

La fabbricazione semiotica del Sars-CoV-2: il caso del criomicroscopio elettronico

Flavio Valerio Alessi

Abstract. The aim of this paper is to analyse the role of the technological devices for Sars-CoV-2 molecular structure discovery in cryoelectron microscopy practices. Starting from Bruno Latour's theory of enunciation and insights on techno-scientific practices, we argue that Latour's idea of fabrication of facts can be semiotically framed as a distributed act of enunciation. Specifically, the technological apparatus can be viewed as a mediating instance able to create a commensurability between the virus' matter, physically transformed, yet preserved, through the various phases of the protocol, and the experimenters' cognition and perception, extended by the device, acting as a diagrammatic and delegate instance. Indeed, on the one hand the cryoelectronic system manipulates the materic features of the sample as to render it viewable, while, on the other, it produces the interpretants needed by the experimenters to carry out the interpretive process.

La tecnologia criomicroscopica ha svolto un ruolo cruciale nel corso della pandemia da Covid-19. Grazie alla sua capacità di risoluzione, il dispositivo crioelettronico ha infatti garantito la possibilità di visualizzare la struttura molecolare del Sars-CoV-2 a poche settimane dall'inizio della proliferazione epidemica (Wrapp *et al.* 2020), orientando la comunità scientifica verso la progettazione di farmaci e vaccini (Caldas *et al.* 2020).

La funzione di questo strumento sembra confermare la tesi latouriana (Latour 1991) circa la natura ibrida dei prodotti laboratoriali. Tramite la coordinazione delle azioni degli attori umani e non umani nelle fasi del protocollo, il dispositivo ha infatti reso possibile l'individuazione e comprensione della struttura e dei meccanismi di replicazione del patogeno. L'obiettivo di questo contributo è di fornire un'interpretazione semiotica della pratica realizzata dal gruppo di lavoro di Wrapp (2020), che renda chiare le modalità attraverso cui si è giunti alla definizione e alla costruzione del Sars-CoV-2.

Dopo aver illustrato i passaggi che caratterizzano il protocollo (§1), faremo affidamento al concetto latouriano (Latour 1984, 1987) di costruzione dei fatti per mostrare come il virus sia il prodotto ibrido dell'assemblaggio tra istanze eterogenee (§2). Successivamente (§3) inquadreremo il modello della teoria dell'enunciazione tecnologica proposto da Latour (2017) all'interno di una cornice semiotica, proponendo di considerare la pratica in questione come atto di enunciazione collettivo (Paolucci 2020). Ci concentreremo, nello specifico, sulla funzione mediatrice e traduttiva del dispositivo rispetto agli attanti che pone in relazione, il gruppo di ricercatori e il patogeno, all'interno delle dinamiche intersoggettive e interoggettive (Marrone 2002; Perri, Finocchi, Peverini 2020) che caratterizzano il protocollo.

Alla luce di queste considerazioni, prenderemo in esame (§4) le varie fasi della pratica crioelettronica, analizzando i concatenamenti sintagmatici tramite cui si articolano le interazioni tra attanti umani e non umani attraverso le quali l'ibrido Sars-CoV-2 è stato dotato di un'esistenza semiotica.

1. La pratica criomicroscopica

La criomicroscopia elettronica costituisce una delle forme più avanzate di tecnologia di visualizzazione ad alta risoluzione di componenti biomolecolari. Sviluppato grazie alle ricerche dei premi Nobel Dubochet, Frank e Henderson, il criomicroscopio elettronico è in grado di superare alcuni limiti strutturali posti, nell'interazione con il materiale esaminato, da tecnologie come la cristallografia a raggi X e la spettroscopia a risonanza magnetica nucleare¹, preservando la struttura fisica delle molecole e aumentando la risoluzione della loro visualizzazione (Chung, Kim 2017).

Identifichiamo tre passaggi fondamentali nella pratica di sperimentazione crio-elettronica (Fig. 1). In una prima fase, il campione di materiale da analizzare viene immesso su una griglia, per poi essere immerso e congelato in una miscela di etano liquido (-190°C). Il congelamento impedisce l'evaporazione delle molecole d'acqua che circondano il materiale virale, parallelamente consentendo la preservazione della struttura molecolare nell'interazione con un fascio di elettroni.

La criomicroscopia, infatti, permette la visualizzazione di elementi molecolari, proteine e virus tramite l'utilizzo degli elettroni. Il cammino di questi elementi subatomici viene deviato a contatto con il Sars-CoV-2, e la rifrazione a seguito dell'interazione con il campione permette l'individuazione delle molecole del virus grazie all'utilizzo di speciali lenti e dispositivi fotografici.

Una volta che il fascio di elettroni investe il materiale congelato, una fotocamera ad alta risoluzione fotografa le impressioni tracciate sulla griglia su cui è apposto il campione dal fascio di elettroni che lo investe. Lo sperimentatore² può in tal modo osservare i singoli scatti che catturano il campione da diverse angolazioni, la cui risoluzione garantisce la possibilità di visualizzare il processo di morfogenesi delle molecole osservate.

Infine, un sistema di sintesi digitale fornisce un'unica immagine tridimensionale delle molecole, ora visualizzabili in movimento³.

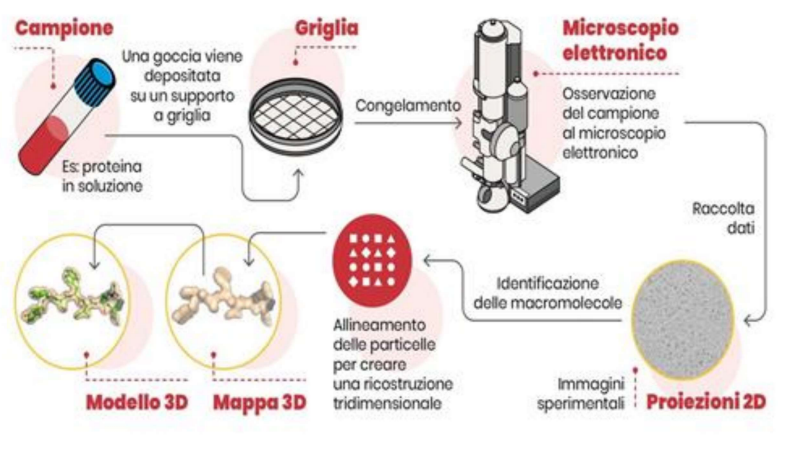


Fig. 1 – Fasi della pratica criomicroscopica⁴.

¹ Nel primo caso derivati dal fatto che non tutte le molecole possano attraversare la fase di cristallizzazione, necessaria alla visualizzazione, nel secondo dalla dimensione del materiale preso in esame, che, sotto una certa soglia, la tecnologia non permette di visualizzare (Chung, Kim 2017).

² D'ora in avanti utilizzeremo il maschile per l'intera categoria di genere.

³ www.chemistryworld.com/news/explainer-what-is-cryo-electron-microscopy/3008091.article.

Al link qui riportato sono disponibili i *video-rendering* prodotti dal criomicroscopio nella pratica di Wrapp e colleghi (2020): www.science.org/doi/10.1126/science.abb2507. Consultati il 19/12/2022.

⁴ www.univr.it/news/2020/6/criomicroscopia-elettronica-piccoli-elettroni-per-visualizzare-grandi-molecole. Consultato il 19/12/2022.



2. Fabbricazioni latouriane

2.1. Il network laboratoriale e la costruzione del referente

Seguendo la proposta di Bruno Latour, il Sars-CoV-2 ha acquisito un'esistenza pubblica grazie ai concatenamenti traduttivi occorrenti in ciascuna fase della pratica laboratoriale.

Il protocollo istituisce infatti dei “punti di passaggio obbligatori” (Latour 1984, p. 44) per gli elementi che partecipano al network di relazioni, e dal cui assemblaggio proliferano entità ibride (Latour 1991) come il patogeno.

Le catene di mediazioni che scandiscono la pratica del gruppo di ricerca di Wrapp (2020) rendono il patogeno un alleato (Latour 1984), un elemento funzionale del network laboratoriale, la cui coerenza e coesione è garantita dall'uniformità dei passaggi tramite cui è stato coordinato il comportamento degli attori che vi hanno preso parte (Latour 1987, pp. 134-136). All'interno di questa sintagmatica di accomodamenti tra programmi e contro-programmi d'azione, il passaggio da una fase all'altra è garantito dall'assemblaggio e dalla traduzione degli elementi dal livello precedente al successivo (Latour 2012, p. 108). I ricercatori possono operare procedure di riferimento, riconoscimento e interpretazione sul virus grazie alla catena di mediazioni tramite cui questo viene inizialmente manipolato e preservato fisicamente, per poi essere fotografato e tradotto nel formato digitale.

