tabelle delle basi di dati relazionali. Nel primo caso, una conoscenza delle grammatiche formali facilita non di poco l'apprendimento della tecnologia più recente, mentre nel secondo caso la logica simbolica è un aspetto comune alle due diverse modalità di rappresentazione della conoscenza: l'investimento apprenditivo va calcolato sul lungo medio-periodo ma è di sicuro rendimento.³⁷

Un ulteriore contributo può venire dalla sempre maggiore rilevanza del *Computational Thinking*. Tale definizione è stata coniata quasi quarant'anni fa da Seymour Papert (1980), ma ha conosciuto una vasta diffusione nell'ultimo decennio grazie ad un breve articolo di Jeannette Wing (2006), in cui il pensiero computazionale viene descritto come un'abilità fondamentale del ventunesimo secolo, andando ad affiancare le tradizionali leggere, scrivere e far di conto, e proponendo di conseguenza il suo inserimento nei programmi formativi di base. Nonostante i frequenti casi di utilizzo come *buzzword* da un lato e critiche più mirate dall'altro, in particolare su una semplificazione eccessiva rispetto al significato originario (Barba 2016),³⁸ la missione della Wing riguardo la diffusione del *Computational Thinking* si può definire un successo (2016). Ciò che deve interessare in questa sede non è tanto la discussione su cosa esattamente sia o non sia il pensiero computazionale: la Wing ha rivisto le abilità di base da cui deve essere composto, inserendo ad esempio la ricorsione, Mark Guzdial parla esplicitamente di "theory of computation" sottolineando l'importanza sia dei metodi pedagogici sia dei rapporti con le altre discipline (2008) mentre nella descrizione del relativo corso

³⁷ Un esempio a favore di questa affermazione, tenendo certo in considerazione le dovute differenze, è come la programmazione funzionale, basata sul già citato lambda calcolo e per questo motivo caratterizzata da un maggior livello d'astrazione rispetto alla programmazione imperativa, il cui modello è al contrario la macchina di Turing, stia guadagnando sempre più consenso tra gli sviluppatori software (Korkishko 2018).

³⁸ Molte delle critiche di Lorena Barba, in particolare sulla mancanza di un effettivo utilizzo del computer come strumento creativo e come estensione della mente, vengono meno se contestualizzate nelle *Digital Humanities*, a causa del più volte sottolineato imprescindibile aspetto applicativo di questo settore.

online proposto da Google, vengono aggiunte delle voci relative all'analisi, gestione e rappresentazione dei dati.³⁹

Quello che deve interessare è la divulgazione su larga scala di concetti e metodologie, seppure ad un livello introduttivo, sì definiti e appartenenti a settori specialistici, ma ormai aspetti fondamentali della conoscenza, a causa della pervasività dell'informazione digitale. Se nozioni come astrazione, algoritmo, decomposizione e riconoscimento degli schemi devono diventare abilità di base, a maggiore ragione nelle *Digital Humanities* spetta loro un ruolo di primo piano.⁴⁰ In questo modo, nel momento in cui verrà riconosciuta l'effettiva importanza e pervasività del *Computational Thinking*, grazie a tutto ciò che rappresenta e si porta dietro, verrà finalmente superata la conflittualità con le *Print Humanities* (Allington *et al.* 2016). Si badi bene: ciò non sta certo a significare come l'essenza delle discipline umanistiche debba passare in secondo piano o addirittura essere sacrificata sull'altare della computabilità, ma di come al contrario questi due diversi paradigmi debbano dialogare e interagire tra di loro in maniera reciprocamente proficua, in un matrimonio in cui la dote delle *Humanities* è proprio quel pensiero euristico, critico e creativo, fondamentale in tutti quegli scenari in cui il tradizionale approccio algoritmico è di fatto inutile, a causa della complessità sottostante.

Per concludere, il racconto, sia letterario sia scientifico, è lo strumento che l'uomo ha ideato e poi via via sempre più perfezionato e declinato per fronteggiare il disordine esterno della realtà e quello interno del sé (Calvino 1995); il calcolatore nasce con lo scopo di portare ordine e chiarezza nel mondo, ottenendo però un risultato inatteso: le sempre maggiori potenze di calcolo e di memorizzazione hanno sì prodotto informazioni progressivamente più accurate, così come nel caso dei numeri irrazionali, creando però al tempo stesso rappresentazioni sempre più complesse (Longo 2008). Al contrario del celebre dipinto di Magritte, in cui viene ricordata l'ingannevolezza delle immagini, queste rappresentazioni, di cui siamo creatori e in cui siamo immersi, sono l'unico modo possibile per interfacciarsi con la realtà: ecco perché una naturale conseguenza è stato lo sviluppo di narrazioni anch'esse sempre più complesse in grado di renderne conto, e in cui la dimensione scientifica si è affiancata a quella mitologica come oggetto stesso del racconto. Le potenzialità di strutturazione complessa del calcolatore, partendo dalle forme e i modelli ereditati dalla tradizione analogica, trovano perciò la loro piena realizzazione nell'edizione digitale.

