

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Filosofia, Sociologia,
Pedagogia e Psicologia Applicata

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
SCIENZE SOCIOLOGICHE

Vaccino a mRNA: un'analisi sociologica
del processo di sviluppo di un'innovazione scientifica

Relatore

Prof. Federico Neresini

Laureanda

Sofia Comunello

Matricola 1201080

Anno accademico 2021/2022

INDICE

Introduzione.....	5
1. Riferimenti teorici.....	9
1.1 Motivazione e scelta dell’approccio d’analisi: il modello SCOT.....	9
1.2 Gruppi sociali pertinenti e attori	12
1.3 L’importanza del contesto.....	14
1.4 Flessibilità interpretativa.....	16
1.5 Chiusura e stabilizzazione.....	17
1.6 Il modello della tripla elica: politiche della tecnoscienza.....	18
2. Origini e sviluppo del vaccino.....	23
2.1 Gli albori del vaccino.....	23
2.2 Il funzionamento dei vaccini a RNA.....	27
2.3 Katalin Karikò: il volto del vaccino.....	30
2.4 Una corsa per il potere: le aziende farmaceutiche.....	34
3. Politiche rivolte all’innovazione.....	41
3.1 Finanziamenti.....	41
3.2 Public engagement.....	46
3.3 Il tema della responsabilità.....	50
4. La sfera pubblica.....	55
4.1 L’opinione pubblica.....	56
4.2 I movimenti sociali.....	59
4.3 I mass media	62
Conclusioni.....	67
Riferimenti bibliografici.....	73
Ringraziamenti.....	79

INTRODUZIONE

Il 2020 e il 2021 saranno ricordati per molto tempo come gli anni del Covid-19, non solo per le devastanti conseguenze sociali, sanitarie ed economiche provocate dalla pandemia, ma anche per aver prodotto, grazie alla collaborazione di diversi componenti e fattori, nuove tecnologie, strumenti, progetti e innovazioni tecnoscientifiche. Questa condizione di crisi ha reso evidente il ruolo attivo che assumono scienza e tecnologia all'interno della nostra società e della nostra vita quotidiana. Si basti pensare, ad esempio, al ruolo che le mascherine chirurgiche hanno assunto negli ultimi anni: un artefatto prevalentemente noto per il suo utilizzo in campo medico, scientifico e di ricerca è stato fulcro dell'attenzione economica, politica e sociale entrando a far parte della nostra quotidianità. Scienza e tecnologia non costituiscono realtà avulse, ma sono efficacemente intrinseche nella nostra società, la quale, agisce a sua volta su di esse indirizzandone lo sviluppo e collaborando nella definizione dei loro contenuti.

Questo lavoro si propone di analizzare in modo specifico il processo di nascita, sviluppo ed evoluzione del vaccino a mRNA e le sue conseguenze a livello sociale, attraverso una visione coevolutiva dell'innovazione. L'obiettivo principale è infatti quello di osservare come questa innovazione tecnoscientifica non sia semplicemente "apparsa" nel panorama mondiale, ma abbia alle spalle un lungo percorso di sviluppo. Inoltre, si cercherà di comprendere gli effetti che questo vaccino ha prodotto all'interno della sfera pubblica e quali politiche sono state adottate per permettere a questo artefatto di consolidarsi ed affermarsi come una delle più grandi scoperte effettuate negli ultimi anni.

Nel primo capitolo di questa tesi, intitolato *Riferimenti teorici*, verrà approfondita l'analisi sistemica degli approcci utilizzati per lo studio del vaccino a mRNA, dapprima ricostruendo le origini di questi modelli e successivamente analizzando i principali concetti e la loro applicazione nel processo di sviluppo del vaccino. Il primo paragrafo ripercorre brevemente la nascita degli *Science and Technology Studies* (STS), uno specifico campo di studio interdisciplinare, che si propone di

analizzare le innovazioni tecnologiche e le ricerche scientifiche, superando l'idea che queste si possano considerare come realtà separate dal contesto sociale. A seguire, verranno presentate le prospettive di analisi sviluppate dagli STS, focalizzandosi principalmente sul modello sistemico adottato per questo lavoro, ovvero, l'approccio teorico denominato *Social Construction Technology* (abbreviato in SCOT). Il secondo, il terzo e il quarto paragrafo saranno dedicati alla definizione di tre concetti fondamentali del modello SCOT, ossia, gruppo sociale pertinente (GSP), contesto e flessibilità interpretativa. Nel quinto paragrafo verrà descritto il processo di chiusura e stabilizzazione, nonché il meccanismo di chiusura che permette l'affermazione di una data innovazione. Il primo capitolo di questa tesi si conclude con un paragrafo dedicato a un altro modello teorico utile nello studio del vaccino a mRNA: il modello della tripla elica. Verrà inizialmente descritta la concezione di *scienza post-normale*, per poi concentrarsi specificatamente nelle politiche di governo dei processi di innovazione, ovvero, le politiche della scienza, le politiche della tecnologia e le politiche dell'innovazione.

Il secondo capitolo, *Origini e sviluppo del vaccino*, si propone di osservare in modo specifico il processo di sviluppo del vaccino a mRNA, partendo proprio dalle origini e dal significato di quella che noi tutti oggi conosciamo come vaccinazione. Infatti, il primo paragrafo è dedicato alla ricostruzione delle fondamenta del vaccino in sé, delle sue origini e cosa rappresenta, attraverso il processo di sviluppo di quello che viene considerato come il primo vaccino della storia: il vaiolo. Il secondo paragrafo, si occupa invece di delineare il funzionamento dei vaccini a RNA e in particolar modo le specifiche tecniche sulle quali si basa questo vaccino e che, in questo caso di studio, costituiscono il punto di svolta per l'artefatto preso in esame. Nel terzo paragrafo, si faranno emergere i primi gruppi sociali pertinenti di questa innovazione, a partire dai primi studiosi dell'RNA fino ad arrivare agli studi condotti dalla ricercatrice ungherese Katalin Karikò e il suo collega immunologo Drew Weissman. Si prenderanno, quindi, le distanze dalla concezione lineare dell'innovazione, secondo la quale, l'ideatore di

un dato artefatto viene percepito come genio solitario, al quale riconoscere tutti i meriti della sua scoperta. Il quarto e ultimo paragrafo di questo capitolo, è dedicato interamente al ruolo cruciale assunto dalle aziende farmaceutiche che, in quanto attori, sono state in grado di orientare, promuovere e produrre, in modo efficace lo sviluppo di questo vaccino innovativo.

Nel capitolo terzo, *Politiche rivolte all'innovazione*, verranno approfonditi gli aspetti economici, politici e sociali di questo vaccino, focalizzandosi sull'importanza della cooperazione nello sviluppo dell'innovazione presa in esame. Il primo paragrafo riguarderà gli ingenti finanziamenti e le sovvenzioni dedicate sia alla produzione, che alla distribuzione del vaccino a mRNA. Verrà discussa anche la velocità con la quale il vaccino è stato prodotto e sviluppato, tematica che nel corso della pandemia ha suscitato numerose critiche e preoccupazioni. Il secondo e il terzo paragrafo, saranno invece dedicati alla tematica della condivisione e della comunicazione pubblica attraverso l'analisi del concetto di *public engagement* (PE) e delle cinque tipologie di iniziative rivolte ad esso. Nello specifico, il terzo paragrafo sarà rivolto alla istituzionalizzazione della partecipazione pubblica e all'approccio di Ricerca e innovazione responsabile (RRI) promosso dall'Unione Europea, con una breve parentesi dedicata alla ricerca online responsabile dell'innovazione (RoRI).

