

Informatica Umanistica e Cultura Digitale.

La sfida epistemologica

Dino Buzzetti¹, Antonella De Ninno², Domenico Fiormonte³

olim Università di Bologna, Italia - dino.buzzetti@gmail.com

ENEA TECFIS-DIM, Centro Ricerche Frascati, Italia - antonelladeninno@enea.it

Università Roma Tre, Italia - domenico.fiormonte@uniroma3.it

...

ABSTRACT

This paper examines the relationship between the two main components of the scientific practice of the members of AIUCD, i.e. Informatica Umanistica and Cultura Digitale. We see these two components as complementary and not as opposing fields. In this view, our goal is to propose a common epistemological ground between them, based on the new scientific paradigm emerged in the development of quantum mechanics. We envisage a plausible connection between the availability of new indeterminist types of formalisation and the indeterministic paradigm that emerges from quantum mechanics. After a brief characterisation of the new paradigm and our experience in interdisciplinary dialogues, their impact on the social sciences and humanities and their cultural sway on the digital ecosystem are exposed. The new approaches to formalisation and modelling ensuing from the connectionist turn in the Artificial Intelligence are then examined and shown to be consistent with the new epistemological paradigm. We argue that an a priori refusal of formalisation in the humanities, and in the analysis of their interpretive practices, would still be subordinate to the old superseded paradigm and would seriously hinder the overcoming of the “two cultures” divide.

PAROLE CHIAVE

Informatica umanistica - Cultura digitale - Paradigma epistemologico - Fisica quantistica - Studi testuali - Svolta connessionista in AI - Formalizzazione - Interpretazione

0. INTRODUZIONE

Il tema del convegno pone il problema degli effetti sociali ed economici delle pratiche di ricerca in campo umanistico che si rivolgono al digitale, un problema importante che interroga la comunità di studiosi che si riconosce in questa Associazione sull'identità che la tiene unita e sugli indirizzi della propria attività scientifica. Il presente contributo riunisce alcune esperienze diverse, l'esperienza del progetto internazionale *New Humanities* (www.newhumanities.org) e quella di un gruppo di studiosi che si sono da tempo impegnati in una riflessione sui metodi computazionali applicati alla ricerca nelle discipline umanistiche. Pur nelle differenze, anche profonde, che sussistono, entrambe le esperienze condividono l'obiettivo di una “new epistemic for a new paideia” (Bergonzi et al. [2] 2014, 416), cioè il comune fondamento epistemologico su cui si basa la ricerca metodologica delle due ragioni sociali della nostra Associazione, l'Informatica Umanistica e la Cultura digitale—un fondamento epistemologico che configura questa base comune come una *meta-riflessione* sulle pratiche di ricerca multidisciplinari e sull'applicazione di metodi computazionali nelle discipline dell'area umanistica. Lo scopo della nostra proposta è dunque duplice: da un lato illustrare come la fisica quantistica possa fornire una cornice epistemologica per le scienze umane, dall'altro usare questa stessa cornice per ripensare l'idea di formalizzazione e rappresentazione computazionale dei fenomeni storico-letterari.

1. INDETERMINISMO E SCIENZE UMANISTICHE

Il modello ermeneutico delle discipline umanistiche è di per sé indeterministico—a parte la pretesa di “oggettività” di Wilhelm Dilthey (Gadamer [13] 1988, 40, cfr. *infra*, § 3). Gli scambi interdisciplinari o multidisciplinari tra le discipline umanistiche e le scienze naturali sono resi possibili solo dalla comune accettazione del paradigma indeterministico, senza la quale non si supererebbe la separazione tra le “due culture” (Snow [25] 2014). Gli umanisti che si oppongono alla formalizzazione sono implicitamente subalterni al modello classico perché considerano ogni tipo di formalizzazione deterministico e non ermeneutico, mentre gli studiosi di scienze naturali, amanti del rigore formale—spesso inteso anche da loro secondo il modello deterministico classico—hanno difficoltà ad accettare un approccio ermeneutico che non si presenti come procedura formale, benché anch'esso formalizzabile come procedura analoga a quella dei modelli connessionisti di tipo adattativo (cfr. *infra*, § 3). Dunque, a nostro parere, il paradigma indeterministico costituisce la base comune per fondare la pratica interdisciplinare e superare la separazione tra le “due culture”. Solo su questa base comune, ermeneutica e formalizzazione possono non venire più considerate come pratiche antitetiche e tra loro inconciliabili.

