

ANTONELLO FABIO CATERINO, **Filologia quantistica forense: dalla
giustificazione neurolinguistica al metodo operativo. Un'analisi
integrata**

**1. Introduzione: la crisi del modello positivista e la nascita di un nuovo
paradigma**

La filologia, disciplina cardine delle scienze umane, ha tradizionalmente adottato un impianto metodologico di stampo positivista e deterministico, ereditato e sistematizzato dalla lezione di Karl Lachmann (1820)¹. I suoi strumenti fondamentali—la *recensio*, la *collatio*, la costruzione dello *stemma codicum*—presuppongono un'ontologia del testo che lo concepisce come un oggetto stabile, suscettibile di una ricostruzione genealogica lineare, dove l'errore è un'anomalia da espungere per approssimazione successiva alla verità originaria. Tuttavia, la complessità intrinseca della trasmissione testuale, il fenomeno pervasivo della variante d'autore (che sfida la nozione stessa di "errore"), l'ambiguità semantica costitutiva del linguaggio naturale e la natura fondamentale reticolare e ipertestuale della creazione linguistica pongono serie sfide epistemologiche a questo modello, rivelando i limiti di un'applicazione meccanicistica del principio di causalità alla storia del testo. Le critiche di Joseph Bédier (1928) allo *stemma* bifido e, più tardi, le riflessioni radicali di Giorgio Pasquali (1952) sulla "strana" e discontinua tradizione dei testi antichi, hanno scosso le certezze del modello Lachmanniano, introducendo un elemento di dubbio sistematico sulla possibilità di una ricostruzione meccanica dell'archetipo. A queste si aggiungono le intuizioni della filologia romanza, in particolare il concetto di *mouvance* elaborato da Paul Zumthor (1972), che descrive la natura fluida e variabile dei testi medievali, visti non come entità fisse ma come processi in divenire, caratterizzati da una fondamentale instabilità e apertura. D'altro canto,

¹ Cfr. Timpanaro (2006).

la linguistica forense, pur avendo sviluppato protocolli sempre più sofisticati e misurabili per l'attribuzione d'autore e il rilevamento di manipolazioni testuali, ha spesso proceduto senza un dialogo sistematico con la profondità storico-critica e la sensibilità teorica della filologia classica, rischiando a volte un'applicazione tecnicistica svincolata da una piena comprensione della natura dell'oggetto indagato. La filologia quantistica forense (FQF) emerge per colmare questa duplice lacuna, proponendo un cambio di paradigma sia ontologico che metodologico: un passaggio dall'ontologia della certezza e della stabilità a quella della probabilità e della potenzialità, e dal metodo meccanicistico-causale a uno strumentario formale capace di modellare concetti come sovrapposizione, interferenza e non-località, più aderenti alla complessità del reale.

2. Fondamenti teorici: perché il quantum? Una giustificazione dalla filosofia della mente

L'applicazione del formalismo quantistico alla filologia solleva una questione fondamentale: si tratta di una metafora suggestiva o di uno strumento teoricamente fondato? La risposta viene da un percorso intellettuale che dalla fisica approda alla filosofia della mente e alle scienze cognitive.

2.1. Dalle origini alla cognizione quantistica

Le implicazioni filosofiche della meccanica quantistica, con i suoi concetti di complementarità, indeterminazione e ruolo dell'osservatore², portarono fin dagli anni '30 a interrogativi sulla sua rilevanza per la biologia e la coscienza³. L'ipotesi "hard" del "quantum mind"⁴, che ipotizza processi quantistici fisici nei microtubuli neuronali, sebbene affascinante, è gravata dal problema della decoerenza e rimane controversa⁵. Un approccio più solido e verificabile è offerto dalla **cognizione quantistica** ("soft approach"). Questo filone di ricerca, pionieristicamente sviluppato da Aerts, Busemeyer e Bruza, non sostiene che il cervello sia un computer quantistico, ma che i processi cognitivi di alto livello mostrino dinamiche formalmente analoghe a quelle della meccanica quantistica⁶.