Infine, nel quarto capitolo, intitolato *La sfera pubblica*, l'attenzione si sposta in modo specifico sull'impatto sociale del vaccino a mRNA dapprima con la definizione del concetto di sfera pubblica e successivamente analizzando i suoi elementi caratteristici: opinione pubblica, movimenti sociali e soprattutto mass media. Il primo paragrafo è dedicato all'opinione pubblica, alle controversie rispetto alla sua definizione e alla sua relazione con i mass media. Nel secondo paragrafo viene espresso il concetto di movimento sociale e il ruolo che assume all'interno della sfera pubblica. In particolar modo verrà osservata la nascita e lo sviluppo di quelli che vengono definiti movimenti contrari al vaccino, i cosiddetti soggetti "no-vax". L'ultimo paragrafo, si concentra in modo specifico sul ruolo dei

mass-media come mediatori e quindi come attori attivi nel processo di sviluppo di una data innovazione. Si analizzeranno i concetti di *frames interpretativi* e di *scenari sociotecnici* ma anche gli aspetti critici dei media evidenziati dalla pandemia come la disinformazione e l'infodemia, elementi utili al fine di comprendere la necessità di una corretta comunicazione e collaborazione con il pubblico in tematiche che riguardano l'innovazione.

CAPITOLO I

RIFERIMENTI TEORICI

1.1 Motivazione e scelta dell'approccio d'analisi: il modello SCOT

Attorno alla metà degli anni Settanta del Novecento, la ricerca scientifica e le innovazioni tecnologiche furono tematiche centrali e significative all'interno del dibattito sul funzionamento delle società moderne, sebbene si tendesse ancora a considerarle come un mondo a sé e quindi non direttamente implicate nella realtà sociale.

In quegli anni l'obiettivo diventò quindi quello di cercare un approccio più adatto per poter analizzare innovazioni tecnologiche e ricerche scientifiche, cercando di superare l'idea che si potessero considerare come realtà avulse dal contesto sociale.

È proprio da questa idea che si vengono a formare gli *Science and Technology Studies* (STS) ovvero un ambito di studio interdisciplinare il cui obiettivo è quello di studiare gli aspetti sociali, politici e culturali della scienza e della tecnologia. Questa prospettiva di analisi permette dunque di studiare i risultati della scienza e della tecnologia, unitariamente definite con il concetto di *tecnoscienza*, come parte di meccanismi sociali da studiare e comprendere attraverso metodologie e visioni volte a metterne in evidenza la loro applicazione pratica nei diversi contesti d'esame.

A metà degli anni Ottanta gli studi degli STS svilupparono nuove prospettive di analisi, tra cui quella della *Social Construction Technology* (SCOT) e quella dell'*Actor-Network Theory* (ANT).

Ciò che accomuna queste diverse prospettive è il concetto di tecnoscienza che originariamente fu proposto da Bruno Latour (1987) all'interno dell'ANT e poi successivamente anche applicato a tutti gli STS. L'obiettivo principale del concetto di tecnoscienza è quello di sottolineare come la scienza e la tecnologia siano in

realtà estremamente collegate tra di loro e, più precisamente, interdipendenti l'una dall'altra: se si pensa infatti allo sviluppo delle innovazioni tecnologiche, queste non sarebbero possibili senza studi scientifici; viceversa se si osserva il lavoro scientifico, questo non sarebbe possibile senza la numerosa serie di strumenti e innovazioni tecnologiche (microscopi, telescopi, banche di dati) che permettono la sua realizzazione.

Gli STS hanno messo così in discussione la concezione lineare dell'innovazione, in primo luogo, per aver superato il concetto di divisione tra scienza, tecnologia e società, in secondo luogo per non aver distinto inventori da una parte e utilizzatori dall'altra e, infine, per aver superato la visione che attribuisce solamente al genio dell'inventore solitario il merito di aver dato vita all'innovazione.

Al contrario, gli Science and Technology Studies promuovono una concezione coevolutiva dell'innovazione, che “corrisponde a un cambiamento sociotecnico all'interno del quale si trovano attori individuali e collettivi, norme, oggetti tecnologici, conoscenze scientifiche, competenze e conoscenze non codificate, né codificabili” (Neresini, 2020: 61).

In particolar modo, il modello SCOT, proposto da Trevor Pinch e Wiebe Bijker (1984), costituisce il primo tentativo di superamento della concezione lineare dell'innovazione attraverso specifici principi.

In primo luogo, secondo il modello SCOT, lo studio e l'analisi di un'innovazione ha come primo obiettivo non solo quello di spiegare la nascita di nuovi oggetti tecnologici (detti artefatti), ma soprattutto la loro permanenza all'interno di determinati contesti entro i quali si costruiscono e si mantengono relazioni sociali.

In secondo luogo, esso si propone di osservare il processo che porta alla realizzazione di un artefatto tecnologico non in ragione del suo successo, cioè del fatto che funziona, bensì come la progressiva configurazione di un contesto sociale entro cui tale artefatto può adeguatamente funzionare.

Quest'ultimo aspetto dimostra ancora una volta quanto sia centrale l'idea di considerare il contesto e l'innovazione stessa non come mondi separati gli uni dagli altri, ma piuttosto come una realtà unica, un tessuto unico in cui gli elementi evidenziati al suo interno non possono essere definiti a priori e osservati separatamente gli uni dagli altri.

Infine, un altro principio su cui si basa il modello SCOT è quello che più ha a che fare con i gruppi sociali pertinenti, ovvero l'idea di ricostruire i processi che portano all'affermazione dell'innovazione tenendo conto delle strategie adottate dagli attori coinvolti e delle limitazioni imposte dalle strutture. In altre parole, l'intento è quello di poter tenere conto di ogni punto di vista degli attori, passando da uno all'altro e considerando che essi sono inseriti in un contesto in cui non sono del tutto liberi di agire come vogliono.

La scelta di utilizzare il modello SCOT nell'analisi di un'innovazione scientifica come il vaccino a mRNA, deriva dall'esigenza di osservare il suo processo di affermazione, tenendo conto di tutti gli elementi che ad oggi hanno fatto sì che questo vaccino sia stato approvato.

Attorno a questo vaccino si è costruita infatti una vera e propria rete di interazioni, soggetti, contesti, politiche e controversie che grazie al modello SCOT possono essere analizzati/e singolarmente per poterne capire non solo la causa del suo successo, ma anche tutte le sue dirette conseguenze.

1.2 Gruppi sociali pertinenti e attori

Uno dei principi fondamentali su cui si basa il modello SCOT fa riferimento in modo diretto al ruolo che i soggetti hanno nello sviluppo di una data innovazione sia che essa si affermi con successo o, nel caso contrario, che questo non avvenga.

Per poter teorizzare ulteriormente questi principi e per poterli applicare ad ogni singolo artefatto in modo universale, il modello SCOT si avvale di precisi concetti che permettono di analizzare l'innovazione in modo ancora più specifico.