2. IL PARADIGMA EPISTEMOLOGICO DELLA FISICA QUANTISTICA

Uno degli obiettivi principali del progetto *New Humanities* sin dalla sua creazione (2011) è stato quello di elaborare una nuova cornice interdisciplinare che fornisse un terreno di incontro e dialogo fra le discipline umanistico-sociali e le scienze della natura. Nel 2013 fu organizzato un seminario con Emilio Del Giudice, Mauro Bergonzi, Domenico Fiormonte, Massimo Marraffa e Michele Lucantoni che affrontava il problema della coscienza in relazione alla fisica quantistica (Fiormonte [12] 2018). Purtroppo, con la scomparsa di Del Giudice nel 2014, non è stato possibile proseguire questo lavoro. Tuttavia oggi ci pare più che mai necessario riannodare i fili di quel dialogo, proprio per mostrare come, a partire dalla fisica quantistica, sia possibile elaborare una “epistemologia ponte”, ovvero mostrare i limiti (e i danni) epistemologici della divisione fra le “due culture” che ha prodotto l’attuale e divisivo assetto delle scienze.

La visione riduzionista della scienza, che considera i sistemi complessi come somma delle parti che li compongono e delle loro relazioni di “corto raggio”, non è affatto basata sull’evidenza scientifica ma su un pregiudizio ontologico e profondamente ideologico. In particolare, la meccanica quantistica introduce una visione della realtà nella quale viene a mancare il concetto di “corpo isolato”. È del tutto irrealistico descrivere un oggetto o una azione a prescindere dalla considerazione di tutte le interazioni che si sviluppano nell’ambiente che li ospita. In linea di principio non sarebbe lecito neanche limitarsi alle interazioni con i corpi o i campi più prossimi perché la descrizione corretta deve tenere in conto qualsiasi interazione anche della più debole intensità. La grande maggioranza degli eventi che ci coinvolgono può essere comodamente spiegata considerando un numero limitato di interazioni, quindi la fisica classica continua ad essere valida in moltissimi casi; tuttavia un numero non piccolo di eventi significativi rimangono del tutto incomprensibili a meno di abbandonare il pregiudizio del “corpo isolato”.

L’approccio riduzionista presenta l’ovvio vantaggio di una immediata semplificazione del processo conoscitivo: ogni complessità è ridotta fino alla sua prima interpretazione nota. Abbiamo così l’effimera sensazione di padroneggiare i sistemi complessi attraverso la conoscenza dei loro componenti anche se il processo di “ricostruzione” della complessità spesso rimane fuori dall’interpretazione della realtà.

La rivoluzione epistemologica della meccanica quantistica ci presenta un Universo in cui il processo riduzionista perde ogni senso a causa della non separabilità dei corpi e della loro intrinseca fluttuabilità per cui anche la distinzione tra il corpo e il suo movimento perde di significato. Questo approccio rende impossibile o quasi, separare il messaggio dal contesto ed apre uno scenario rivoluzionario ma non inedito nel processo conoscitivo.

Emilio Del Giudice, in un dialogo con Felice Accame sulla teoria della conoscenza, affermava: «Una famosa frase di Cartesio afferma che tanto meglio conosciamo un oggetto quanto più lo dividiamo in parti. Questo è il sogno dell’atomismo. Se riesco a sbriciolare una persona e a numerare uno dopo l’altro tutti gli atomi di cui è fatta, avrò una conoscenza perfetta di questa persona. Ma se qualcuno mi mostra tutti gli atomi di cui è composto un essere umano, che qui chiameremo Concettina, questi non mi dicono se Concettina è una donna allegra o triste; se è una donna che si commuove oppure no; se è bella o brutta» (Del Giudice [9] 2019, 2015). Il modo di pensare e “conoscere” degli umanisti è prevalentemente incline a considerare gli oggetti di studio come sistemi interconnessi e non isolatamente, nel modo in cui vengono considerati nella fisica classica. Anche per questo le scienze umanistico-sociali non possono rimanere insensibili alla rivoluzione epistemologica della fisica quantistica. Ma quali “applicazioni” è possibile immaginare alle specifiche metodologie di ricerca umanistica? Le possibili ricadute del modello epistemologico basato sulla meccanica quantistica di fatto sono molteplici. Per esempio, nelle scienze del testo, in particolare nelle discipline che studiano la fluidità testuale, sia a livello di tradizione (diacronia), sia a livello del singolo manufatto (sincronia), si potrebbe pensare a modelli interpretativi (ermeneutica e critica letteraria) e ricostruttivi (filologia) che includano e riflettano la dinamicità dei processi di scrittura, non considerando più il testo come “corpo isolato” (il testo illusoriamente fisso della stampa gutemberghiana), ma come un processo culturale che agisce nell’ambiente e ne viene continuamente influenzato e trasformato (cfr. Benozzo [1] 2010, 29-32).