Il referente è in tal senso costruito semioticamente attraverso le traduzioni operate dai vari attori implicati nel protocollo, che fase dopo fase lo preservano materialmente, parallelamente garantendo il progressivo aumento di conoscenze sullo stesso (Latour 1988). Il network laboratoriale rende il virus interpretabile grazie ai sistemi di iscrizione e manipolazione dei mediatori, che ne svelano e traducono le proprietà entro differenti sostanze espressive (tabelle, grafici, *rendering* digitali), preservandone parallelamente la struttura bio-chimica, e permettendo quindi le procedure di riferimento e interpretazione. Il virus presenta per questo lo statuto di “concetto-oggetto”, in grado di conciliare la realtà materiale del referente con l'interpretazione ottenuta determinando le forme che ne caratterizzano l'articolazione (Peverini 2019, p. 40).

In questa prospettiva, l'iscrizione del Sars-CoV-2 all'universo naturale altro non è che il prodotto del mito della modernità, la cui contrapposizione tra natura e cultura rende “invisibile, impensabile, irrepresentabile l'opera di mediazione che assembla gli ibridi” (Latour 1991, p. 54), pur dipendendo costitutivamente dalla stessa. L'attribuzione di questa pratica al fare intenzionale del soggetto umano, che programma l'azione dei dispositivi tecnologici prefigurandone processi di elaborazione dei dati e risultati di questo lavoro, comporterebbe dunque ricadere nella mitologia moderna, fondata sull'asimmetria tra umani e non umani, natura e cultura. Al contrario, seguendo il principio di *simmetria* che regola la proposta latouriana (Latour 1991, 1999, 2005), in questo protocollo sono i dispositivi tecnologici, prima degli umani e accanto a essi, a produrre e tradurre il patogeno. Riprendendo la terminologia latouriana (Latour 1991), la *depurazione* messa in atto dalla narrazione moderna nell'opposizione tra natura e cultura è il prodotto dell'azione *purificante* delle catene di mediatori, che attraverso processi traduttivi rendono possibili le operazioni di manipolazione, riferimento e interpretazione del virus.

Per comprendere la logica di questo processo è utile soffermarsi sul modello dell'enunciazione proposto da Latour. Come noto, nella teoria dei delegati, con cui Latour (2012, 2017) concepisce l'enunciazione come processo di mediazione, delega e passaggio, il processo di produzione significativa non è attribuito all'azione del soggetto umano – che non è la sorgente dell'atto di significazione ma “il target in

movimento di un ampio insieme di entità che gli brulicano attorno” (Latour 2005, p. 46) – venendo al contrario dislocato nelle catene di relazioni e traduzioni occorrenti tra istanze eterogenee⁵.

All’interno del pluralismo ontologico (Latour 2012, p. 142) che orienta la sua indagine sui modi di esistenza, Latour individua la specificità del modo di veridizione tecnologico, già identificato nella sua *Piccola filosofia dell’enunciazione* come lo “spostamento dell’enunciatore in un altro corpo, dissimile, che resta fermo, anche quando l’enunciatore si ritira e si assenta, e che si indirizza all’enunciatario che questo corpo tiene fermo” (Latour 2017, p. 82). Nel modello dell’enunciazione tecnica proposto da Latour i dispositivi tecnici manipolano, pongono in relazione e pongono in relazione attanti eterogenei, permettendo la distinzione di “ciò che passa da quelli che passano” (Latour 2017, p.81)⁶.

Non a caso, Latour (1987, p. 130) qualifica gli apparati tecnologici, protagonisti di protocolli laboratoriali come quello qui preso in esame, come meccanismi, o meglio *macchinazioni, stratagemmi* in cui l’azione di ciascun componente vincola quella dell’altro, e la cui forza trasformativa è anzitutto garantita dalla propria struttura materiale⁷. È in questo lavoro di raccolta e traduzione del dispositivo tecnico che possono differenziarsi l’istanza trasformatrice e l’istanza trasformata. Ed è infatti proprio riconoscendo la presenza dei delegati che l’enunciatore umano può prendere posizione, esistere “in maniera individuabile perché [...] si assenta, e perché il *token* [...] occupa il suo posto” (Latour 2017, p. 83). È il delegato a istituire la presenza del delegante, in quanto gli presenta materialmente e in forma articolata e stabile quei sistemi di relazione che provvede a istituire e tradurre. Nell’enunciazione tecnologica la possibilità del discorso scientifico di fornire prove a supporto dell’ipotesi di riferimento (Latour 2012) è dunque garantita dalla delega effettuata dall’operatore umano nei confronti dei dispositivi impiegati (Latour 2017).

Il dispositivo crioelettronico, in tal senso, traduce e mostra al gruppo di ricerca di Wrapp (2020) l’articolazione strutturale del patogeno tramite catene di documenti, iscrizioni e immagini (*concetto-oggetto*), essendo parallelamente preservato (*concetto-oggetto*) grazie all’azione degli attori non umani che vi interagiscono – fascio di elettroni, composto di etano etc.

Al fine di comprendere il processo di fabbricazione laboratoriale del referente Sars-CoV-2 nella pratica criomicroscopica, risulta a nostro parere fondamentale analizzare una caratteristica di questo protocollo, che può dare spazio a interessanti riflessioni. Una caratteristica che, se affrontata da un punto di vista semiotico, può a nostro giudizio confermare la forza della teoria latouriana, dotandola di quel rigore d’analisi e di quella esplicatività teorica che caratterizza lo sguardo strutturale della disciplina della significazione.

Occorre infatti sottolineare come, nelle prime settimane di marzo 2020, periodo a cui risale la pubblicazione del contributo di Wrapp e colleghi (2020), la comunità scientifica non avesse a disposizione gli interpretanti necessari a riconoscere la struttura molecolare del virus a livello morfologico-figurativo. I ricercatori, cioè, dovevano inventare il codice (Eco 1975, pp. 309-320) tramite

⁵ Con la sua teoria dei delegati, Latour fornisce la propria versione del concetto semiotico di enunciazione. L’enunciazione è intesa da Latour come “l’insieme degli atti di mediazione di cui la presenza è necessaria al senso” (2017, p. 73). Nonostante condivida con Greimas la tesi per cui l’enunciato mostri le tracce dell’atto che lo ha generato, contrariamente alla proposta generativa (Greimas, Courtés 1979, p. 104; Greimas 1970, 1983) Latour non attribuisce l’atto di enunciazione al fare transitivo di un soggetto umano. L’enunciazione acquista così un carattere produttivo e distribuito nel campo di attori umani e non umani, i cui passaggi seguono una logica traduttiva *token-token*, in opposizione al lavoro ricostruttivo della proposta simulacrale di Greimas e alla sua concezione *type-token* fondata sul principio di immanenza – tanto che Latour (2012, cap. 10) parla della sua teoria dei modi di esistenza come fondata su un principio di *trascendenza immanente*.

⁶ “The technological detour leaves behind a differential, [...] a [...] layering of diverse materials that holds up ‘on its own’ and at the same time can be dispersed. The expression *traduttore* [...] applies much better to technologies than to texts” (Latour 2012, p. 226).

⁷ L’esempio del dosso stradale è lampante in tal senso. Il dosso, le cui proprietà derivano dall’assemblaggio di attanti eterogenei, funge da istanza di mediazione tra la strada e le automobili, generando un nuovo network relazionale, a cui l’automobilista potrà aggiustarsi preventivamente, rispettando il limite di velocità, o, suo malgrado, a posteriori (Latour 2005, p. 77).

cui rendere l'immagine del patogeno osservata tramite *rendering* l'occorrenza del proprio tipo di riferimento, di cui poter riconoscere, osservare e analizzare proprietà e comportamenti.

Acquisiti a seguito dell'isolamento (Park *et al.* 2020) e della visualizzazione microscopica del patogeno (Fig. 2), gli interpretanti comunitari fornivano ai ricercatori le conoscenze funzionali a orientarli nella definizione e descrizione delle proprietà e dei comportamenti del virus – ciò che Eco (1997, pp. 114-117) definisce contenuto nucleare (CN). Non a caso, sin dai primi passaggi del contributo a cui qui facciamo riferimento, gli autori descrivono le proprietà del virus che sarebbero poi andati a osservare in laboratorio⁸.

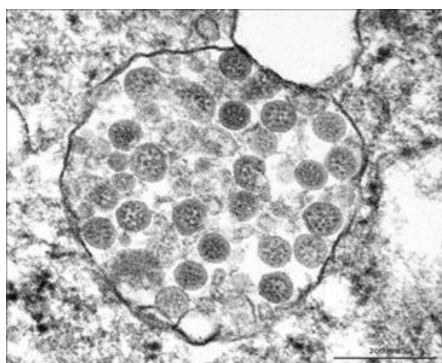


Fig. 2 – Sars-CoV-2 isolato e osservato tramite microscopio elettronico⁹.