Per gruppo sociale pertinente (GSP) si intende l'insieme di attori che condividono la stessa interpretazione dell'artefatto e che svolgono un ruolo positivo o negativo nel processo di innovazione. In altre parole, tutti coloro i quali condividono un'interpretazione simile di un artefatto costituiscono un GSP. A questo proposito però c'è da sottolineare il fatto che non tutti i soggetti propongono la stessa medesima interpretazione dell'artefatto, ma piuttosto si avranno diversi artefatti tante quante sono le diverse interpretazioni che identificano i vari GSP (Bijker 1995).

C'è da considerare che ogni interpretazione di una determinata innovazione è strettamente collegata a una pratica, al suo utilizzo, ma soprattutto alla rete di interazioni nella quale è inserita. Questo aspetto è fondamentale poiché se si è in grado di identificare il legame tra problema e soluzione, questo permette di individuare il GSP, ovvero l'insieme di soggetti per i quali la soluzione di quel problema rende utilizzabile quel determinato artefatto.

Per decidere quali gruppi sociali sono effettivamente rilevanti la prima domanda da porsi è se in un gruppo specifico l'artefatto assuma un significato rilevante o meno: chiaramente tutti coloro che rientrano nel GSP di “consumatori” o “utilizzatori” soddisfano ampiamente questo requisito. In alcuni casi è però utile tenere in considerazione anche quei gruppi sociali considerati “meno ovvi”, per i quali l'artefatto assume un significato ancora diverso (Pinch e Bijker 1984).

Alla base del ragionamento appena descritto c'è l'idea che ogni gruppo sociale pertinente debba essere studiato nel modo più dettagliato possibile, in modo tale da poter identificare il problema, per il quale l'artefatto diventa la soluzione.

È fondamentale che nello studio di un'innovazione si faccia attenzione, dunque, agli attori che intervengono nel processo di sviluppo e quindi lo scopo di un ricercatore è quello di osservare le pratiche di utilizzo di un certo artefatto da parte dei GSP, cogliendone le caratteristiche e le specificità.

Individuare i gruppi sociali pertinenti non è tuttavia così semplice e gli studiosi si affidano ad alcune strategie, tra le quali il cosiddetto metodo "a palla di neve" il cui procedimento consiste nel ricostruire i punti di vista dei gruppi sociali pertinenti, includendo a mano a mano altrettante visioni diverse, sulla base del processo di interazione tra i diversi gruppi. In altre parole, direttamente o indirettamente sono proprio i GSP stessi che guidano il ricercatore verso la scoperta di altri gruppi, osservando, ad esempio, quali altri attori entrano a far parte del processo di sviluppo nel momento in cui un artefatto non funziona perché rotto.

Assumere il punto di vista degli attori e dei GSP ha però un'altra importante funzione, ovvero quella di guardare al processo di innovazione dall'inizio anziché dalla fine, ossia quando l'artefatto che si è preso in considerazione non è ancora entrato a far parte della quotidianità degli individui e quindi deve ancora affermarsi. Questo sguardo a priori permette così di osservare l'innovazione e il suo utilizzo senza i preconcetti e pregiudizi propri di una metodologia che invece parte dalla fine.

1.3 L'importanza del contesto

Nel processo di costruzione di un'innovazione agiscono una serie complessa di infrastrutture a cui si accompagnano competenze, conoscenze e norme che permettono di far funzionare l'innovazione stessa. Per comprendere ciò è necessario entrare nell'ottica di studio di una data innovazione secondo un processo coevolutivo per il quale l'innovazione stessa non è mai a sé stante ma è sempre inserita in un contesto, in una rete di interazioni che rendono la tecnologia quella che è.

Una visione totalmente differente è invece quella che sta alla base della concezione lineare dell'innovazione, per la quale il contesto dentro il quale un singolo artefatto è inserito non è modificabile e, quindi, non agisce direttamente nel processo di sviluppo o non sviluppo di una data tecnologia. Risulta così difficile poter pensare, ad esempio, che nella stabilizzazione di un determinato artefatto possano influire elementi relativi al contesto sociale in cui è inserito poiché tutto dev'essere ricondotto a uno studio oggettivo e non contaminato della realtà.

Questa concezione lineare è stata messa in discussione dagli STS, che hanno ripetutamente sottolineato l'importanza di utilizzare una prospettiva coevolutiva per studiare le innovazioni, chiarendo come scienza, tecnologia e società debbano essere osservate come parti integranti del contesto sociale in cui sono inserite, evitando di assumere come punto di partenza analitico la loro separazione.

Parallelamente al modello SCOT, anche l'Actor Network Theory attribuisce al contesto un ruolo decisivo nel processo di costruzione di un'innovazione, definendolo come una vera e propria rete fatta di relazioni, attori, rappresentazioni, oggetti e idee.

Secondo questa prospettiva teorica, studiare il contesto delle innovazioni non è però sempre semplice poiché esso presenta un "pericolo" considerato spesso banale ma che può influenzare le conclusioni e le valutazioni sul processo innovativo. La tendenza dei sociologi è quella di ragionare in termini di network,

separando i singoli elementi del contesto e analizzando le varie relazioni che si creano tra di essi. Se ci si sofferma solamente al ragionamento sul rapporto tra il contesto e l'artefatto, si tende, così facendo, a pensare in maniera separata sia i nodi (ovvero i legami), sia gli artefatti stessi.

Il network non è costituito da elementi che sussistono in modo indipendente tra di loro (che vivono cioè in modo separato) e solo successivamente entrano in relazione, ma bensì ciò che rende tali elementi quello che sono è proprio il fatto di appartenere a una determinata rete, a un determinato contesto e quindi al sistema sociale stesso. Se si toglie un singolo elemento da una rete, esso perde le sue caratteristiche e in alcuni casi può anche scomparire del tutto (Latour 1987).

Dunque, ciò che solitamente si tende a pensare come elementi separati, oggetti, persone, istituzioni e organizzazioni, sono invece dotati di esistenza poiché inseriti all'interno di una rete, in una dinamica di processo e quindi di relazione.

Nell'analisi di un'innovazione tecno scientifica come quella del vaccino, il contesto in cui si sviluppa tale artefatto permette di osservare in modo rilevante la progressiva configurazione di un contesto sociale all'interno del quale troviamo i gruppi sociali coinvolti, gli utilizzatori finali e i cittadini, che in questo specifico scenario hanno giocato un ruolo decisivo nello sviluppo dell'innovazione. Sia opponendosi a quest'ultima che sostenendola, essi hanno contribuito a definire un network entro il quale il vaccino a mRNA ha potuto opportunamente funzionare e stabilizzarsi.

Questa eterogeneità di idee e opinioni che ha contribuito allo sviluppo del vaccino, permette di introdurre una proprietà fondamentale del modello SCOT che permette a una data innovazione non solo di consolidarsi all'interno di uno specifico contesto ma di essere considerata anche socialmente accettabile.

1.4 Flessibilità interpretativa

La flessibilità interpretativa è la proprietà del modello SCOT che consente all'artefatto di essere interpretato in modo diverso dai vari gruppi sociali. Secondo Bijker: "Esistono quindi altrettanti artefatti quanti sono i gruppi sociali pertinenti; e non esiste alcun artefatto che non sia costituito da un gruppo sociale pertinente" (Bijker 1995: 55).