3. LA SVOLTA CONNESSIONISTA E IL PROBLEMA DELLA FORMALIZZAZIONE

Il tema della formalizzazione risulta centrale per la comprensione del rapporto tra Informatica Umanistica e Cultura Digitale. Furono il «programma logicista» proposto di Jean-Claude Gardin ([14] 1999, *passim*) e il suo «inevitabile riferimento all’epistemologia» (Gardin, Borghetti [15] 1995, 19) a ribadire l’importanza decisiva della formalizzazione per l’applicazione di procedure computazionali alla ricerca umanistica. Il procedimento di formalizzazione concepito da Gardin si fondava sulle cosiddette «schematizzazioni» (un concetto introdotto dal logico svizzero Jean-Blaise Grize), ossia su quell’«esercizio che mira a isolare le operazioni cosiddette ‘di logica naturale,’ correntemente praticate nell’argomentazione del linguaggio ordinario» (31; cfr. Grize [17] 1974, 204); tali «esercizi di messa in forma logica» (31) sono necessari, secondo Gardin, per costruire, attraverso una «serie di operazioni» di questo tipo, inferenze affidabili che conducano dai «dati messi in campo per fondare le ipotesi» alle ipotesi stesse, «o viceversa» (Gardin [14] 1999, 68). Inoltre, per ciò che qui importa, Gardin sosteneva che «queste due componenti», i dati che fondano le ipotesi e le schematizzazioni, «corrispondono rispettivamente alle *basi di fatti* e alle *basi di regole* con cui vengono alimentati i motori di inferenza nei sistemi esperti» (68).

Ma sta proprio nel riferimento ai 'sistemi esperti' il limite della proposta di Gardin, che con ciò finiva per risultare subalterna a un modello di formalizzazione deterministico. L'adozione dello strumento computazionale nasceva da una precisa scelta metodologica, che si fondava sull'«omologia» tra l'«architettura» dei sistemi esperti e quella delle schematizzazioni (Gardin, Borghetti [15] 1995, 36). Secondo Gardin, il ricorso ai sistemi esperti si fondava sul «valore aggiunto» presumibilmente ottenuto, «sul piano epistemologico» (37), dall'applicazione delle «basi di regole dei sistemi esperti» nel sottrarre «le operazioni dell'interpretazione» dei dati «agli oscuri percorsi del libero arbitrio e dell'intuizione» ([14] 1999, 70). Con l'applicazione di tali regole di inferenza Gardin restava però legato al modello classico del ragionamento deterministico ipotetico-deduttivo, che è proprio delle scienze naturali.