² Heisenberg (1958).

³ Jordan (1932).

⁴ Penrose, Hameroff (1996).

⁵ Tegmark (2000).

⁶ Busemeyer, Bruza (2012).

I modelli quantistici si sono rivelati superiori nel predire una serie di “irrazionalità” del decision-making umano:

- **Sovrapposizione e interferenza:** Le preferenze in contesti incerti mostrano modelli di interferenza assimilabili a quelli delle onde⁷.
- **Non-commutatività:** L'ordine delle domande influenza le risposte, violando i principi della probabilità classica⁸.
- **Entanglement concettuale:** I significati sono interconnessi in modo non-decomponibile.

2.2. Il ponte con la filologia: il testo come traccia di un collasso

Se la cognizione umana opera con dinamiche “quantum-like”, allora la produzione linguistica, apice della creatività cognitiva, deve riflettere questa natura. Il testo scritto può essere concettualizzato come la **traccia osservabile del collasso di uno stato cognitivo in sovrapposizione**.

1. **Genesi (Sovrapposizione):** Nella mente dell'autore, prima della scrittura, coesiste un campo di possibilità lessicali, sintattiche e semantiche in uno stato di potenzialità.
2. **Scrittura (Collasso):** L'atto dello scrivere rappresenta un atto di “misurazione” che forza il collasso di questa funzione d'onda cognitiva in una sequenza lineare e osservabile.
3. **Traccia (Impronta):** L'ambiguità, la polisemia, le varianti d'autore tra diverse stesure sono le prove fenomenologiche della sovrapposizione originaria. Una variante non è un errore, ma un diverso collasso dello stesso stato di sovrapposizione.

È in questo contesto teorico che la FQF trova la sua piena giustificazione. Il suo metodo non è un'analogia; è un tentativo di sviluppare un'indagine la cui ontologia è allineata con quella del suo oggetto di studio.

⁷ Aerts, Broekaert, Gabora, Sozzo (2013).

⁸ Wang, Busemeyer, Atmanspacher, Pothos (2014).

3. Metodologia operativa: la pipeline della FQF

La cornice teorica si traduce in un protocollo operativo replicabile, che integra tre livelli di analisi.

3.1. Acquisizione e preprocessing

La catena di custodia è fondamentale: scansioni ad alta risoluzione, OCR con doppio passaggio, hashing dei file, registro versioni e dichiarazione esplicita di ogni normalizzazione applicata (espansione abbreviazioni, gestione diacritici).

3.2. Il livello S (Stilometria)

Fornisce l'analisi di base con feature classiche ma robuste: funzioni di parole, n-grammi di caratteri (3-5) e di parole (1-3), densità e sequenze di punteggiatura, lunghezza media di frase, TTR corretta (Maas/MTLD). Esempio: frequenze divergenti di "che" o della punteggiatura in due testimoni sono indicatori di mani diverse.

3.3. Il livello Q (QNLP) - Il cuore formale

Qui il formalismo quantistico prende vita operativamente:

- Rappresentazione: Varianti e testimoni sono modellati come stati in uno spazio di Hilbert. Una variante in un locus è un autostato; la funzione d'onda del testo in quel locus è: $\psi = \sum c_i | \text{variante}_i \rangle$.
- Sovrapposizione: L'affinità tra testimoni è misurata dalla sovrapposizione dei loro vettori $|\langle \psi_a | \psi_b \rangle|^2$ o, per stati misti, dalla fidelity $F(\rho_a, \rho_b)$.
- Entanglement/Non-località testuale: Due varianti (v_a e v_b) sono "entangled" se la scelta di v_a co-determina la probabilità di v_b oltre il caso. Si misura con la mutual information $I(v_a; v_b)$ su un set di testimoni, testando l'eccesso rispetto a permutazioni casuali (p-value). L'entropia della matrice di densità ridotta fornisce una misura della non-separabilità del sistema.