Nella fase iniziale dello sviluppo di un artefatto alcune sue funzioni vengono assimilate dai soggetti in modo tecnico ovvero osservando il suo meccanismo per poter definire a quale problema esso può rispondere. In questa fase, l'innovazione è ancora lontana dalla sua totale affermazione e per questo essa è destinata a subire ulteriori cambiamenti da parte dei GSP.

A mano a mano che i diversi GSP entrano a far parte del processo di sviluppo di un'innovazione, l'oggetto stesso viene migliorato sulla base delle esigenze di quei gruppi ma allo stesso tempo incontra la resistenza dei GSP che vengono ostacolati da quella innovazione. Si viene a creare così una vera e propria triangolazione composta da problema, GSP e soluzione attraverso la quale si è in grado di ricostruire, analizzare e spiegare il processo di sviluppo di un artefatto, considerando anche tutto ciò che può essere inteso come "deviazione".

In questa seconda fase quindi si apre un vero e proprio dibattito fra i gruppi sociali pertinenti nel quale ciascuno tenta di imporre la propria visione dell'artefatto e al tempo stesso cerca di proporre agli altri una sua definizione definitiva. Il tentativo è proprio quello di capire quale sia l'idea migliore che l'oggetto debba assumere non solo dal punto di vista funzionale e tecnologico ma anche sociale (l'innovazione deve essere socialmente accettata).

La triangolazione problemi - GSP - soluzioni e la flessibilità interpretativa dell'artefatto sono due meccanismi fondamentali del modello SCOT e risultano cruciali nello sviluppo e nel consolidamento di un'innovazione in quanto generano una rete di GSP in grado di sostenere l'affermazione del nuovo artefatto, di

legittimarne l'uso e dunque l'esistenza di esso nel nuovo contesto sociale che a sua volta si è progressivamente costruito attorno all'innovazione, mediante i processi di cambiamento e trasformazione spesso molto lenti e complessi.

1.5 Chiusura e stabilizzazione

Tutte le diverse interpretazioni dei singoli GSP raggiungono alla fine del processo, una situazione di consenso tra i gruppi sociali pertinenti che fino a questo momento hanno interagito tentando di prevalere l'uno sull'altro. Questa fase viene definita nel modello SCOT come “chiusura e stabilizzazione” e, come suggerisce la parola stessa, riconduce a un meccanismo di chiusura e quindi all'affermazione di una data innovazione. A questo punto l'artefatto può essere definito stabile e può così iniziare la sua vita all'interno del contesto in cui si è sviluppato. Da questo momento in poi, dunque, l'innovazione non è più modificabile, smettendo così di essere aperta a nuove visioni da parte dei GSP o a nuove possibilità di utilizzo. È sicuramente possibile che si possano formare nuovi GSP pronti a riprogettare l'utilizzo dell'artefatto, ma data la sua nuova natura stabile, i cambiamenti che esso può subire avvengono all'interno della sfera personale del singolo soggetto ma non dal punto di vista sociale. Ciò che quindi può essere differenziato è il suo uso sociale e in alcuni casi l'artefatto può subire degli “aggiornamenti” che siano però coerenti con i limiti imposti dalla sua natura (Bijker 1995).

1.6 Il modello della tripla elica: politiche della tecnoscienza

Per comprendere come il modello SCOT possa essere applicato al giorno d'oggi in un'analisi riguardante il vaccino a mRNA, è importante evidenziare ancora una volta la rilevanza strutturale del contesto, degli elementi e della loro relazione entro i quali si sviluppa l'innovazione scientifica.

Il vaccino a mRNA, come innovazione tecno scientifica, si colloca all'interno di quella che viene definita da Silvio Funtowicz e Jerry Ravetz "Scienza post-normale", ovvero un ambito di studio della scienza che analizza situazioni in cui non si hanno esiti certi, non si possono prevedere i cambiamenti, le decisioni sono urgenti e le conseguenze possono essere catastrofiche (Funtowicz e Ravetz, 1990).

Questa condizione di precarietà e incertezza non rende di certo facile poter prendere delle decisioni, in quanto non c'è nessuna disciplina o esperto in grado di affrontare tutti gli aspetti in modo chiaro. Per ovviare questo problema è quindi necessario un ampliamento di punti di vista da cui osservare, in modo tale da tener conto della maggior parte possibile delle variabili. In altre parole, nell'ottica della scienza post normale, è fondamentale che le decisioni non si basino esclusivamente su numeri o modelli prefissati, ma ad essi dev'essere affiancata una vera e propria "comunità di pari" in cui sia esperti di varie discipline scientifiche, che tutti coloro che hanno uno o più interessi su una data questione, abbiano voce in capitolo.

Il concetto di scienza post-normale risulta essere quindi uno strumento analitico utile e applicabile alle dinamiche che riguardano il vaccino a mRNA: di fronte alla problematica evidenziata dall'avvento del Covid-19 studiosi, ricercatori e non solo, hanno sperimentato una forma estrema di incertezza nel loro ambito di studio, trovandosi a dover prendere delle decisioni complesse e decisive riguardo a un fenomeno che fino a quel momento non era mai stato affrontato. Data la natura complessa e incerta degli eventi, le tradizionali strategie di problem solving basate su approcci metodologici prefissati e algoritmi non erano sufficienti per risolvere

il problema che riguardava non solo il virus in sé e le sue conseguenze per la salute, ma anche tutto l'ambito di decisioni rivolte alle strutture ospedaliere e istituzionali. Di fronte all'imprevedibilità di questo scenario è stato dunque, decisivo considerare una nuova prospettiva che tenesse conto sia del tradizionale approccio che di punti di vista diversi, richiedendo ai gruppi sociali coinvolti (scienziati, università, aziende farmaceutiche, istituzioni) di muoversi verso l'idea di una "comunità di pari" finalizzata a promuovere diversi contributi, individuali o collettivi, utili alla risoluzione del problema.

È in questa prospettiva di cooperazione e collaborazione che il modello a tripla elica rappresenta il raggiungimento della consapevolezza di dover adottare un nuovo tipo di approccio all'innovazione e dunque risulta anch'esso un metodo analitico utile attraverso il quale osservare lo sviluppo del vaccino a mRNA.

Nel 2000, gli studiosi Etzkowitz e Leydesdorff pubblicarono un articolo in cui affermarono l'importanza di non pensare all'innovazione come un processo che si può governare con una visione stato-centrica o con una visione liberista. La visione stato-centrica considerava lo Stato come unico attore in grado di governare l'innovazione tecnologica, mentre la visione liberista comprendeva altri attori, ovvero le Università e le imprese, le quali però agivano separatamente. Da questo momento in poi si comincerà a comprendere il bisogno di pensare ad uno sviluppo dell'innovazione all'interno di organizzazioni di tipo ibrido, in cui Stato, industria e università si sovrappongono e collaborano tra loro (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000).

Questa visione, proposta dal modello della tripla elica, fa sì che si vadano a sviluppare quelle che vengono definite le politiche di governo dei processi di innovazione: politiche della scienza, politiche della tecnologia e politiche dell'innovazione (Lundvall e Borrás, 2005).