Un elegante volume di fine anni '80, un periodo in cui la tipografia digitale stava già prendendo piede da qualche anno, racconta la mostra sul calcolo "Dal quipu al chip", tenutasi nel 1987 al Forum dello SMAU a Milano (Soresini 1988).⁴¹ Nelle pagine dal grande formato viene illustrato il percorso che ha portato dai primi strumenti di calcolo fino ai microcircuiti elettronici, partendo così dagli Incas e passando per l'abaco, la pascalina, i bastoni neperiani, la rivoluzione meccanica prima ed elettronica poi, arrivando all'IBM, la bomba di Bletchley Park e l'ENIAC. Nelle tavole finali a colori compare anche il libro, ma con un ruolo di supporto: tavole, prontuari di calcolo e i manuali, in alcuni casi addirittura seicentine, per l'utilizzo dei succitati strumenti. Se questo volume rappresenta un caso in

³⁹ "CT Overview". Google for Education. <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/#!ct-overview>.

⁴⁰ In un recente volume di analisi e riflessione critica sulle *Digital Humanities*, dopo un'introduzione storica, il secondo capitolo ha come titolo "On the Way to Computational Thinking" (Berry e Fagerjord 2017).

⁴¹ Mentre, riprendendo quel dualismo ideale così tante volte sottolineato in queste pagine, l'esposizione dell'anno precedente era incentrata sulla storia della scrittura.

cui la narrazione è funzionale al calcolo, ad una sua maggiore comprensione, ciò di cui ci siamo occupati in queste riflessioni è basato su un'inversione di questi due fattori: il rilievo e il ruolo dell'edizione digitale derivano dalla sua natura in cui vivono intrecciati, così come nella doppia elica del DNA, narrazione e calcolo: i due modi opposti e complementari di interpretare e rappresentare la realtà, e ignorarne uno vuol dire fare un torto all'altro.

(L'ultima consultazione dei siti web è avvenuta il 28 febbraio 2019).

Riferimenti bibliografici

- Ausiello, Giorgio, Fabrizio D'Amore, Giorgio Gambosi, Luigi Laura. 2014. *Linguaggi, modelli, complessità*. Milano: Franco Angeli.
- Allington, Daniel, Sarah Brouillette, David Columbia. 2016. "Neoliberal Tools (and Archives): A Political History of Digital Humanities". *Los Angeles Review of Books*, 1 maggio 2016. <http://lareviewofbooks.org/article/neoliberal-tools-archives-political-history-digital-humanities/>.
- Baader, Franz, Diego Calvanese, Deborah L. McGuinness, Daniele Nardi, Peter F. Patel-Schneider. 2003. *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Barba, Lorena A. 2016. "Computational Thinking: I do not think it means what you think it means". *Lorena A. Barba Group*. 3 maggio 2016. <http://lorenabarba.com/blog/computational-thinking-i-do-not-think-it-means-what-you-think-it-means/>.
- Barthes, Roland. 1964. "Éléments de sémiologie". *Communications* 4:91–135.
- Berners-Lee, Tim, James Hendler, Ora Lassila. 2001. "The Semantic Web". *Scientific American* (maggio):29–37.
- Berry, David M. 2011. "The Computational Turn: Thinking About the Digital Humanities". *Culture Machine* 12. <http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/49813/>.
- Berry, David M., Anders Fagerjord. 2017. *Digital Humanities: Knowledge and Critique in a Digital Age*. Cambridge, UK: Polity.
- Bolter, Jay D., Richard Grusin. 1999. *Remediation. Understanding New Media*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Berto, Francesco. 2008. *Logica da zero a Gödel*. Roma-Bari: Laterza.
- Bush, Vannevar. 1945. "As We May Think". *The Atlantic Monthly* 176 1:101–108. <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>.
- Buzzetti, Dino. 1999. *Rappresentazione digitale e modello del testo*. In *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998), 127–161. Roma: Accademia Nazionale dei Lincei.