3.4. Il livello L (LLM)

I Large Language Model sono utilizzati per analizzare la coerenza semantica, il registro e la pragmatica. Embedding contestuali possono rilevare discontinuità locali (innesti, plagi mascherati) misurando il coseno di similarità tra segmenti di testo. Un crollo del valore di coseno in un segmento segnala un'anomalia.

3.5. Fusione e decisione

I risultati dei tre livelli sono fusi in un punteggio aggregato con pesi dinamici (es: $w_s=0.4$, $w_q=0.4$, $w_l=0.2$).

$$\text{Score} = w_s \times sc_s + w_q \times sc_q + w_l \times sc_l$$

Il risultato finale è spesso trasformato in una probabilità softmax, fornendo una misura quantificata e calibrata dell'incertezza.

4. Casi di studio integrati: dalla teoria alla pratica

4.1. Tradizione medievale (ipotetica lauda)

- Oggetto: 7 testimoni (T_1 - T_7) di una lauda, 120 loci variazionali.
- Analisi S: Mostra differenze stilometriche nette (es.: densità del punto e virgola: $T_2=11/1000$, $T_5=2/1000$).
- Analisi Q: Rivela un'alta sovrapposizione tra T_1 - T_3 (0.78) e una bassa con T_6 (0.39). Misure di entanglement mostrano correlazioni non-locali ($p < 0.01$) in un pacchetto di varianti {lume, vero, pietate} tra testimoni genealogicamente distanti.
- Interpretazione: Lo stemma bifido classico non spiega questi legami trasversali. La FQF integra l'albero genealogico con una rete di correlazioni misurate, suggerendo l'esistenza di "campi testuali" o norme scolastiche condivise che agiscono a distanza.

4.2. Caso forense contemporaneo (dossier anonimo)

- Scenario: Attribuzione di un dossier anonimo a uno tra quattro sospetti (A-D).

- Analisi S: Restringe il campo ai sospetti B e D (coseno stile: B=0.84, D=0.80).
- Analisi Q: Mostra una sovrapposizione (fidelity) massima con il campo probabilistico dell'autore B (0.73 vs. 0.58 di D).
- Analisi L: Rileva una forte discontinuità (coseno=0.56 vs. media=0.82) nei paragrafi 3-4, suggerendo un "innesto" testuale.
- Fusione: Con pesi predefiniti, la probabilità di attribuzione a B è 0.92 ± 0.03 . L'analisi LLM permette di ipotizzare un "ghost-patching" da parte dell'autore D nei paragrafi sospetti.
- Valore Probatorio: Il risultato è indiziario ma robusto per la convergenza di tre moduli indipendenti e la tracciabilità dell'analisi.

5. Discussione: implicazioni di un nuovo paradigma

- Per la Filologia: La FQF non cerca la "lezione genuina" in senso assoluto, ma ricostruisce il campo di probabilità autoriale che ha generato il testo e le sue varianti. Renderà misurabili concetti intuitivi come mouvance e contaminazione, integrando lo stemma con reti di legami non-locali.
- Per la Linguistica Forense: Migliora la robustezza sull'attribuzione di testi brevi e rumorosi. Mappa innesti e riscritture come anomalie locali, fornendo uno strumento potente per l'analisi di falsificazioni sofisticate.
- Spiegabilità (Explainability): Ogni decisione è accompagnata da feature-importance (Shapley/LIME), visualizzazioni (heatmap, grafi) e un protocollo completamente ripetibile (seed fissati, versioni software, chain of custody), rispondendo a esigenze sia accademiche che giudiziarie.