Le politiche riguardanti le ricerche scientifiche si occupano di finanziare, sostenere e promuovere la ricerca, con l'obiettivo di produrre nuova conoscenza. Quando si

parla di politiche della scienza, si ha a che fare principalmente con destinatari come ricercatori scientifici e chi disegna tali politiche (in parte sono i ricercatori stessi). Uno dei temi centrali delle policy della ricerca scientifica è quello che riguarda la distribuzione delle risorse: lo Stato offre le proprie risorse non solo alle comunità scientifiche per permettere l'avviamento di nuove attività di ricerca, ma anche alle Università o alle istituzioni di ricerca pubblica e semi-pubblica, per incitare la recluta di nuovi ricercatori.

La verifica dei risultati ottenuti dalle ricerche è compiuta dalla stessa comunità scientifica, la quale adotta il criterio della revisione tra pari o "*peer review*", che consiste nella "lettura critica e nella revisione di un lavoro di ricerca, prima della sua pubblicazione in una rivista scientifica, da parte di esperti della materia trattata nell'articolo che si possono quindi considerare alla pari con gli autori" (Arnaldi, 2020: 77). In seguito a questo controllo, nel quale si possono apportare delle modifiche, l'articolo viene pubblicato. Questo processo viene adottato anche per valutare il progetto di una ricerca, in modo tale da verificare se sia opportuno o meno il finanziamento.

Come si fa quindi a capire chi ha lavorato meglio? Nella distribuzione delle risorse monetarie statali, è importante individuare anche chi più merita il finanziamento misurando la produzione scientifica di articoli che vengono pubblicati ogni anno nelle ricerche scientifiche. Ciò che fa la differenza è il numero di citazioni che un articolo riceve durante l'anno: più citazioni si ricevono, più il lavoro è stato preso in considerazione. Questo perché se un articolo viene usato come riferimento per un altro, significa che è risultato utile e interessante per il proseguimento di altre ricerche, quindi i ricercatori meriteranno altri finanziamenti.

Le politiche della tecnologia si rivolgono, anch'esse, alle Università e ai centri di ricerca ma con una particolarità: viene sottolineato il loro rapporto con l'Industria. Più precisamente, i fondi vengono destinati alle tecnologie o ai settori tecnologici, definiti fondamentali per il benessere e lo sviluppo economico di una società. Ciò che accomuna questo ramo di politiche con quello della scienza, è la selezione di

tecnologie o settori tecnologici più efficaci nel conseguimento degli obiettivi politici prestabiliti, ai quali destinare le risorse. Ritornando alla particolarità di queste politiche, che esaltano il rapporto tra Università e Industria, dobbiamo sottolineare che i finanziamenti non sono solo rivolti ai due sistemi ma incentivano anche la formazione di alleanze fra enti di ricerca ed imprese.

Infine, le politiche di innovazione sono rivolte ad un sistema molto più complesso che coinvolge non solamente lo Stato, l'Università e l'Impresa, ma viene compresa tutta la Società.

Il modello a tripla elica, citato precedentemente, viene amplificato e in questo senso ciò che caratterizza queste politiche è il loro legame con la società. In particolar modo, si pone attenzione su tutti gli aspetti che normalmente vengono considerati elementi contestuali, che si tende a lasciare sullo sfondo, ma che in realtà sono decisivi, ad esempio, le infrastrutture. Queste ultime comprendono tutta quella serie di investimenti per la costruzione di reti di comunicazione, politiche urbanistiche e tutto ciò che ha a che vedere con gli aspetti materiali per sostenere lo sviluppo. Per finanziare efficacemente questo sistema, vengono adottati degli *strumenti di policy orizzontali*, rivolti non solo alla ricerca scientifica o a dei settori tecnologici, ma all'economia e alla società nel loro complesso.

L'analisi teorica del modello della tripla elica e il modello SCOT costituiscono le basi sulle quali partire per poter analizzare in modo specifico il vaccino a mRNA che attualmente risulta essere una delle innovazioni scientifiche più importanti degli ultimi anni. Come vedremo nel capitolo successivo, nel lungo processo di studio di questo nuovo vaccino, verranno riproposte frequentemente le applicazioni teoriche di questi due modelli, in particolar modo la triangolazione problema-GSP-soluzione, in riferimento al modello SCOT e per quanto concerne il modello della tripla elica si osserverà il ruolo cruciale di istituzioni, aziende e università e la loro collaborazione nello sviluppo e nell'affermazione del vaccino a mRNA.

CAPITOLO II

ORIGINI E SVILUPPO DEL VACCINO

2.1 Gli albori del vaccino

La vaccinazione, così come oggi la conosciamo, è considerata una tra le più importanti scoperte scientifiche prodotte dall'uomo. Per poter analizzare in particolar modo un'innovazione come il vaccino a mRNA è utile, anche da un punto di vista sociologico, ricostruire le fondamenta del vaccino in sé, le sue origini, ma soprattutto cosa esso rappresenta.

La storia del vaccino ha antiche origini e come la maggior parte delle innovazioni, nasce dalla necessità di risolvere un problema: in epoche antiche l'alto tasso di mortalità era spesso causato dalle condizioni di vita in cui vivevano gli individui, che favoriva soprattutto la presenza e il proliferare di agenti patogeni infettivi per i soggetti in queste condizioni. Si osservava spesso che, durante le epidemie, qualche fortunato riusciva a far fronte al virus e la sopravvivenza a una certa malattia determinava, in molti casi, l'immunizzazione del soggetto guarito nel caso in cui la stessa malattia si fosse riproposta successivamente (Behbehani 1983).

Il vaiolo, in particolare, fu uno dei virus più letali che l'uomo dovette affrontare, soprattutto per la violenza con cui il virus si manifestava, attraverso lesioni con la presenza di pustole sulla pelle in grado di lasciare segni permanenti sul corpo dei sopravvissuti.

Di fronte all'enorme quantità di soggetti vittime del virus, si iniziarono a sperimentare e introdurre metodi come quello della variolizzazione per cercare di immunizzare i soggetti colpiti. La pratica della variolizzazione (termine che deriva dal "vaiolo") consisteva nel prelevare del pus da persone lievemente infette dal vaiolo e a sua volta contagiare volutamente dei soggetti sani, al fine di renderli immuni dalle varianti più gravi del virus. Questa pratica era molto comune già dal primo millennio in Asia e in India, ma non ancora troppo conosciuta in Europa e

in Occidente in generale, tanto che alla fine del XVIII secolo il vaiolo era ancora la malattia responsabile di quasi il 20% dei decessi (Huth 2006).

Nel capitolo precedente si è parlato di come nella nascita di un'innovazione sia centrale la triangolazione “problema, GSP, soluzione” - evidenziata dal modello SCOT - che spingerebbe i gruppi sociali pertinenti a ricercare, dunque, una soluzione idonea rispetto al problema che gli si presenta. Possiamo applicare lo stesso approccio anche all'analisi del processo di sviluppo e stabilizzazione dei vaccini.

La malattia era presente in molte delle grandi città europee e si stima che tra il 1700 e il 1800 il vaiolo fu responsabile della morte di circa 400.000 persone ogni anno e portò alla cecità oltre un terzo della popolazione alla fine del XVIII secolo. La necessità, quindi, di trovare una soluzione definitiva al problema delle malattie, spinge gli studiosi dell'epoca a osservare il fenomeno da un punto di vista diverso rispetto a quello utilizzato fino a quel momento: nonostante fosse stata introdotta la variolizzazione, questa sembrava essere insufficiente a combattere l'epidemia e le ricerche di metodi più efficaci continuava in modo assiduo.