Tuttavia i ricercatori non erano in possesso delle competenze utili a riconoscere nell'immagine prodotta dal criomicroscopio (Fig. 3) un'occorrenza del tipo “Sars-CoV-2”, in quanto lo schema del virus funzionale a garantire le procedure di riferimento – quello che Eco definisce tipo cognitivo (TC, *ivi*, pp. 109-114) – non corrispondeva affatto all'immagine fornita nel formato crioelettronico. I ricercatori, dunque, dovevano convertire la configurazione mereologica di un'immagine mai osservata prima d'ora in una figura riconoscibile, così da poter associare a ciascuna componente della stessa una specifica porzione di virus (es. porzione x: proteina Spike).

Inoltre, dall'indagine sulla struttura molecolare del Sars-CoV-2 dipendeva la modulazione del CN relativo. Accanto alla necessità di acquisire il TC del virus, il gruppo di lavoro di Wrapp (2020) si prefigge infatti l'obiettivo di spiegare in modo più preciso il meccanismo di replicazione del virus, associandolo alle trasformazioni morfologiche del patogeno osservate al criomicroscopio.

Gli sperimentatori dovevano cioè acquisire un nuovo TC del Sars-CoV-2, e affinarne il CN analizzando la struttura molecolare del patogeno nel formato fornito dal dispositivo. Solo acquisendo un TC del virus nel formato criomicroscopico, ad esempio individuando nelle figure di una porzione del *rendering* la proteina Spike, i ricercatori avrebbero infatti potuto comprendere i meccanismi di replicazione del virus a livello figurativo (CN).

⁸ “2019-nCoV makes use of a densely glycosylated spike (S) protein to gain entry into host cells. The S protein is a trimeric class I fusion protein that exists in a metastable prefusion conformation that undergoes a substantial structural rearrangement to fuse the viral membrane with the host cell membrane. This process is triggered when the S1 subunit binds to a host cell receptor. Receptor binding destabilizes the prefusion trimer, resulting in shedding of the S1 subunit and transition of the S2 subunit to a stable postfusion conformation. To engage a host cell receptor, the receptor-binding domain (RBD) of S1 undergoes hinge-like conformational movements that transiently hide or expose the determinants of receptor binding” (Wrapp *et al.* 2020, p. 1260).

⁹ www.cdc.gov/media/subtopic/images.htm. Consultato il 19/12/2022.

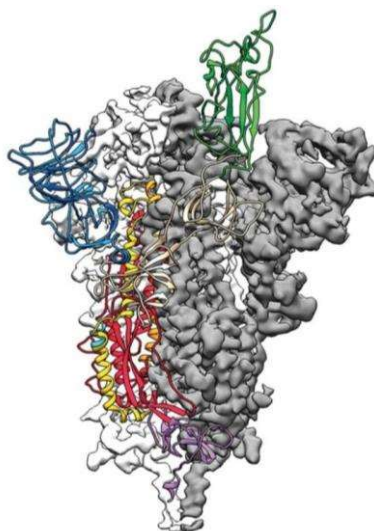


Fig. 3 – *Rendering* criomicroscopico della membrana del Sars-CoV-2 (Wrapp *et al.* 2020).

2.2. Sciogliere il nodo gordiano

Le osservazioni poste in precedenza ci pongono di fronte a quello che Latour (1991) definirebbe un *nodo gordiano*. La posta in gioco implicata dal processo di acquisizione del TC e affinamento del CN del virus concerne infatti la preservazione dei principi di delega e simmetria. Proviamo a comprendere le ragioni di questa considerazione.

Le procedure di riferimento e riconoscimento del virus sono garantite dalle catene di mediazioni che articolano le fasi di manipolazione e traduzione digitale del virus. Tuttavia gli sperimentatori non erano dotati degli interpretanti per riconoscere quell'Oggetto Immediato nel rispetto fornito dalla sintesi digitale. Si potrebbe dunque pensare che, una volta acquisita l'immagine digitale, *il gruppo di ricerca* (e non la macchina) abbia *costruito* il TC del virus e ne abbia *inferito* proprietà e comportamenti trasformativi (CN). Osservando l'immagine digitale prodotta dal dispositivo, gli sperimentatori avrebbero cioè acquisito il TC del Sars-CoV-2 e associato le proprietà figurative del *rendering* ai meccanismi utili a spiegare la replicazione del patogeno (CN), in un processo di invenzione di codice operato transitivamente dai soli operatori umani.

Un'interpretazione di tal sorta spinge tuttavia nella direzione di un'*asimmetria* nei ruoli degli attori che partecipano alla pratica, inficiando anche il principio di delega alla base dell'enunciazione tecnica di Latour. Il centro di calcolo, popolato da non umani, manipola il campione e fornisce le rappresentazioni visive del virus, ma è il ricercatore a inventare la funzione segnica per riconoscerlo e interpretarlo. L'operatore delega alla macchina il lavoro di manipolazione fisica e traduzione figurativa del Sars-CoV-2 e, una volta ottenuta l'immagine sintetizzata dell'oggetto, rende le configurazioni morfologiche espressioni dei relativi contenuti (ad esempio la proteina Spike), associandole a specifici programmi d'azione (replicazione infettiva).

Poiché, al contrario, anche secondo la tradizione semiotica la capacità di mostrare le "relazioni necessarie tra le cose" (Greimas 1983, p. 108) del discorso e della prassi scientifica è un effetto di senso, occorre fornire un'interpretazione strutturale di questo processo che sappia preservare i principi di delega e simmetria dell'enunciazione tecnica latouriana, senza tuttavia ricorrere, come invece fa Greimas (1970, 1983) con la sua teoria dell'enunciazione, a una concezione incentrata sul fare transitivo e intenzionale del soggetto umano.



È necessario, cioè, fornire un'analisi dell'atto di enunciazione che possa dirsi adeguata al proprio oggetto, una pratica in cui, seguendo Latour, il lavoro di manipolazione e traduzione del virus è delegato all'assemblaggio e ai concatenamenti trasformativi degli attanti non umani.

Per definire i processi trasformativi che articolano il processo di *fabbricazione dell'oggetto-concetto* Sars-CoV-2, occorre quindi rispondere a queste domande: 1. non avendo mai osservato rappresentazioni come quelle fornite dal criomicroscopio, in che modo gli sperimentatori hanno costruito il TC del virus nel rispetto fornito dal *rendering*? 2. E, una volta acquisito il TC, come hanno riconosciuto nelle trasformazioni osservate tramite sintesi digitale la manifestazione dei concatenamenti trasformativi del programma d'azione della replicazione infettiva del virus (CN)?

La chiave di volta per rispondere a tali quesiti risiede, a nostro parere, nell'indagine del ruolo attanziale del dispositivo tecnologico. Analizzando la funzione del dispositivo tecnologico in rapporto ai due attanti che pone in relazione, il gruppo di ricerca e il patogeno, potremo fornire un'interpretazione semiotica dell'enunciazione tecnologica così come intesa da Latour, preservandone i concetti di delega e simmetria. A tal fine, ci rifaremo alla teoria dell'enunciazione così come declinata da Claudio Paolucci (2020).

Una volta analizzato a livello strutturale il ruolo attanziale del dispositivo tecnologico, nel quarto paragrafo esamineremo la sintassi del protocollo, osservando come il virus venga prodotto e tradotto nelle interazioni distribuite tra il Sars-CoV-2 stesso, l'apparato macchinico e i ricercatori, che acquisiscono le competenze per visualizzare e interpretare il virus grazie all'azione mediatrice del dispositivo. Potremo così analizzare a livello strutturale i passaggi traduttivi che articolano questo atto di enunciazione distribuito nelle interazioni tra attanti umani e non umani.

È tramite questa sintagmatica di concatenamenti trasformativi che il virus acquisisce un'esistenza semiotica, ibrido prodotto e tradotto dalle interazioni tra gli attanti eterogenei implicati nella pratica.

3. Deleghe, interfacce, diagrammi

Con la sua teoria semiotica dell'enunciazione impersonale, Claudio Paolucci (2020) rimodula il modello greimasiano dell'enunciazione (Greimas 1983) proprio a partire dalle prospettive fornite dalla teoria dei delegati di Latour (§2).

Al livello strutturale, l'atto di enunciazione è concepito come *evento* che, nella sua instaurazione, apre un campo posizionale per gli attori che vi prendono posto (ivi, p. 106), una scena predicativa (Fontanille 2008, p. 32) che produce al contempo "l'enunciato e le istanze enuncianti con le loro posizioni di soggetto" (Paolucci 2020, p. 38). Secondo questa proposta l'enunciato non è il prodotto dell'azione transitiva del soggetto, fungendo al contrario da delegato che garantisce la convocazione e traduzione delle istanze enuncianti (schemi, norme, usi, enunciati) che presiedono alla produzione enunciativa (ivi, pp. 89, 90).