Va detto tuttavia che lo stesso Gardin non nascondeva le sue «riserve» sull'«aspetto meccanicistico» (70) del «paradigma del calcolo, nell'accezione informatica del termine» (68) e non trascurava un «secondo aspetto dell'approccio logicista», che ammette «la molteplicità delle interpretazioni» e legittima la dimensione «ermeneutica» della ricerca in campo umanistico (74), legata a suo giudizio all'analisi di «contesti particolari» (75). Ciò detto, si deve però osservare che la legittimazione del criterio ermeneutico non è di per sé sufficiente a superare il punto di vista deterministico e la separazione tra le cosiddette 'due culture.' Questa separazione viene addirittura teorizzata da Dilthey con la celebre distinzione tra le *Naturwissenschaften* e le *Geisteswissenschaften*, che si fonda sull'affermazione della radicale 'differenza' dei loro rispettivi metodi. Hans Georg Gadamer ha infatti messo in luce l'«intima incoerenza del pensiero di Dilthey», il cui sforzo per «comprendere» e «giustificare» le scienze umane facendo riferimento direttamente alla vita e all'esperienza vissuta, «rimane legato» a un «concetto di oggettività» che è quello a cui tendevano le spiegazioni deterministiche delle scienze naturali del tempo. Gadamer fa risalire l'origine di quest'idea di oggettività al «concetto cartesiano di scienza, del quale», a suo giudizio, Dilthey «non era capace di disfarsi» (Gadamer [13] 1988, 40). L'ancoramento al modello classico delle scienze naturali da un lato conduce Gardin a concepire in modo deterministico il concetto di formalizzazione e, dall'altro, porta Dilthey ad assegnare alla pratica ermeneutica, come fine ultimo, il raggiungimento di un tipo di oggettività identico a quello delle scienze della natura. Dilthey quindi non si accorge, come ribadisce il fisico Hugh Everett, dal punto di vista quantistico, «che ogni teoria fisica è sostanzialmente solo un modello per il mondo dell'esperienza», e che «si deve rinunciare a ogni speranza di trovare qualcosa come 'la teoria corretta'» e assolutamente oggettiva. Infatti, «non c'è nulla che impedisca che un numero qualsiasi di modelli alquanto diversi tra loro siano in corrispondenza con l'esperienza (cioè tutti 'corretti')»; è solo «quando una teoria ha molto successo e si afferma in modo stabile», come nel caso della fisica classica, che «il modello tende a venire identificato con la 'realtà' stessa e la natura di modello della teoria viene oscurata» ([11] 1973, 134)—un inconveniente, questo, in cui non incorre il modello indeterministico della fisica quantistica.

Oggi, infatti, abbandonato il modello classico, si sono affermate nuove possibilità di formalizzazione in grado di rimuovere gli «ostacoli epistemici (*epistemic barriers*)» (Bergonzi et al. [2] 2014, 418) che non permettono di accantonare la separazione tra le «due culture (*two cultures*)» (416). Il caso più rilevante, soprattutto per le conseguenze che produce nella pratica stessa delle Digital Humanities, è costituito dalla recente svolta connessionista dell'Intelligenza Artificiale, che rende possibili nuove procedure euristiche nell'analisi dei dati. L'impiego di architetture a reti neurali ha favorito l'adozione di nuove forme di inferenza che hanno permesso di superare i limiti del modello deduttivo su cui si fondavano i processi di elaborazione dell'informazione messi in opera dai sistemi esperti. Infatti, i «sistemi esperti», costruiti come motori di inferenza per basi di conoscenza specializzate, «producevano solo risultati molto limitati» rispetto a quanto era possibile ottenere con i metodi connessionisti che venivano proposti da «scuole di pensiero» considerate fino a quel momento «eterodosse e devianti»; il proposito di «arricchire *ad infinitum* repertori di regole esplicite per tener conto delle migliaia di sottigliezze della percezione, del linguaggio e del ragionamento umano è apparso sempre più come un compito impossibile, irragionevole e inefficace (Collins [7] 1990; Dreyfus [10] 2007)» (Cardon et al. [6] 2018, 196). In sostanza, occorre nuove procedure in grado di tener conto della presenza di contesti diversi e non classificabili a priori.

Da un punto di vista euristico, però, l'invenzione di nuove «macchine induttive»—come sono chiamate da Cardon *et al.*—portava a «definizioni sensibilmente diverse dell'intelligenza, del ragionamento e della predizione» che possono venire descritte non tanto come genericamente induttive, ma più propriamente come forme di *abduzione*, ossia come quel tipo di inferenza, descritto da Peirce,¹ che porta a concludere che un certo *caso* preso in esame dipende da una certa *ipotesi* sulla base di altri *risultati* già noti. Analogamente, nell'ambito di quella che viene chiamata «ingegneria della conoscenza» (Tecuci et al., 2016 [23]) l'abduzione è stata riconosciuta come un tipo di inferenza «per collegare le prove alle ipotesi» (Tecuci et al., 2016b [24]) e in effetti l'«apprendimento automatico supervisionato» ottenuto da macchine con «architetture a reti neurali» (438) è teso a verificare che certi dati osservati siano conformi a determinate ipotesi.

¹ Secondo Peirce, l'induzione, che inferisce una «regola» generale da un «caso» e da un «risultato» ripetuto un certo numero di volte, «non è l'unico caso di inversione di un sillogismo deduttivo (quello che inferisce un «risultato» da una «regola» e da un «caso»), perché esiste anche «l'inferenza di un *caso* da una *regola* e da un *risultato*», e «questo tipo di inferenza viene chiamato *fare un'ipotesi*» (Peirce [18] 1878, 471-72), ovvero «abduzione», cioè un tipo di inferenza che «per la stessa definizione del termine conduce a un'ipotesi» (Peirce [20] 1901).