La svolta avviene grazie agli studi condotti da un medico inglese, Edward Jenner, il quale osservò per la prima volta il problema da una prospettiva differente rispetto a quella tradizionale. Più precisamente, nel 1796, si presenta nel suo studio medico una signora di nome Sarah Nelmes: la donna presenta un'eruzione cutanea su una mano molto simile a quella del vaiolo e Jenner le diagnostica un'infezione da vaiolo bovino, una forma diversa del vaiolo, che si manifesta sulle vacche e che è in grado di attaccare anche gli esseri umani ma in forma molto lieve e limitatamente alla zona di esposizione (soprattutto sulle mani).

Grazie a questa esperienza, il medico inglese cambia prospettiva e conduce un esperimento per confermare la sua ipotesi, secondo la quale, sarebbe stato più sicuro utilizzare il vaiolo bovino come metodo per immunizzare i soggetti dal vaiolo umano: il 14 maggio 1796, Edward Jenner praticò delle piccole incisioni

sul braccio di un bambino, James Phipps (figlio del suo giardiniere), e introdusse al loro interno del materiale infetto estratto dalle pustole presenti sulla mano della signora Sarah (a loro volta infette dal vaiolo bovino). Il bambino manifestò i sintomi del vaiolo ma in forma leggera e si riprese nel giro di poco tempo, ma era necessario verificare che la variolizzazione effettuata con il vaiolo bovino fosse in grado di fornire immunità anche con il vaiolo umano e così Jenner infettò James con una dose di vaiolo umano. L'esperimento ebbe largo successo e il medico concluse che il vaiolo bovino forniva l'immunità anche nei confronti del ceppo di vaiolo umano (Behbehani 1983).

Nonostante i metodi utilizzati da Jenner, che al giorno d'oggi risulterebbero totalmente illegali, si può dire che questa sia una delle scoperte più importanti mai fatte dalla scienza e l'intervento sanitario effettuato ha rappresentato la salvezza per il genere umano. Edward Jenner decise di chiamare la sua scoperta "vaccinazione", dalla parola "vaccinia", ovvero la traduzione latina del vaiolo bovino.

Nel 1797 Jenner inviò una breve informativa alla Royal Society in cui descrisse il suo esperimento e le conseguenti osservazioni e un anno dopo, nel 1798, pubblicò privatamente un libro intitolato "*An Inquiry into the Causes and Effects of the Variolae vaccinae, a Disease Known by the Name of Cowpox*" che può essere considerato il primo tentativo scientifico di controllare una malattia infettiva mediante l'utilizzo della vaccinazione.

Nonostante l'innovazione avesse ottenuto un enorme consenso in tutta Europa, non mancarono oppositori e atti di derisione a carico di Jenner per la sua attività da parte di gruppi di attivisti (molto simili per certi versi ai cosiddetti "no-vax" odierni) che preferivano morire di vaiolo piuttosto che vaccinarsi. Non solo, anche il clero si oppose poiché riteneva che non si potesse infettare il corpo umano (considerato sacro) con sostanze provenienti da esseri inferiori come le vacche.

Malgrado gli ottimi risultati raggiunti grazie alla vaccinazione, all'inizio del ventesimo secolo, il vaiolo era ancora una malattia pericolosa in tutto il mondo e solo negli anni '50 furono implementate una serie di misure di controllo e la malattia fu debellata in molte aree dell'Europa e del Nord America. In molti paesi in via di sviluppo però, la malattia provocava ancora conseguenze catastrofiche. Nel 1959 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) lanciò un'iniziativa per debellare il vaiolo in tutto il mondo attraverso specifiche strategie di controllo e contenimento: esattamente 21 anni dopo, nel 1980, l'OMS annunciò che il vaiolo era diventata la prima malattia infettiva eradicata da un'azione umana intenzionale (Tognotti 2010).

Osservare il processo di affermazione della vaccinazione così come oggi la intendiamo ci permette di far luce su alcuni aspetti utili al fine di comprendere meglio lo sviluppo del vaccino a RNA.

La storia del vaccino contro il Covid-19 è di certo una storia di cooperazione internazionale, ambientata in laboratori scientifici all'avanguardia dove i protagonisti sono ovviamente gli scienziati, ma anche le diverse istituzioni e le università, senza le quali probabilmente ad oggi non si sarebbero ottenuti gli investimenti necessari allo sviluppo del vaccino. Grazie a questo, infatti, i tempi sono stati molto rapidi e serrati e in poco meno di un anno ben tre case farmaceutiche hanno messo a disposizione le loro tecnologie di immunizzazione.

Con la pandemia causata dal Covid-19, i ricercatori hanno potuto iniziare a lavorare direttamente sulla sequenza del genoma poiché gli scienziati cinesi l'hanno resa pubblica. Ciò significa che la ricerca stessa si è basata su piattaforme digitali e digitalizzazione, aspetto molto importante che ha permesso a questa innovazione di stabilizzarsi velocemente, un'idea che ai tempi di Jenner era ancora impensabile.

Nonostante le innumerevoli differenze, le vicende del vaccino contro il Covid-19 e contro il vaiolo hanno un punto in comune: entrambe devono il successo delle

loro innovazioni alla cooperazione. Nel caso del Covid-19 si può parlare di cooperazione tra istituzioni, università, aziende e scienziati mentre nel caso del vaiolo, nonostante l'inclinazione verso la guerra prodotta dagli scontri del 1800 e del 1900, gli stati si sono impegnati a convergere i loro sforzi verso le campagne di vaccinazione facendo sì che nel 1980 il vaiolo fosse finalmente debellato.

2.2 Il funzionamento dei vaccini a RNA

Nel paragrafo precedente si è parlato del lungo processo di nascita e affermazione della vaccinazione, così come oggi la intendiamo, tralasciando però le specifiche tecniche sulle quali si basa un vaccino e che in questo caso di studio costituiscono il punto di svolta per l'innovazione presa in esame e per gli studi scientifici. È importante ricordare infatti che i vaccini a RNA fanno parte di una categoria di vaccini del tutto nuova che, in quanto tale, non può essere in alcun modo paragonata con qualunque vaccino creato in precedenza.

Dopo la scoperta della struttura molecolare della doppia elica del DNA nel 1953, i ricercatori si sono posti l'obiettivo di studiare più attentamente la struttura dell'acido ribonucleico (o RNA) per comprendere le basi molecolari della vita. Grazie a questi studi si è potuto appurare l'esistenza di molteplici varietà di forme dell'RNA nelle nostre cellule, che svolgono tutte diverse funzioni e attività, tra cui: RNA messaggero (mRNA), RNA di trasferimento (tRNA) e RNA ribosomiale (rRNA).

L'RNA messaggero è un filamento composto principalmente da sequenze codificanti; cioè, trasporta l'informazione genetica per la sequenza amminoacidica di una proteina al ribosoma, dove viene sintetizzata quella particolare proteina.

In altre parole, l'mRNA trasporta le istruzioni per costruire una proteina all'interno dei ribosomi, situati a loro volta all'interno del citoplasma, fuori dal nucleo (dove invece è contenuto il DNA). I ribosomi leggono le istruzioni portate dall'mRNA e

attaccano l'uno all'altro gli amminoacidi ovvero i “mattoni” con cui si costruiscono le proteine. Questo processo di costruzione delle proteine è messo in atto non solo dall'uomo, ma da tutti gli esseri viventi (Clancy 2008).