Disimplicando l'enunciazione dalla nozione di *débrayage zero*, Paolucci riconosce agli enunciati la funzione peirceana degli interpretanti, istanze di mediazione che permettono al soggetto di *assumere* (cfr. *infra*) quanto tradotto dagli stessi (ivi, p. 165). Come nel celeberrimo passo di Peirce (CP 5.313)¹⁰, sono i delegati a rivolgersi all'uomo dotandolo di competenze, fungendo da nunzi porta-parola (Latour 2017) che assicurano passaggi tra sistemi eterogenei (CP 1.583).

Data la natura impersonale e posizionale dell'enunciazione, Paolucci estende il processo di produzione semiotica alla rete di attori che partecipano all'evento occorrente. Con il principio di distribuzione dell'*agency* l'atto di enunciazione assume una natura ergativa: l'atto è "qualcosa che si fa, senza un intervento esterno all'atto del fare" (Paolucci 2020, p. 154).

¹⁰ La notazione CP fa riferimento ai *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*.



Una proposta di tal sorta ci permette di avanzare alcune considerazioni nel merito della pratica qui presa in esame. *In primis*, il protocollo criomicroscopico può essere inteso come un atto di enunciazione, la cui struttura iper-codificata (Eco 1975, pp. 188-190), in grado di configurare il campo posizionale per gli attanti che vi partecipano e le fasi che lo scandiscono, deriva dal proprio statuto enciclopedicamente normato. In secondo luogo, il dispositivo criomicroscopico assolve alla funzione di mediatore e delegato: in virtù dell'*agency* di cui è dotato, manipola gli attori con cui entra in contatto (gruppo di ricerca e patogeno) in modo da istituire una commensurabilità tra i due tramite processi traduttivi.

Per analizzare a livello strutturale il processo di fabbricazione del Sars-CoV-2 e farci carico delle questioni poste in precedenza, occorre anzitutto comprendere come il dispositivo istituisca tale commensurabilità, ossia, determinare la funzione attanziale del criomicroscopio nella sintassi del protocollo, operazione che ci sarà funzionale a comprendere come gli sperimentatori abbiano acquisito il TC e affinato il CN del virus. A tal fine, facciamo riferimento ad alcune considerazioni di Jacques Fontanille circa lo statuto semiotico degli oggetti all'interno delle pratiche.

Gli oggetti, sostiene Fontanille (2008, p. 25), fungono da dispositivi di iscrizione, inglobando e organizzando sistemi di segni e figure in testi¹¹, in cui individuare isotopie del contenuto relative a trasformazioni di natura narrativa, presentando parallelamente una struttura materiale che “modalizza le pratiche effettuabili” (ivi, p. 28), proprio alla luce delle proprietà che posseggono e dei programmi d'azione che orientano, modulano e vincolano. A tal proposito, sempre Fontanille (2002) aveva già osservato come la struttura materiale degli oggetti presenti un duplice statuto. Gli oggetti sono dotati di un'interfaccia-utente, che orienta le azioni dell'attore che utilizza lo strumento, e un'interfaccia-oggetto, relativa alle modalità d'interazione che ingaggiano con l'attore che con cui sono in contatto.

Prendere in esame la funzione delle interfacce del criomicroscopio nella pratica ci garantisce l'opportunità di individuare il ruolo attanziale del dispositivo tecnologico, comprendendo così come questo garantisca la fabbricazione del virus (concetto-oggetto) rendendolo commensurabile alla cognizione e percezione degli sperimentatori (concetto-oggetto).

Partendo dal rapporto interfaccia-utente, riteniamo che la nozione di diagramma sia utile a mostrare come il processo di invenzione di codice da parte del gruppo di ricerca di Wrapp (2020) sia garantito dalla funzione performativa e traduttiva del delegato criomicroscopico.

Con la sua teoria continuista (CP 7.365), Peirce distribuisce il *reasoning from signs* nei processi di interpretazione e manipolazione degli interpretanti. Essendo la mente un segno esterno della semiosi (CP 5.313-5.314), gli interpretanti non sono il frutto di processi inferenziali, che al contrario guidano, implementano e strutturano la cognizione. Tra questi delegati, troviamo i diagrammi. I diagrammi sono interpretanti che mostrano sensibilmente le forme di relazione che caratterizzano la struttura di ogni processo inferenziale (CP 3.363), garantendo, tramite la manipolazione dei segni iscritti sul supporto, l'acquisizione di maggiori conoscenze sull'oggetto di cui questo svela la forma di relazione tramite traduzioni di tipo analogico. In tal senso, i diagrammi fungono da *schemi* in grado di mediare tra sensibile e intelligibile (Paolucci 2021, pp. 132-138), parallelamente assolvendo alla funzione di *protesi* cognitive e percettive, tramite cui il soggetto è dotato di conoscenze e competenze altrimenti inaccessibili (Paolucci 2011)¹².

Nel caso di nostro interesse, nel rapporto interfaccia-utente il criomicroscopio è un diagramma che, tramite la traduzione digitale, rende osservabile e comprensibile agli sperimentatori la morfologia del virus. Il criomicroscopio svolge la funzione di *protesi*, offrendo allo sperimentatore dei “punti di prensione percettiva, cognitiva e narrativa” (Paolucci 2020, p. 321). Il dispositivo svela allo

¹¹ I segni e le figure appartengono al primo livello della gerarchia di livelli di pertinenza della significazione proposta dal semiotico, in cui ciascuno di essi ingloba e articola il precedente e viene inglobato e articolato dal successivo: i) segni e figure, ii) testi, iii) oggetti, iv) pratiche, v) strategie e vi) forme di vita (Fontanille 2008).

¹² Paolucci (2011, 2021) ritrova nella teoria di Peirce quel principio di distribuzione e estensione delle facoltà cognitive che caratterizza le teorie della cognizione distribuita (Hutchins 1995), della mente estesa (Clark 2008) e della Material Engagement Theory (Malafouris 2013).

sperimentatore proprietà dell'oggetto altrimenti inaccessibili alla sua percezione, relative alla struttura molecolare del virus, e, in quanto supporto di iscrizione, mostra, tramite immagini e video, i concatenamenti trasformativi in cui incorre il patogeno al momento della sua replicazione.

La possibilità per l'operatore di riconoscere il Sars-CoV-2 tramite la traduzione del *rendering* è garantita dal particolare rapporto che intercorre tra dispositivo tecnologico e patogeno (rapporto *interfaccia-oggetto*). Il dispositivo tecnologico opera infatti processi di manipolazione e conservazione della materia, necessari alla procedura di riferimento, presupposti alla costruzione del codice¹³ e, soprattutto, per la cui effettuazione i ricercatori non possedevano le competenze. Lo sperimentatore delega all'apparato tecnologico non soltanto la produzione degli interpretanti utili a costruire il codice (§4.3), ma anche il lavoro di manipolazione del campione presupposto all'invenzione segnica (§4.1, 4.2).

Rispettando i principi di delega e simmetria della teoria latouriana, non è l'operatore umano a inventare il codice per riconoscere la struttura molecolare del virus (TC) e affinare le competenze utili a comprenderne proprietà e comportamenti (CN). Piuttosto, è la rete di relazioni e trasformazioni che gli sperimentatori delegano al criomicroscopio nell'interazione con il virus a far sì che il gruppo di ricerca di Wrapp (2020) possa riconoscere visualmente (§4.3.1) la morfologia del patogeno (acquisizione TC) – preservato dalla manipolazione operata sul virus apposto sulla griglia dal fascio di elettroni – e affinarne il CN, relativo alle sue proprietà e ai comportamenti, ora osservabili a livello molecolare grazie all'azione traduttiva del *rendering* (§4.3.2). Proprio in virtù del principio di delega che regola la pratica enunciativa in questione, il gruppo di ricerca di Wrapp non ha dovuto fare altro che *assumere* quanto prodotto e tradotto dal criomicroscopio, delegato e protesi magnificativa della cognizione e percezione umana.

Al fine di comprendere le implicazioni di questa considerazione, prendiamo, come controesempio, la situazione riportata da Eco (1997, pp. 314-317), in cui viene descritto il processo tramite cui Galileo acquisisce il TC di Saturno osservando il pianeta al cannocchiale. In questo caso, sostiene Eco, la costruzione dello schema del pianeta, dunque la possibilità di riferirsi all'oggetto, è garantita dalla funzione protesica del dispositivo, a seguito della quale, osservazione dopo osservazione, Galileo va affinando l'immagine di Saturno attraverso bozze, disegni, *sketch*. La costruzione del TC si snoda in questa sintassi, in cui i ruoli e le interazioni tra gli attori risultano ben distinti: il cannocchiale amplia le facoltà percettive di Galileo, mentre le operazioni di manipolazione del foglio di carta che seguono sono espressione della distribuzione delle facoltà cognitive dello scienziato sul supporto.