Un aspetto cruciale dell'inferenza abduttiva comporta il controllo sul processo inferenziale in cui consiste e quindi è dotato di portata autoreferenziale. Secondo Peirce, ogni inferenza implica un «controllo cosciente dell'operazione» (CP [21], 2.442) e quindi, sul piano logico, una relazione metalinguistica intrinsecamente autoreferenziale tra una conseguenza e la regola, o *leading principle* (Peirce [19] 1880), da cui dipende. Su questa base, l'introduzione delle reti neurali ha reso possibile l'implementazione di modelli cosiddetti 'adattativi' per l'analisi dei processi interni ai sistemi naturali di autorganizzazione, quali i processi biologici e quelli propri di tutte le attività umane come, per esempio, l'attività linguistica. L'approccio connessionista tiene espressamente conto di questo aspetto euristico essenziale, teorico e autoreferenziale, del processo di inferenza e lo fa «facendo risiedere il successo della previsione nel mondo stesso, rinnovando così la promessa adattativa delle *macchine riflessive* della cibernetica: fare sistema con l'ambiente da calcolare per implementare un nuovo tipo di cicli di retroazione» o *feedback* (Cardon et al. [6] 2018, 214).

I sistemi artificiali adattativi che si basano su questi principi sono sistemi che contengono «regole che determinano le condizioni di possibilità di altre regole» (Buscema [3] 2014, 56). Infatti, nuove connessioni, o connessioni non considerate precedentemente come rilevanti, che si producono nel corso del tempo tra gli elementi, le strutture e i processi locali dell'insieme dei dati contestuali al fenomeno considerato, rendono necessaria la trasformazione delle ipotesi generali del sistema. Tali connessioni «permettono ai modelli di generare regole in modo dinamico» (56) e «trasformano abduttivamente i principi regolatori sovraordinati da cui dipende il funzionamento del sistema» (Buzzetti [5] 2020, 221). Ciò rende i modelli computazionali ricavati da sistemi adattivi di questo tipo «strumenti adeguati per la ricostruzione formale dei processi interpretativi del testo» (Buzzetti [4] 2019). Infatti, la natura indeterminata della relazione tra la sintassi e la semantica nel linguaggio naturale dà origine al ciclo autoreferenziale di regole di ordine superiore che permettono l'introduzione di nuove regole all'interno del sistema. Per finire, basti qui ricordare, come esempi concreti di applicazione di modelli adattativi, i lavori di «semantica vettoriale» di Michael Gavin ([16] 2018) per lo studio dei contesti rilevanti nei processi di interpretazione, o i risultati ottenuti da Peter de Bolla ([8] 2013) nel campo della cosiddetta «conceptual history».

4. EPILOGO. PER UN SUPERAMENTO DELLA SEPARAZIONE DELLE “DUE CULTURE” (E DELLE DUE COMPONENTI, IU E CD, DELLA NOSTRA ASSOCIAZIONE)