Anche i virus, in quanto esseri viventi, utilizzano l'mRNA per costruire le proteine e nel caso del SARS-CoV-2 (il virus che causa il Covid-19) questa proteina è chiamata *spike* ed è presente sull'involucro esterno della molecola. Questa proteina funge da uncino e permette al virus di agganciarsi alle cellule delle vie respiratorie e di insediarsi così nell'organismo che contrae il virus. Normalmente, quando un soggetto si ammala, il corpo attiva un importante meccanismo di difesa attraverso la produzione di anticorpi che hanno la funzione di combattere il virus e di distruggerlo.

I ricercatori hanno infatti verificato che di fronte ad un'infezione da SARS-CoV-2 nel corpo umano veniva emessa una risposta anticorpale da parte delle cellule, confermando il fatto che l'organismo umano era in grado di riconoscere il virus come un meccanismo estraneo da distruggere attraverso la creazione di anticorpi. Tramite le analisi del sangue degli anticorpi prodotti è stato possibile comprendere che questi andavano a riconoscere proprio la proteina spike presente attorno all'involucro esterno del virus e quindi si è reso necessario andare a cercare all'interno del codice genetico del SARS-Cov-2 le informazioni per produrre la proteina stessa.

Avere a disposizione l'intero codice genetico del virus ha permesso a medici, scienziati, ricercatori, biotecnologi e bioinformatici di identificare, tramite una tecnica di laboratorio chiamata *trascrizione in vitro* e diversi processi di purificazione, molecole di mRNA da consegnare ai ribosomi, presenti nelle cellule del corpo umano (nel citoplasma), per fargli costruire la proteina spike.

Si utilizzano filamenti di mRNA ottenuti in laboratorio per iniettarli come vaccino facendo sì che l'organismo produca la proteina spike che a questo punto viene riconosciuta come “estranea” dal sistema immunitario, il quale produrrà quindi

anticorpi diretti contro questa proteina. Da questo momento in poi, quando il soggetto viene a contatto con il virus, gli anticorpi si legheranno alla proteina spike sulla superficie del virus, distruggendolo.

In altre parole, riconoscendo il corpo estraneo, l'organismo attiva la risposta immunitaria dapprima con l'innalzamento della temperatura ma soprattutto con la creazione di anticorpi in grado di riconoscere la proteina che ricopre il SARS-CoV-2 (Lundstrom 2020).

Questo sistema utilizza in sostanza le armi del virus per combattere il virus stesso, ed è proprio questo il punto di svolta che fa sì che questa si possa definire una vera e propria rivoluzione medica senza precedenti. Nei vaccini classici, infatti, vengono principalmente iniettati dei ceppi attenuati del patogeno da combattere e il corpo produce di conseguenza gli anticorpi senza però subire delle gravi lesioni proprio a causa dell'utilizzo di ceppi molto indeboliti (proprio come nel caso del vaccino contro il vaiolo)

L'mRNA è però una molecola molto fragile, che si degrada facilmente, soprattutto a temperatura ambiente, ed è per questo che è indispensabile mantenere una temperatura molto bassa per poter preservare le sue caratteristiche (Schlake, Thess, Fotin-Mleczek, Kallen 2012).

Genetisti, medici, biotecnologi, biologi e ricercatori di diverse discipline, hanno saputo racchiudere all'interno di una piccola molecola di RNA, un codice, delle istruzioni, che indicano al corpo umano come combattere un patogeno, senza fornire il patogeno stesso (come avveniva in precedenza). È più facile, infatti, trasportare un'informazione codificata all'interno di un RNA messaggero piuttosto che trasportare il patogeno stesso.

2.3 Katalin Karikò: il volto del vaccino

Ciò che viene naturale domandarsi di fronte ad un'innovazione come quella appena descritta nel paragrafo precedente è “Chi ha scoperto l'mRNA? Chi ha ideato il vaccino?” e la risposta più adeguata a queste domande è che dipende da cosa si intende per "scoperto", poiché si potranno avere risposte diverse a seconda di quale parte della storia dell'mRNA si sta considerando.

Il modello SCOT esprime con chiarezza che quando si ha a che fare con la scienza e le sue innovazioni, una serie di gruppi sociali pertinenti affronta un problema, utilizzando tecniche diverse, osservandolo da diverse angolazioni, prima che si possa giungere a una svolta che chiarisca ciò che fino a quel momento era considerato problematico.

Di fatto l'mRNA è il prodotto di anni di lavoro e di studio da parte di una comunità di ricercatori che, raccogliendo diverse tipologie di ipotesi, esperimenti e prove, ha risolto un problema che in questo momento può sembrare ovvio ma che all'epoca risultava estremamente complesso. A conferma di ciò, attualmente non è ancora stato assegnato nessun Premio Nobel per la sua scoperta, sebbene l'mRNA abbia un'importanza decisiva nello studio e nella comprensione della funzione genica. L'mRNA che oggi conosciamo, è frutto di un percorso tortuoso intrapreso più di mezzo secolo fa dal lavoro di un gran numero di studiosi che, a mano a mano, nel corso degli anni, hanno introdotto nuove idee, nuovi punti di vista e nuove opinioni. Si potrebbe affermare, ad esempio, che il primo studioso a sostenere l'ipotesi della sintesi proteica dell'RNA è stato André Boivin nel 1947, che i primi risultati, su quello che ad oggi chiamiamo mRNA, siano stati ottenuti dal gruppo di Al Hershey nel 1953 e da Volkin e Astrachan nel 1956. Si potrebbe sostenere che l'ipotesi dell'esistenza effettiva dell'mRNA, con le caratteristiche che oggi gli vengono attribuite, sia dovuta a un'intuizione di Brenner e Crick e che successivamente Jacob e Monod gli abbiano attribuito il nome. Di fronte alla molteplicità di attori coinvolti, non risulta così insolito comprendere il motivo

della non assegnazione di un Nobel: limitarsi a nominare due o tre studiosi, basandosi sulla priorità di pubblicazione dei risultati, non sarebbe in linea con la complessità di ciò che è realmente accaduto (Cobb 2015).

Risulta, quindi, impossibile attribuire il merito definitivo a un unico individuo, ma nella lunghissima storia dell'mRNA, Katalin Karikò assume un ruolo decisivo poiché rappresenta colei che per prima iniziò a pensare all'utilizzo di questa molecola come cura, ancor prima dell'avvento del Covid-19.

Katalin Karikò nasce in un piccolo paese dell'Ungheria comunista a metà anni '50 chiamato Kisujszallas, in piena guerra fredda, in una famiglia che conduceva una vita molto semplice. Già a 16 anni aveva manifestato l'intenzione di diventare una scienziata e più tardi fu una delle poche studentesse ad essere ammessa all'università di biologia, dove per la prima volta sentì parlare di RNA messaggero.