Al contrario, nella pratica criomicroscopica assistiamo a questa sintassi: 1. la produzione dell'immagine del virus viene interamente delegata al dispositivo 2. a seguito della manipolazione e preservazione del materiale organico, 3. reso, tramite le varie fasi traduttive, visualizzabile dallo sperimentatore. Va rimarcato a tal proposito come l'oggetto del riferimento non sia, come nell'esperienza di Saturno per Galileo, materialmente presente e accessibile alla percezione in modo indipendente dall'azione del supporto tecnologico. In linea con la logica del modo di esistenza tecnico (§2), nella pratica qui presa in esame il virus è visualizzabile e interpretabile (*concetto-oggetto*) in virtù delle azioni di raccolta, preservazione e manipolazione compiute dal criomicroscopio sul patogeno (*concetto-oggetto*). La costruzione della funzione segnica tramite visualizzazione protesica (*interfaccia-utente*) dipende dunque dal lavoro di manipolazione del patogeno delegato al dispositivo (*interfaccia-oggetto*), che istituisce le *condizioni di possibilità* per l'invenzione di codice.

Riassumendo, il processo di invenzione di codice tramite cui è messo in atto il processo di costruzione del TC e affinamento del CN, è garantito dalla funzione mediatrice del dispositivo tecnologico. Nell'interazione tra composto di etano, fascio di elettroni e materiale organico viene operata quella manipolazione della materia riconosciuta da Eco come propria delle invenzioni *radicali* di codice, in cui, in assenza di modelli percettivi dell'oggetto del caso, si manipolano sostrati materiali costruendo il percetto

¹³ Se, ad esempio, il campione andasse distrutto nell'interazione con il fascio di elettroni, lo sperimentatore non potrebbe fornirne interpretazione alcuna.



“nello stesso momento in cui lo [si] trasforma in espressione” (Eco 1975, p. 318) – ricordiamo infatti che il gruppo di ricerca di Wrapp non aveva mai osservato la struttura molecolare del Sars-CoV-2. In questo caso sono i delegati non umani a scavare nella materia patogena, preservandola, traducendola e sintetizzandola digitalmente. Non è infatti possibile, all’infuori dell’utilizzo di protesi magnificative, manipolare, osservare e, quindi, comprendere la struttura molecolare di un elemento come un campione di virus.

La procedura di manipolazione e sintesi della materia, unita alle conoscenze precedenti relative a proprietà e comportamenti del virus, fornisce agli sperimentatori, nella fase di *rendering*, la “rappresentazione percettiva” dell’oggetto proiettata sul continuum espressivo, carattere strutturale dell’invenzione *moderata* di codice (ivi, p. 316), tramite cui questi riconoscono e interpretano le immagini digitali – procedura, vedremo a breve (§4.3), ancora una volta delegata all’apparato tecnologico. Vengono così rispettati i principi di delega e simmetria dell’enunciazione tecnologica latouriana.

Da queste considerazioni appare dunque chiaro come la fabbricazione del virus sia interamente delegata all’apparato macchinico, che permette la preservazione del campione virale (*oggetto-concetto*) e la produzione degli interpretanti utili agli sperimentatori alle procedure di riferimento, riconoscimento e interpretazione (*oggetto-concetto*).

Possiamo a questo punto analizzare nel dettaglio i concatenamenti sintagmatici tramite cui è garantita la fabbricazione dell’ibrido, approfondendo ulteriormente il modello latouriano tramite il ricorso allo sguardo strutturale fornito dall’*episteme* semiotica.

Nel prossimo paragrafo illustreremo come l’acquisizione del TC e l’affinamento del CN del patogeno da parte degli sperimentatori siano garantiti dalle relazioni e trasformazioni intersoggettive e interoggettive (Marrone 2002; Perri, Finocchi, Peverini 2020) che regolano questo atto di enunciazione.

In termini latouriani, ci apprestiamo ad analizzare come il Sars-CoV-2 sia un ibrido prodotto dall’azione coordinata di attanti non umani, che forniscono al gruppo di ricerca di Wrapp (2020) le possibilità di operare le procedure di riferimento e interpretazione dello stesso, processo di purificazione garantito dalla costruzione della catena di mediatori che articola i concatenamenti sintagmatici nelle varie fasi del protocollo.

4. Fabbricazioni semiotiche

4.1. Fase 1: manipolazione fisica

Nei paragrafi 4.1 e 4.2 ci occuperemo della funzione *interfaccia-oggetto* del dispositivo tecnologico.

Come detto (§1), la pratica criomicroscopica del gruppo di lavoro di Wrapp (2020) inizia immettendo il campione virale su una griglia, che fornisce al dispositivo fotografico la traccia dell’interazione con il fascio di elettroni.

Proprio al fine di magnificare la funzione dell’azione di manipolazione del campione delegata alla macchina, facciamo riferimento ad alcune considerazioni avanzate da Dondero (2020) nell’ambito della semiotica dell’immagine rispetto al ruolo dei supporti materiali nella configurazione delle forme dell’espressione. Queste considerazioni hanno grande rilievo perché, ricordiamolo, nella pratica da noi esaminata in gioco c’è il processo tramite cui il gruppo di ricerca di Wrapp ha potuto visualizzare e riconoscere la rappresentazione del *rendering* digitale come occorrenza del tipo Sars-CoV-2, acquisendone il TC.

La ricerca di Dondero nell’ambito della semiotica del visivo esamina la funzione della sostanza dell’espressione dei supporti, di “ciò che ne accompagna l’iscrizione, vale a dire l’atto di iscrizione delle forme su questi supporti” (Dondero 2020, p. 199), e il ruolo degli stessi nel processo di stabilizzazione delle forme dell’espressione. Questa indagine mira a portare avanti le prospettive di tradizione strutturalista-greimasiana che, sin dalle prime proposte nell’ambito del visivo e per ragioni



programmatiche, avevano focalizzato la propria attenzione unicamente sui rapporti semi-simbolici tra forme dell'espressione e del contenuto, senza prendere in carico il ruolo dei supporti in quanto sostanze dell'espressione.

A tal proposito, secondo la proposta di Dondero il supporto di iscrizione (§3) funge da istanza in grado di determinare il processo di morfogenesi delle forme dell'espressione, alla luce delle proprietà materiche che possiede (ivi, p. 131). Lo spazio del *substrato materiale* che ospita e modula le iscrizioni è per questo identificato come *campo di forze* in conflitto reciproco: il supporto disciplina il processo di morfogenesi del piano dell'espressione, orientando e vincolando le modalità di manipolazione e produzione segnica dell'atto di iscrizione operato sul substrato materiale da un lato, e i rapporti tra le tracce che registra e di cui reca memoria dall'altro (ivi, p.124).

Nel nostro caso, questo processo è interamente delegato all'interazione tra gli attori che partecipano alla fase incoativa del protocollo, tra cui non compare figura umana alcuna, non essendo il gruppo di ricerca di Wrapp (2020) dotato delle competenze per mettere in atto la *performance* richiesta.

Il virus viene preservato e manipolato fisicamente (*concetto-oggetto*), passaggio questo necessario alla fase successiva (§4.2), in cui verrà tradotto in immagini digitali e reso interpretabile agli sperimentatori (*concetto-oggetto*). In questa fase viene cioè inaugurato il processo di invenzione radicale di codice, la procedura di purificazione che permetterà agli sperimentatori di operare le procedure di riconoscimento, riferimento e interpretazione del patogeno, grazie all'azione coordinata e all'ibridazione di differenti attanti, il composto di etano, il fascio di elettroni, la griglia e il patogeno.

Entriamo nel dettaglio della sintassi attanziale di questa fase. Sul supporto di iscrizione della griglia su cui è apposto il patogeno prende forma il conflitto tra forze concorrenti relative al rapporto tra materiale virale e fascio di elettroni, da cui inizia il processo di fabbricazione dell'oggetto-concetto Sars-CoV-2.

Il composto di etano svolge una funzione che Fontanille (1998) definirebbe di *controllo*, modulando l'intensità e quantità delle interazioni tra fascio di elettroni e materiale virale. Il composto, infatti, filtra l'intensità del fascio energetico (Fontanille 2004, pp. 291-296) di elettroni: il rivestimento non riflette né impedisce l'azione intrusiva dell'energia degli elettroni, la modula in modo tale che il supporto posto alla base del campione possa fornire l'*impronta* di queste interazioni. Su queste impronte lavorerà il dispositivo fotografico, traducendo le tracce in immagini digitali, e garantendo così la costruzione dell'immagine percettiva tramite cui lo sperimentatore potrà acquisire il TC del virus (*concetto-oggetto*). Parallelamente, il composto estende la membrana del campione, fungendo da involucro che, operando come filtro plastico e figurativo (Fontanille 2002) del virus, ne preserva le proprietà bio-chimiche (*concetto-oggetto*). Il congelamento del materiale organico, che sancisce il passaggio del virus dal modo di esistenza riproduttivo a quello tecnico (Latour 2012), ne potenzializza la forza enunciativa di attante posizionale – relativa alle forme tensive che caratterizzano la presa di posizione dell'attante (maggiore o minore intensità e quantità di occorrenze producibili) e identificabile tramite modi d'esistenza (Fontanille 1998, pp. 95-96) – preservando tuttavia le proprietà trasformazionali (ibid.) proprie delle modalità narrative del vivente, fotografate e *renderizzate* nella fase successiva.