L'assenza di integrazione tra le due componenti delle Digital Humanities, l'Informatica Umanistica e la Cultura Digitale, un'integrazione senza la quale ne verrebbe trascurata la dimensione teorica che è di natura essenzialmente epistemologica, come si è cercato di argomentare, le porterebbe a svolgere una funzione essenzialmente subalterna, prevalentemente comunicativa e ancillare rispetto alle scienze sociali, da un lato, e alle scienze formali e computazionali dall'altro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Benozzo, Francesco. 2010. *Etnofilologia. Un'introduzione*. Napoli, Liguori.
- [2] Bergonzi, Mauro, Francesco Fiorentino, Domenico Fiormonte, Laura Fortini, Ugo Fracassa, Michele Lucantoni, Massimo Marraffa, Teresa Numerico. 2014. “The New Humanities Project: Reports from Interdisciplinarity.” *Humanities* 3 (3): 415-441.
- [3] Buscema, Massimo. 2014. “The General Philosophy of Artificial Adaptive Systems (AAS).” In *ARCHEOSEMA: Artificial Adaptive Systems for the Analysis of Complex Phenomena: Collected Papers in Honour of David Leonard Clarke*, a cura di M. Ramazzotti, 53-84. *Archeologia e Calcolatori*, Supplemento 6, Borgo San Lorenzo: All'insegna del Giglio.
- [4] Buzzetti, Dino. 2019. “Alle origini dell'Informatica Umanistica: Humanities Computing e/o Digital Humanities.” In *Il museo virtuale dell'informatica archeologica*, a cura di Paola Moscati e Tito Orlandi, 71-103. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze morali, storiche e filologiche*, S. ix, 30 (1-2).
- [5] ———. 2020. “Dell'ineluttabile ‘paradossalità’ del testo: La conferma digitale.” In *Letteratura e altre rivoluzioni: Per Raul Mordenti*, a cura di Domenico Fiormonte e Paolo Sordi, 198-229.
- [6] Cardon, Dominique, Jean-Philippe Cointet, Antoine Mazières. “La revanche des neurones: L'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle. *Réseaux, La Découverte* 2018 5 (211): 173-220. <https://doi.org/10.3917/res.211.0173>.
- [7] Collins, Harry M. 1990. *Artificial Experts: Social Knowledge and Intelligent Machines*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- [8] De Bolla, Peter. 2013. *The Architecture of Concepts: The Historical Formation of Human Rights*. New York, NY: Fordham University Press.
- [9] Del Giudice, Emilio. 2019. *L'anima passionale della ragione scientifica*. Milano: Biblion Edizioni.

- [10] Dreyfus, Hubert L. 2007. "Why Heideggerian AI failed and how fixing it would require making it more Heideggerian." *Artificial Intelligence* 18 (171): 1137-1160.
- [11] Everett, Hugh, III. 1973. "The Theory of the Universal Wave Function." In *The Many-worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, edited by Bryce Seligman DeWitt and Neill Graham, 3-140. Princeton NJ: Princeton University Press.
- [12] Fiormonte, Domenico (a cura di) 2018. *La coscienza. Un dialogo interdisciplinare e interculturale*. Roma: Istituto di Studi Germanici.
- [13] Gadamer, Hans Georg. 1988. *Il problema della coscienza storica*, 3^a ed. Napoli: Guida.
- [14] Gardin Jean-Claude. 1999. "Calcul et narrativité dans les publications archéologiques." *Archeologia e Calcolatori* 10: 63-78.
- [15] ——— e Maria Novella Borghetti. 1995. *L'architettura dei testi storiografici: Un'ipotesi*, a cura di Ivo Mattozzi. Bologna: CLUEB.
- [16] Gavin, Michael. 2018. "Vector Semantics, William Empson, and the Study of Ambiguity." *Critical Inquiry* 44 (4): 641-673.
- [17] Grize, Jean-Blaise. 1974. "Logique mathématique, logique naturelle et modèles." In *Formalisierung in den Geisteswissenschaften / Sciences humaines et formalisation*, 201-207. *Jahresbericht der Schweizerischen Geisteswissenschaftlichen Gesellschaft*.
- [18] Peirce, Charles Sanders. 1878. "Deduction, Induction, and Hypothesis." *Popular Science Monthly* 13 : 470-482.
- [19] ——— 1880. "On the Algebra of Logic." *American Journal of Mathematics* 3 (1): 15-57.
- [20] ——— *The Proper Treatment of Hypotheses: a Preliminary Chapter, toward an Examination of Hume's Argument against Miracles, in its Logic and in its History*. MS [R] 692. 1901 (v. [22]).
- [21] ——— 1931-1958. *Collected Papers*, vols. I-VIII. Edited by Charles Hartshorne, Paul Weiss, Arthur W. Burks. Cambridge, MA: Harvard University Press. [CP]
- [22] Robin, Richard S. 1967. *Annotated Catalogue of the Papers of Charles S. Peirce*. Amherst, MA: University of Massachusetts Press. [R]
- [23] Tecuci, Gheorghe, Dorin Marcu, Michai Boicu, and David A. Schum. 2016a. *Knowledge Engineering: Building Cognitive Assistants for Evidence-Based Reasoning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- [24] ——— David A. Schum, Dorin Marcu, and Mihai Boicu. 2016b. *Intelligence Analysis as Discovery of Evidence, Hypotheses, and Arguments: Connecting the Dots*. New York, NY: Cambridge University Press.
- [25] Snow, Charles Percy. 2014. *The Two Cultures*. New York and London. Cambridge University Press.