- Buzzetti, Dino, Paolo Pari, Andrea Tabarroni. 1992. “Libri e maestri a Bologna nel XIV secolo: Un’edizione come database”. *Schede umanistiche* 6, 2:163–169.
- Buzzetti, Dino, Jerome McGann. 2006. “Critical Editing in a Digital Horizon”. In *Electronic Textual Editing*, a cura di Lou Burnard, Katherine O’Brien O’Keeffe, John Unsworth. New York: Modern Language Association.
- Calvino, Italo (1995). “Cibernetica e fantasmi (Appunti sulla narrativa come processo combinatorio)”. In *Una pietra sopra. Discorsi di letteratura e società*, Italo Calvino. Milano: Mondadori: 199–219. (1 ed. 1980. Torino: Einaudi).
- Chen, Peter P. 1976. “The Entity-Relationship Model. Toward A Unified View of Data”. *ACM Transactions on Database Systems* 1, 1:9–36.
- Chomsky, Noam. 1956. “Three models for the description of language”. *IRE Transactions on Information Theory* 2, 3:113–124.
- Chomsky, Noam, Marcel-Paul Schützenberger. 1963. “The Algebraic Theory of Context-Free Languages”. *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics* 35:118–161.
- Church, Alonzo. 1936. “An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory”. *American Journal of Mathematics* 58, 2:345–363.
- Curnow Ray, Susan Curran. 1987[1983]. *Il primo libro d’informatica*. Torino: Boringhieri.
- Earhart, Amy E. 2012. “The Digital Edition and the Digital Humanities”. *Textual Cultures* 7, 1:18–28.
- Eisenstein, Elizabeth L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Fitts, Paul M. 1954. “The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement”. *Journal of Experimental Psychology* 47, 6:381–391.
- Gödel, Kurt. 1931. “Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme”, I. *Monatshefte für Mathematik und Physik* 38:173–198.
- Grigar, Dene, Stuart Moulthrop. 2015. *Pathfinders: Documenting the Experience of Early Digital Literature*. Vancouver, WA: Nospace Publications. <http://scalar.usc.edu/works/pathfinders/>.
- Guzdial, Mark. 2008. “Education: Paving the way for computational thinking”. *Communications of the ACM* 51, 8:25–27. <http://dx.doi.org/10.1145/1378704.1378713>.
- Harris, Neil. 2006. *Filologia dei testi a stampa*. In *Fondamenti di critica testuale*, a cura di Alfredo Stussi, 181–206. Bologna: Il Mulino.
- Harel, David. 2004[1987]. *Algorithmics: The Spirit of Computing*. Boston: Addison Wesley Longman.
- Hofstadter, Douglas. 1979. *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. New York, NY: Basic Books.
- Hill, Speed W. 2006. “From ‘an age of editing’ to a ‘paradigm shift’: An Editorial Retrospect”. *Text* 16:33–47.

- Innis, Harold A. 1950. *Empire and Communications*. Oxford: Clarendon Press.
- Itten, Johannes. 1961. *Kunst der Farbe*. Ravensburg: Otto Maier.
- Jakobson, Roman. 1987[1935]. *The Dominant*. In *Language in Literature*, a cura di Krystyna Pomorska, Stephen Rudy, 41–46. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jacobson, Ivar, Grady Booch, James Rumbaugh. 1998. *The Unified Software Development Process*. Boston: Addison Wesley Longman.
- Kirschenbaum, Matthew G. 2008a. *Mechanisms: New Media and the Forensic Imagination*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kirschenbaum, Matthew G. 2008b. “Bookscapes: Modeling Books in Electronic Spaces”. *Human-Computer Interaction Lab 25th Annual Symposium*. College Park, MD, maggio 2008. <http://mkirschenbaum.files.wordpress.com/2013/01/bookscapes.pdf>.
- Korkishko, Iren. 2018. “Pros and cons of functional programming”. In *ITNEXT*, 7 giugno 2018. <http://itnext.io/pros-and-cons-of-functional-programming-32cdf527e1c2>.
- Longo, Giuseppe O. 2008. “Il computer tra complessità e narrazione”. *Mondo Digitale* 27:3–10.
- Manovich, Lev. 1999. “Database as a Symbolic Form”. *Convergence* 5, 2:80–99, doi: [10.1177/135485659900500206](https://doi.org/10.1177/135485659900500206).
- Mastandrea, Paolo. 2018. “L’orizzonte delle Digital Humanities”. *Umanistica digitale* 2(2018), doi: [10.6092/issn.2532-8816/8055](https://doi.org/10.6092/issn.2532-8816/8055). <http://umanisticadigitale.unibo.it/article/view/8055>.
- McGann, Jerome J. 1991. *The Textual Condition*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- McGann, Jerome J. 1995. “The Rationale of HyperText”. 6 maggio 1995. <http://www2.iath.virginia.edu/public/jjm2f/rationale.html>.
- McKenzie, Donald F. 1986. *Bibliography and the Sociology of Texts*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- McLuhan, Marshall. 1962. *The Gutenberg Galaxy*. Toronto: University of Toronto Press.
- Meschini, Federico. 2013. “Edizioni critiche digitali: sul rapporto tra testo, edizione e tecnologia”. *Digitalia* 2:24–42. <http://digitalia.sbn.it/article/view/829>.
- Nichols, K. G., E. V. Vernon. 1966. *Transistor Physics*. London: Springer.
- Papadimitriou, Christos H. 2011. “Computation and Intractability: Echoes of Kurt Gödel”. In *Kurt Gödel and the Foundations of Mathematics: Horizons of Truth*, a cura di Matthias Baaz, Christos H. Papadimitriou, Hilary W. Putnam, Dana S. Scott, Charles L. Harper, Jr. Cambridge, 137–150. UK: Cambridge University Press.
- Papert, Seymour. 1980. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.