4.2. Fase 2: traduzione sintetica

Arriviamo così alla fase di *trasduzione* (Dondero, Fontanille 2012, p. 25), in cui le alterazioni morfologico-materiche dell'oggetto sottoposto a stimolazione vengono convertite in manifestazione visiva. Questa operazione è garantita da quello che Dondero (2020, p. 134) definisce *substrato formale*. Il campo di forze del substrato materiale viene irreggimentato dal substrato formale del supporto, istanza di mediazione in grado di tradurre i rapporti antagonisti tra le forze del primo entro forme coerenti. Il substrato formale funge cioè da “meccanismo di aggiustamento” tra le iscrizioni operate sul supporto e le qualità materiali dello stesso (ivi, p. 135).

Nella pratica criomicroscopica il meccanismo formale realizza il processo di *determinazione differenziale* delle forme del contenuto tramite cui le relazioni virtuali di un sistema vengono tradotte in significato (Paolucci 2020, pp. 133-145). Le impronte prodotte dall'interazione tra gli attanti del composto di etano, del virus e del fascio di elettroni e di cui la griglia reca memoria (substrato materiale) vengono infatti selezionate e estratte dal dispositivo fotografico (substrato formale), che quindi opera un'azione uniformante necessaria alla costruzione dell'immagine del virus e all'acquisizione del TC da parte degli sperimentatori. Il dispositivo fotografico è dunque un nuovo attante che, entrando in scena, garantisce un ulteriore passaggio traduttivo necessario alla fabbricazione dell'oggetto-concetto Sars-CoV-2.

Concentrandoci sulla sintassi di questa fase, possiamo osservare come: 1. alla strategia cumulativa (Fontanille 1998, p. 85) tramite cui il patogeno è fotografato da differenti angolazioni (relazioni potenziali indeterminate → relazioni virtuali determinabili; Paolucci 2020, p. 139); 2. segua la messa in atto di una procedura elettiva (Fontanille 1998, p. 85), garantita dal sistema di sintesi algoritmica, volta a selezionare le proprietà figurative ricorrenti e unificare tutti gli scatti congruenti (relazioni virtuali → relazioni attualizzate determinate; Paolucci 2020, p.139); 3. successivamente, il dispositivo ingloba (Fontanille 1998, p. 85) queste figure entro una rappresentazione unitaria, offrendo all'occhio umano un'immagine distinguibile del Sars-CoV-2.

Agli sperimentatori viene offerta un'immagine la cui coerenza e coesione è frutto della sintagmatica di interazioni tra gli attanti non umani che hanno caratterizzato queste prime due fasi del protocollo. L'azione coordinata di questi attanti produce la rappresentazione visiva e garantisce preservazione materiale del patogeno, suscitando quell'impressione di naturalità che, di fatto, è l'effetto dell'azione purificante delle catene di mediatori che manipolano e traducono il virus.

Affinché gli sperimentatori possano mettere in atto le procedure di riconoscimento e riferimento, individuando nell'immagine una forma del contenuto (realizzazione) – acquisendo così il TC e affinando il CN del virus – è necessario che il sostrato materiale, tradotto in *rendering* a seguito della manipolazione operata dal sostrato formale (invenzione radicale di codice), venga assunto dallo sperimentatore tramite l'invenzione moderata di codice. Ci occuperemo ora di questo ultimo, determinante passaggio, che capitalizza il protocollo laboratoriale e sancisce l'esistenza semiotica dell'ibrido.

4.3. Fase 3: pratica interpretativa

Passiamo così al rapporto *interfaccia-utente*, proprio della fase di *visualizzazione* (Dondero, Fontanille 2012, p. 25). In questa fase gli sperimentatori osservano l'immagine riportata in Fig. 3 (§2).

L'obiettivo del gruppo di lavoro di Wrapp e colleghi (2020) è di individuare la morfologia strutturale del patogeno, osservando come si dia il processo di replicazione tramite proteina Spike, garantito dall'azione congiunta delle componenti S1 e S2 – rispettivamente, la prima coinvolta nel processo di attaccamento parassitario alla cellula infetta, la seconda che garantisce il passaggio delle molecole infette. Da qui il doppio livello che caratterizza l'interpretazione degli sperimentatori.

Al fine di costruire il TC del virus, questi devono anzitutto individuare i formanti espressivi dell'immagine, associandoli alle proprietà attribuite al Sars-CoV-2, alla luce delle conoscenze enciclopediche a disposizione. La costruzione dello schema del patogeno (*iconizzazione*, Dondero, Fontanille 2012, p. 46) fornisce agli sperimentatori delle “istruzioni per l'identificazione” (Eco 1997, pp. 117, 118) – essendo il riferimento garantito dall'azione di preservazione del virus operata dal dispositivo.

Una volta terminato il processo di iconizzazione, gli sperimentatori possono affinare il CN del Sars-CoV-2, individuando nei concatenamenti trasformativi che caratterizzano la replicazione virale osservata nei video *rendering* delle isotopie narrative (*narrativizzazione*).

In base a quanto affermato nello scorso paragrafo (§3), osserveremo ora come questi processi siano interamente delegati alla serie di assemblaggi e traduzioni operate dagli attanti non umani.



4.3.1. Iconizzazione

Abbiamo in precedenza sostenuto (§3) che la funzione protesica del dispositivo tecnologico fornisca all'operatore le traduzioni funzionali all'invenzione di codice – funzione protesica, rapporto interfaccia-utente. Come osservato all'inizio del contributo (§2), si potrebbe quindi pensare che, una volta offerta allo sperimentatore l'immagine del patogeno, questo costruisca la funzione associando le proprie ipotesi alle proprietà figurative osservate. Al contrario, e a sostegno dei principi di delega e simmetria dell'enunciazione tecnica di Latour (2017, 2012), è il dispositivo macchinico a dotare il gruppo di sperimentatori delle competenze per riconoscere nell'immagine l'occorrenza del tipo “Sars-CoV-2”. Il criomicroscopio, infatti, offre ai ricercatori gli interpretanti necessari a visualizzare, tramite traduzione, quanto mostrato dal dispositivo. È il dispositivo delegato a dotare gli sperimentatori del TC del Sars-CoV-2, fornendogli degli interpretanti per visualizzarlo.

A sostegno di questa ipotesi, Dondero e Fontanille (2012, pp. 53-63) sottolineano come spesso l'immagine scientifica mostri figure non associabili ad alcun referente percepibile, e come, in taluni casi, non sia sufficiente risalire la catena di manipolazioni e mediazioni operate dai dispositivi sulla materia per rendere le componenti strutturali dell'oggetto rappresentato espressioni di contenuti di tipo concettuale. Sovente, al contrario, l'interpretazione non può che concentrarsi sui rapporti mereologici che caratterizzano i formanti della figura, mentre è possibile correlare questi formanti espressivi al contenuto della spiegazione e descrizione scientifica solo tramite il ricorso a interpretanti appartenenti a un differente dominio (ad esempio matematico), in grado di definire, per traduzione, la forma di relazioni che caratterizza le componenti plastiche dell'immagine. I due semiotici identificano questa strategia interpretativa *aggiustamento immaginale* (ivi, pp. 62-63).

È questo il caso del gruppo di ricerca di Wrapp (2020), che si trova di fronte a una configurazione mereologica, sprovvisto degli interpretanti per associare a ciascuna componente dell'immagine una porzione di virus. La possibilità di questa operazione è garantita dalla traduzione del criomicroscopio: il grafico qui sotto riportato (Fig. 4), prodotto dell'intelligenza artificiale del computer associato al dispositivo tecnologico, è l'interpretante immaginale che permette l'individuazione di ciascun elemento strutturale del Sars-CoV-2. In piena logica diagrammatica, il grafico – nell'articolo (Wrapp *et al.* 2020) accoppiato all'immagine mostrata in precedenza (Fig. 3) – mostra la struttura del virus, associando semi-simbolicamente ogni componente del patogeno a un colore (ad esempio, l'elica centrale (CH) è associata all'arancione), e istituendo una *ratio* tra ciascuna di esse in termini di grandezza fisica.

Le proprietà del Sars-CoV-2 sono codificate (struttura topologica, proporzioni fisiche) tramite la traduzione operata dal diagramma, e quindi associabili alle componenti dell'immagine del virus, riconoscibile e interpretabile proprio grazie all'azione di questi mediatori. La costruzione del TC del patogeno è dunque garantita dall'azione traduttiva del diagramma, che rende possibile la *conversione dal visibile al visuale* (Dondero, Fontanille 2012, p. 20) tramite la produzione di interpretanti che consentono la pertinentizzazione dei formanti della figura.