6. Limiti, etica e conclusioni

La FQF non è una panacea. I suoi limiti includono la sensibilità alla lunghezza del testo, al dominio e al genere, necessitando di baseline specifiche. Le implicazioni etiche sono cruciali: rischio di bias nei modelli, necessità di audit periodici, anonimizzazione dei corpus e rispetto delle norme sulla privacy e sulla prova digitale.

In conclusione, la filologia quantistica forense rappresenta una sintesi potente e necessaria. Essa unisce la tradizione critico-storica della filologia alla forza probatoria della linguistica forense, fondandosi su una giustificazione teorica solida che affonda le radici nella natura “quantum-like” della cognizione umana. Offrendo un quadro matematico condiviso per modellare l’incertezza, la sovrapposizione e le correlazioni non-locali, la FQF compie un autentico cambio di paradigma: sposta il fine della ricerca filologica dalla ricerca della certezza assoluta alla mappatura del probabilistico e del possibile, restituendo al testo la sua intrinseca e affascinante complessità.

Antonello Fabio Caterino

Università degli Studi “G. d’Annunzio” di Chieti-Pescara

antonello.caterino@unich.it

Riferimenti bibliografici

Aerts, Broekaert, Gabora, Sozzo (2013)

Aerts, D., Broekaert, J., Gabora, L. & Sozzo, S., *Quantum structure and human thought*, in "Behavioral and Brain Sciences", 36(3), 2013, pp. 274-276.

Bussemeyer, Bruza (2012)

Bussemeyer, J. R. & Bruza, P. D., *Quantum models of cognition and decision*, Cambridge University Press, 2012.

Craddock, Hameroff, Ayoub, Klobukowski, Tuszynski (2017)

Craddock, T. J. A., Hameroff, S. R., Ayoub, A. T., Klobukowski, M. & Tuszynski, J. A., *Anesthetics act in quantum channels in brain microtubules to prevent consciousness*, in "Current Topics in Medicinal Chemistry", 17(16), 2017, pp. 1868-1878.

Heisenberg (1958)

Heisenberg, W. (1958). *Physics and philosophy: The revolution in modern science*, Harper & Brothers, 1958.

Jordan (1932)

Jordan, P., *Die Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biologie und Psychologie*, in "Naturwissenschaften", 20(5), 1932, pp. 815-821.

Penrose (1989)

Penrose, R., *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*, Oxford University Press, 1989.

Penrose, Hameroff (1996)

Penrose, R. & Hameroff, S. R., *Conscious events as orchestrated space-time selections*, in "Journal of Consciousness Studies", 3(1), 1996, pp. 36-53.

Tegmark (2000)

Tegmark, M., *Importance of quantum decoherence in brain processes*, in "Physical Review E", 61(4), 2000, pp. 4194–4206.

Timpanaro (2006)

Timpanaro, S., *The genesis of Lachmann's method*, University of Chicago Press, 2006.

Wang, Busemeyer, Atmanspacher, Pothos (2014)

Wang, Z., Busemeyer, J. R., Atmanspacher, H. & Pothos, E. M., *The potential of using quantum theory to build models of cognition*, in "Topics in Cognitive Science", 6(1), 2014, pp. 106-111.

This paper unifies the two core pillars of the new Quantum Forensic Philology (QFP): its theoretical justification, rooted in models of quantum cognition and a hypothesis on the non-classical nature of cerebral linguistic processes, and its operational method, which integrates classical stylometry, Quantum Natural Language Processing (QNLP), and Large Language Models (LLMs) into a replicable pipeline. It demonstrates how the formal framework of quantum mechanics, applied to textual analysis, is not a mere analogical exercise but the most faithful methodological extension for studying an object—the text—which is itself the product of a "collapse" of superposed cognitive states. The article outlines the theoretical framework, its translation into a technical-scientific protocol, and discusses implications, limits, and prospects for the humanities and forensic sciences.

Parole-chiave: Filologia Quantistica Forense, Cognizione Quantistica, Attribuzione d'Autore, Critica Testuale, Quantum Natural Language Processing (QNLP)