- Peirce, Charles S. 1932. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce, Volumes I and II: Principles of Philosophy and Elements of Logic*, a cura di Charles Hartshorne, Paul Weiss. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Pierazzo, Elena. 2016. "Of Digital Scholarly Editions and Building Tools." *ESTS 2016: Digital Scholarly Editing: Theory, Practice, Methods*, Antwerp, ottobre 2016.
- Posner, Miriam. 2013. "How did they make that?" *Miriam Posner's Blog*, 29 agosto 2013. <http://miriamposner.com/blog/how-did-they-make-that/>.
- Posner, Miriam. 2014. "How Did They Make That? The Video!". *Miriam Posner's Blog*, 17 aprile 2014. <http://miriamposner.com/blog/how-did-they-make-that-the-video/>.
- Preston, Alex. 2017. "How real books have trumped ebooks". In *The Guardian*, 14 maggio 2017. <http://www.theguardian.com/books/2017/may/14/how-real-books-trumped-ebooks-publishing-revival>.
- Roberts, Colin H., Theodore C. Skeat. 1983. *The Birth of the Codex*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Roncaglia, Gino. 2010. *La quarta rivoluzione*. Roma-Bari: Laterza.
- Shillingsburg, Peter L. 1986[1984]. *Scholarly Editing in the Computer Age: Lectures in Theory and Practice*. Athens, GA: University of Georgia Press.
- Shillingsburg, Peter L. 2006. *From Gutenberg to Google*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shillingsburg, Peter. 2016. "Enduring Distinctions in Textual Studies". *Sunrise Textual Criticism*, 10 ottobre 2016. <http://sunrisetc.blogspot.it/2016/10/enduring-distinctions-in-textualstudies.html>.
- Smith, Philip. 1999. "The Whatness of Bookness, or What is a Book." *BookArtsWeb*. <http://www.philobiblon.com/bookness.shtml>.
- Soresini, Franco. 1988. *Dal quipu al chip. Mostra storica del calcolo*. Milano: Smau.
- Sowa, John F. 1976. "Conceptual Graphs for a Data Base Interface". *IBM Journal of Research and Development* 20, 4:336–357.
- Sussman, Gerald J., Harold Abelson. 1979. *Structure and Interpretation of Computer Programs*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thaller, Manfred. 2012. "Changing the medium of editions, again." Relazione plenaria al convegno *ESTS 2012: Editing Fundamentals: Historical and Literary Paradigms in Source Editing*, Amsterdam, novembre 2012. <http://youtu.be/b1I-wXhrPzU>.
- Tomasin, Lorenzo. 2017. *L'impronta digitale. Cultura umanistica e tecnologia*. Roma: Carocci.
- Tschichold, Jan. 1975. *Ausgewählte Aufsätze über Fragen der Gestalt des Buches und der Typographie*. Basilea: Birkhäuser.
- Turing, Alan M. 1936. "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem". *Proceedings of the London Mathematical Society* 2, 42:230–265.

- Tuzzi, Hans. 2006. *Libro antico libro moderno. Per una storia comparata*. Milano: Sylvestre Bonnard.
- Wing, Jeannette M. 2006. "Computational thinking". *Communications of the ACM* 49, 3:33–35. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1118215>.
- Wing, Jeannette M. 2008. "Computational thinking and thinking about computing". *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 366:3717–3725. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2696102/>.
- Wing, Jeanette M. 2016. "Computational thinking, 10 years later." *Microsoft Research Blog*. 23 marzo 2016. <http://www.microsoft.com/en-us/research/blog/computational-thinking-10-years-later/>.
- Zukav, Gary. 1979. *The Dancing Wu Li Masters: An Overview of the New Physics*. New York: Bantam.