Il virus, preservato dalle manipolazioni operate dal criomicroscopio (*concetto-oggetto*), viene compreso e reso occorrenza del tipo di riferimento grazie all'azione traduttiva del dispositivo (*concetto-oggetto*). L'invenzione moderata di codice è cioè garantita dalle traduzioni operate dal delegato tecnologico. Gli sperimentatori possono così operare procedure di riconoscimento e riferimento grazie alla catena di mediatori che pone in relazione il virus, il rendering *digitale* e il grafo qui riportato, un processo di costruzione semiotica del referente proprio secondo Latour (1988) delle produzioni scientifiche. Ecco all'opera il lavoro di purificazione che, seguendo la lezione latouriana (Latour 1991), caratterizza la fabbricazione degli ibridi e produce l'impressione di naturalità e oggettività dei referenti, l'effetto di senso tramite cui il discorso scientifico mostra e sostiene di individuare le “relazioni necessarie tra le cose” (Greimas 1983, p. 108).

Per capitalizzare l'atto di enunciazione collettiva, e sancire così l'esistenza semiotica del Sars-CoV-2, occorre infine comprendere come gli sperimentatori abbiano potuto affinarne il CN.

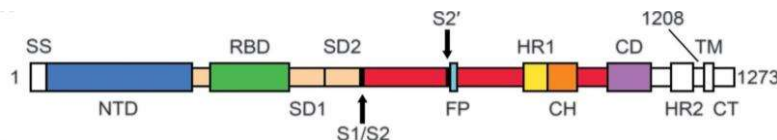


Fig. 4 – Struttura del Sars-CoV-2 (Wrapp *et al.* 2020).

4.3.2. Narrativizzazione

Con il *video-rendering* criomicroscopico vengono mostrati allo sperimentatore degli scenari in cui il virus mette in atto i programmi d'azione che ne caratterizzano la replicazione. Il dispositivo fornisce cioè allo sperimentatore dei *mondi possibili* su cui, una volta istituita una *ratio* tra formanti e proprietà, questi potrà mettere in atto delle meta-abduzioni (Eco 1983), scommettendo che il comportamento osservato sia quello effettivamente occorrente fuori dal laboratorio¹⁴. Le istanze di mediazione diagrammatiche garantiscono in tal modo la correlazione tra il modo di esistenza scientifico e quello fenomenologico-esperienziale (Dondero, Fontanille 2012, p. 84). Ciò non dovrebbe sorprendere, mostrando il dispositivo-diagramma delle icone di relazioni intelligibili (CP 4.531).

Il gruppo di lavoro di Wrapp (2020, pp. 1262-1263) nota come le conoscenze enciclopediche a disposizione sostenessero che Sars-CoV e Sars-CoV-2, appartenenti alla stessa famiglia di Coronavirus, condividessero il medesimo meccanismo di replicazione infettiva, garantito dall'accoppiamento della proteina Spike con il recettore cellulare ACE2 (enzima 2, convertitore dell'angiotensina). Alla luce di questa omologia strutturale, gli sperimentatori intendono misurare le dinamiche di replicazione del Sars-CoV-2 in termini di intensità d'interazione tra molecole e durata temporale della replicazione, così da determinare le differenze in termini di infettività tra i patogeni. A tal fine, ricorrono alla tecnologia di risonanza plasmonica di superficie.

Con la risonanza plasmonica di superficie viene misurata la dinamica di accoppiamento tra biomolecole. Queste vengono apposte su un supporto in vetro, su cui viene stratificato un composto d'oro, ricoperto di elementi chimici (alcantioli) che si accoppiano al materiale biomolecolare. Un fascio di fotoni colpisce il sostrato metallico, che quindi eccita gli elettroni e stimola l'accoppiamento tra molecole. La risposta del supporto d'iscrizione viene infine registrata da un dispositivo, che traduce graficamente l'intensità e durata delle interazioni tra molecole nel corso della stimolazione fotonica¹⁵.

Anzitutto, si noti come, al fine di comprendere i concatenamenti sintagmatici che caratterizzano la replicazione infettiva, gli sperimentatori deleghino la procedura di calcolo a un ulteriore dispositivo, la cui *agency* eccede, ancora una volta, le loro competenze, operando in maniera analoga quel lavoro di manipolazione e traduzione della materia osservato nella fase incoativa della pratica (§4.1).

In secondo luogo, si osservi come la determinazione di un'isotopia in grado di ricondurre il livello della manifestazione alle modalità semio-narrative di ciascun attante non basti per comprendere la *cinetica* che caratterizza le interazioni tra molecole¹⁶. Non è sufficiente decretare *che* vi siano state trasformazioni

¹⁴ Non a caso, dalla realizzazione di questa fase dipendeva la possibilità di progettare farmaci e vaccini.

¹⁵ www.corefacilities.iss.it/dw/doku.php?id=aree:proteomica:biacore:metodica. Consultato il 19/12/2022.

¹⁶ Ad esempio: al momento della replicazione l'ACE2 passa dalla modalità del poter-fare a quella del non-poter-non-fare, in quanto il patogeno ne vincola la risposta tramite una forma di prescrizione (dover-fare; Greimas 1983, p.75). Questo passaggio di modalità è riscontrabile nelle trasformazioni morfologiche dell'ACE2 una volta accoppiata alla Spike del Sars-CoV-2.

associabili, tramite metodo ipotetico-deduttivo, a specifiche modalità semio-narrative e alterazioni figurative, perché lo sperimentatore vuole comprendere *con quale intensità e durata* si passi da uno stato all'altro. Per decretare la tipologia processuale che caratterizza le interazioni cinetiche tra molecole, è cioè necessario ricorrere a strategie semiotiche di tipo *tensivo* (Dondero, Fontanille 2012, pp. 149-156).

Affinché ciò sia possibile, gli sperimentatori fanno affidamento al dispositivo plasmonico, in grado di calcolare e tradurre visivamente le dinamiche indagate. Il risultato consiste in rappresentazioni diagrammatiche come quella riportata in Fig. 5.

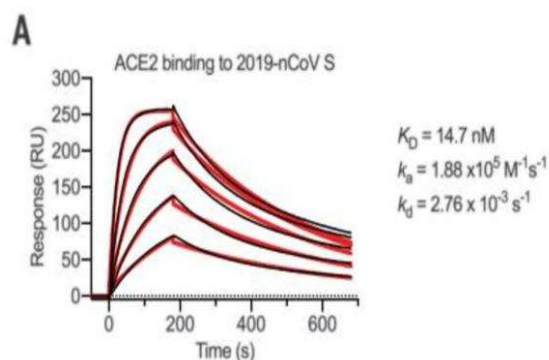


Fig. 5 – Intensità e durata dell'accoppiamento tra Sars-CoV-2 e ACE2 tramite risonanza plasmonica di superficie (Wrapp *et al.* 2020).

Se nel testo scientifico (*ad quem*) l'immagine assolve al compito di dispositivo di visualizzazione, funzionale a guidare persuasivamente l'interpretazione del lettore (Bastide 2001), nella pratica (*a quo*) l'immagine fornita dal criomicroscopio può essere compresa soltanto tramite il ricorso a altri interpretanti la cui produzione è delegata al dispositivo tecnologico. Per *visualizzare il dispositivo di visualizzazione* occorre cioè *ricorrere a un ulteriore dispositivo* che funga da trasduttore nei confronti del primo.

È con la traduzione operata dal dispositivo tecnologico che le trasformazioni osservate nell'interazione Spike-ACE2 possono farsi espressione del contenuto che caratterizza la spiegazione narrativa relativa al meccanismo di replicazione virale (CN). Il diagramma fornisce il *profilo evolutivo* (Dondero, Fontanille 2012, p. 111) di queste trasformazioni, rappresentando semi-simbolicamente il rapporto tra intensità dell'accoppiamento tra molecole e durata temporale dello stesso. Il diagramma cioè svela l'intensità e la durata dei rapporti di forza occorrenti nell'interazione tra programma d'azione del virus e contro-programma della cellula infetta. È l'azione paideutica di questi delegati a far sì che lo sperimentatore possa considerare le modificazioni morfologiche del virus nella fase di replicazione espressioni del contenuto che il diagramma rappresenta.

Queste rappresentazioni, proprio perché regolate dalla doppia anima del diagramma – *token* che fa riferimento a un oggetto in particolare, *regola* in grado di rappresentare sistemi di relazione generali (NEM¹⁷ IV, pp. 315-316) – hanno potuto garantire l'interpretazione di tutti gli oggetti che presentassero una forma di relazione analoga a quella che il diagramma stesso ha permesso di individuare.

Così come la *sostanza* del campione virale, preservata e manipolata dal delegato tecnologico, funge metonimicamente da rappresentante della propria classe di riferimento (*concetto-oggetto*), allo stesso modo la sua *forma*, acquisita tramite traduzioni diagrammatiche, è estendibile a tutte le occorrenze del tipo Sars-CoV-2 (*concetto-oggetto*).

Il virus, ora dotato di un'esistenza semiotica, produce così un'impressione di naturalità proprio alla luce di quel lavoro di ibridazione garantito dal coordinamento dei molti attanti implicati nel protocollo (griglia, fascio di elettroni, composto di etano, dispositivo fotografico, sintesi digitale, diagrammi).

¹⁷ La notazione NEM fa riferimento ai *New elements of mathematics by Charles S. Peirce*.



5. Conclusioni

Con questo contributo speriamo di aver mostrato come, se Latour ha insegnato alla semiotica la natura distribuita e processuale dell'enunciazione, la semiotica possa fornire alla tradizione latouriana gli strumenti per comprendere al livello strutturale e la logica dei passaggi traduttivi che presiedono ai processi di significazione delle pratiche laboratoriali.

Nella sintagmatica che regola il protocollo qui esaminato, le catene di mediatori forniscono agli sperimentatori quell'impressione di naturalità e oggettività propria di un ibrido, il Sars-CoV-2, fabbricato grazie alla coordinazione degli attanti non umani.

Abbiamo infatti osservato come in ciascuna delle fasi di manipolazione e traduzione del virus il dispositivo tecnologico doti gli sperimentatori degli interpretanti utili a comprenderne e motivarne proprietà e comportamenti. Il criomicroscopio manipola, preserva e traduce il patogeno in modo tale da garantire le procedure di riferimento, riconoscimento e interpretazione degli sperimentatori.

Per concludere, potremmo allora dire che quel "paesaggio molecolare" composto di "aggregazioni chimiche" e unità "microscopiche" che Eco (1975, p.74) riconosceva negli assemblaggi tra funtivi che caratterizzano il movimento enciclopedico della semiosi, dipenda, nel caso della pratica qui esaminata, dalle aggregazioni bio-chimiche occorrenti al livello materiale sul patogeno, preservate, manipolate e tradotte dal dispositivo, delegato e protesi cognitiva e percettiva.

In gioco c'è un incontro, un *accomodamento tra paesaggi molecolari in via di stabilizzazione* garantito dall'azione mediatrice dell'apparato macchinico: quello della materia virale, conservata e manipolata dal dispositivo (*concetto-oggetto*), e quello relativo ai processi di riferimento, riconoscimento e interpretazione del gruppo di ricerca (*concetto-oggetto*).

Bibliografia

Nel testo, l'anno che accompagna i rinvii bibliografici è quello dell'edizione in lingua originale, mentre i rimandi ai numeri di pagina si riferiscono alla traduzione italiana, qualora sia presente nella bibliografia.

- Bastide, F., 2001, *Una notte con Saturno. Scritti semiotici sul discorso scientifico*, Roma, Meltemi.
- Chung, J., Kim, H., 2017, "The Nobel Prize in Chemistry 2017: High-Resolution Cryo-Electron Microscopy", in *Applied Microscopy*, vol. 47, pp. 218-22.
- Caldas, L. A., et al. 2020, "Ultrastructural analysis of SARS-CoV-2 interactions with the host cell via high resolution scanning electron microscopy", in *Nature*, 10, 16099, pp.1-8.
- Clark, A., 2008, *Supersizing the mind*, Oxford, Oxford University Press.
- Dondero, M. G., 2020, *The language of images. The forms and the forces*, Dordrecht, Springer.
- Dondero, M. G., Fontanille, J., 2012, *Des images à problèmes. Le sens du visuel à l'épreuve de l'image scientifique*, Limoges, Pulim ; trad. ing. *The semiotic challenge of scientific images. A test case for visual meaning*, Ottawa, Legas 2014.
- Eco, U., 1975, *Trattato di semiotica generale*, Milano, Bompiani.
- Eco, U., 1983, "Corna, zoccoli, scarpe: tre tipi di abduzione", in Id., *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, Milano, Bompiani, pp. 229-255.
- Eco, U., 1997, *Kant e l'ornitorinco*, Milano, Bompiani.
- Finocchi, R., Perri, A., Peverini, P., 2020, "Smart objects in daily life: Tackling the rise of new life forms in a semiotic perspective", in *Semiotica*, 236-237, pp. 141-166.
- Fontanille, J., 1998, *Sémiotique du discours*, Limoges, Pulim ; trad. ing. *The semiotics of discourse*, New York, Peter Lang Publishing 1998.
- Fontanille, J., 2002, "La patina e la connivenza", in Landowski, E., Marrone, G., a cura, 2002, *La società degli oggetti. Problemi di interoggettività*, Roma, Meltemi, pp. 71-96.
- Fontanille, J., 2004, *Soma et séma. Figures du corps*, Paris, Maisonneuve et Larose ; trad. it. *Figure del corpo. Per una semiotica dell'impronta*, Roma, Meltemi 2004.
- Fontanille, J., 2008, *Pratiques sémiotiques*, Paris, PUF; trad. it. *Pratiche Semiotiche*, Pisa, Edizioni ETS 2010.
- Greimas, A. J., 1970, *Du sens*, Paris, Seuil ; trad. it. *Del senso*, Milano, Bompiani 1974.
- Greimas, A. J., 1983, *Du sens II*, Paris, Seuil ; trad. it. *Del senso 2*, Milano, Bompiani 1984.
- Greimas, A. J., Courtés, J., 1979, *Sémiotique. Dictionnaire raisonné de la théorie du langage*, Paris, Hachette ; trad. it. *Semiotica. Dizionario ragionato della teoria del linguaggio*, Milano, Mondadori 2007.
- Hutchins, E., 1995, *Cognition in the wild*, Cambridge, The MIT Press.
- Latour, B., 1984, *Les Microbes: guerre et paix, suivi de Irréductions*, Paris, La Découverte; trad. it. *I microbi: trattato scientifico-politico*, Roma, Editori Riuniti 1991.
- Latour, B., 1987, *Science in Action*, Cambridge, Harvard University Press; trad. it. *La scienza in azione*, Torino, Edizioni di comunità 1998.
- Latour, B., 1988, "A relativistic account of Einstein's relativity", in *Social Studies of Science*, n. 18, pp. 3-44.
- Latour, B., 1991, *Nous n'avons jamais été modernes*, Paris, La Découverte ; trad. it. *Non siamo mai stati moderni*, Milano, Elèuthera 2009.
- Latour, B., 1999, *Politiques de la nature*, Paris, La Découverte ; trad. it. *Politiche della natura*, Milano, Raffaello Cortina 2000.
- Latour, B., 2005, *Reassembling the social*, Oxford, Oxford University Press; trad. it. *Riassemblare il sociale*, Milano, Meltemi 2022.
- Latour, B., 2012, *Enquêtes sur les modes d'existence*, Paris, La Découverte ; trad. ing. *An inquiry into modes of existence*, Cambridge, Harvard University Press 2013.
- Latour, B. 2017[1999], *Piccola filosofia dell'enunciazione*, con una nota di Jacques Fontanille, Roma, Aracne.
- Malafouris, L., 2013, *How things shape the mind*, Cambridge, MIT Press.
- Marrone, G., 2002, "Dal design all'interoggettività: questioni introduttive", in Landowski, E., Marrone, G., a cura, 2002, *La società degli oggetti. Problemi di interoggettività*, Roma, Meltemi, pp. 9-39.
- Paolucci, C., 2011, "'The 'External Mind': Semiotics, Pragmatism, Extended Mind and Distributed Cognition", in *Versus*, n. 112-113, pp. 69-96.
- Paolucci, C., 2020, *Persona. Soggettività nel linguaggio e semiotica dell'enunciazione*, Milano, Bompiani.



- Paolucci, C., 2021, *Cognitive Semiotics. Integrating Signs, Minds, Meaning and Cognition*, Berlin and New York, Springer.
- Park, W.B., et al. 2020, "Virus Isolation from the First Patient with SARS-CoV-2 in Korea", in *Journal of Korean Medical Science*, vol. 35, n. 7.
- Peirce, C. S., *Collected papers of Charles Sanders Peirce*, voll.I-VI, Hartshorne, C., Weiss, P., eds., 1931-1935, voll. VII-VIII, Burks, A.W., eds., 1958, Cambridge Belknap Press.
- Peirce, C. S., *The new elements of mathematics by Charles S. Peirce*, voll.I-IV, Eisele, C. (Eds.), Mouton, The Hauge.
- Peverini, P., 2019, *Alla ricerca del senso. Bruno Latour in dialogo con la Semiotica*, Roma, Nuova Cultura.
- Wrapp, D., et al., 2020, "Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation", in *Science*, vol. 13, n. 367(6483), pp. 1260-1263.