La studiosa si appassionò fin da subito all'mRNA e cominciò la sua carriera a 23 anni quando entrò a far parte del centro di ricerca biologica di Szeged dove, sintetizzando la molecola in laboratorio, le viene l'idea che l'avrebbe perseguitata per il resto della sua vita: date le specifiche caratteristiche della molecola dell'RNA messaggero (precisate nel paragrafo precedente) si potrebbero impartire precise istruzioni a mRNA sintetici in modo tale da far produrre alle cellule ciò che si vuole come ad esempio insulina in un paziente diabetico. Nonostante gli innumerevoli sforzi per produrre molecole di RNA messaggero ad effetto terapeutico, gli esperimenti non funzionarono e Katalin Karikò e il resto dei ricercatori persero il sostegno finanziario dell'azienda farmaceutica ungherese, ritrovandosi senza stipendio.

Dopo aver fatto richiesta per un lavoro negli Stati Uniti, nel 1985 la studiosa lascia l'Ungheria insieme al marito e alla figlia, dichiarando: "Avevamo un po' di denaro raccolto dalla nostra famiglia. Ma all'epoca non si poteva far uscire contante dal paese, così lo abbiamo nascosto nell'orsetto di peluche di nostra figlia" (Herzberg, Hecketsweilerg 2021: 41).

Alla Temple university di Filadelfia, Katalin continua a studiare l'mRNA ma fatica a trovare finanziamenti perché la molecola viene considerata come il “cugino dimenticato” del DNA che al contrario attirava fiumi di sostenitori e di denaro. Nel 1990 infatti, negli Stati Uniti era iniziato il progetto genoma umano e questo portava la maggior parte degli esperti del settore a studiare i geni, per utilizzarli nella terapia genica, tralasciando di gran lunga lo studio dell'RNA.

Dopo due anni alla Temple university, Karikò viene assunta dalla UPenn, l'importante università della Pennsylvania, dove assieme ad altri scienziati si dedica anch'essa allo studio della terapia genica per curare la fibrosi cistica e il cancro, ma a differenza dei suoi colleghi Katalin voleva utilizzare l'RNA al posto del DNA. Questa scelta le crea non pochi problemi tanto che nel 1995 viene esclusa dall'insegnamento e retrocessa a ruolo di ricercatrice, fino a quando nel 1998 incontra un collega della UPenn university, l'immunologo Drew Weissman che all'epoca stava studiando il virus dell'HIV e cercava di sviluppare un vaccino contro l'aids con il DNA. I due scienziati iniziano a collaborare, pensando di poter utilizzare l'RNA come una vera e propria arma contro l'aids ma lavorare con questa molecola era molto complesso: “Il corpo convinto di dover combattere un intruso, un batterio o un virus, invia le sue truppe di difesa provocando gravi infiammazioni. In laboratorio i topi ci rimettevano la salute e spesso la vita” (Herzberg, Hecketsweiler 2021: 42).

La svolta arriva nel 2005 quando, dopo aver effettuato più di 140 modifiche alla struttura dell'RNA (basi, gruppi chimici, zuccheri e struttura), due di queste sembrano portare grossi risultati: Karikò e Weissman danno vita a un RNA modificato che non scatenava l'attivazione delle cellule immunitarie (evitando così una reazione infiammatoria), ma al contrario produceva proteine. È proprio da questo momento in avanti che si è aperta la strada per lo sviluppo futuro del vaccino anche grazie al continuo susseguirsi di risultati incoraggianti che portarono la comunità scientifica (precedentemente scettica) a ricredersi

sull'utilizzo dell'RNA nella produzione di farmaci e vaccini (Karikò, Buckstein, Ni, Weissman 2005).

Gli studi e le pubblicazioni continuarono a lungo fino a quando nel 2013 la studiosa ungherese, stanca di essere trattata male dall'Università della Pennsylvania, decise di andarsene, prima sostenendo un colloquio con Moderna nel Massachusetts e successivamente si spostò definitivamente in Europa, precisamente in Germania dove ricevette numerose proposte.

Come precisato all'inizio del paragrafo, è quasi impossibile poter definire in modo sicuro chi sia effettivamente l'ideatore del vaccino a RNA, ma nella lunga strada di sviluppo e progettazione di questa molecola, Katalin Karikò e Drew Weissman rappresentano sicuramente un punto di svolta.

Analizzando il processo di sviluppo di questa innovazione da un punto di vista lineare, si potrebbe erroneamente attribuire a Katalin l'ideale romantico dell'inventore solitario al quale riconoscere tutti i meriti della sua scoperta. Osservando, però, l'evoluzione della storia della ricercatrice ungherese durante il processo di studio della nuova molecola, si può affermare che non sono mancati i fallimenti da parte della studiosa. La strada per il successo è stata per la gran parte in salita, ritrovandosi a dover spesso combattere per la propria idea sullo studio dell'RNA, aspetto che la portò a perdere la cattedra alla UPenn, retrocedendo al ruolo di ricercatrice. Di certo un'immagine molto lontana da quella dell'eroe e del genio promotore di un'innovazione rivoluzionaria.

Inoltre, c'è da tenere presente che Katalin Karikò deve le proprie scoperte a studi precedenti e a risultati ottenuti grazie al contributo di altri studiosi, altri gruppi sociali pertinenti che sono intervenuti nel processo di sviluppo dell'innovazione, promuovendo metodi differenti e punti di vista opposti.

Come vedremo nel paragrafo successivo, "l'entrata in campo" delle aziende farmaceutiche è stata decisiva nel processo di sviluppo del vaccino sia da un punto di vista economico, sia per quanto riguarda il contributo di nuovi attori, che con il

loro lavoro hanno favorito la nascita del vaccino, promuovendo conoscenze ed esperienze di ricerca e di studio.

2.4 Una corsa per il potere: le aziende farmaceutiche

L'enorme successo ottenuto dalle pubblicazioni di Katalin Karikò e Drew Weissman attira l'attenzione sia di numerose startup scientifiche che di aziende biotecnologiche, in particolare nascono "BioNTech" in Germania e "Moderna" negli Stati Uniti.

Derrick Rossi, originario di Toronto, è il volto a capo dell'azienda Moderna che nel 2005 (quando Karikò e Weissman pubblicano la loro importante scoperta) era impegnato nello studio delle cellule staminali come cura per diverse patologie.

Nel 2007, dopo aver analizzato e studiato le pubblicazioni dei due medici della UPenn, entra a far parte della Harvard Medical School come nuovo assistente professore, gestendo un proprio laboratorio. Basandosi sulle scoperte di Karikò e Weissman, Rossi si chiedeva se l'mRNA modificato potesse essere il mezzo attraverso il quale produrre nuove cellule staminali per la cura delle malattie. Queste ultime, infatti, possono trasformarsi in qualsiasi tipo di cellula del corpo offrendo così il vantaggio di poter trattare un enorme quantità di patologie come, ad esempio, il morbo di Parkinson o lesioni del midollo spinale.

L'idea di Rossi era quella di utilizzare l'mRNA modificato come fonte da cui produrre le cellule, evitando così le numerose polemiche che in quegli anni lo accusavano di utilizzare cellule staminali, raccolte però da embrioni scartati.

Dopo innumerevoli esperimenti, nel 2009, Rossi riuscì a riprodurre la sua idea e contattò un suo collega, Timothy Springer, anche lui professore ad Harvard, che a sua volta si mise in contatto con il professore e inventore di ingegneria biomedica Robert Langer, una figura di enorme importanza nel settore ed esperto di tecnologie di somministrazione dei farmaci. Osservando i risultati ottenuti dalle

sperimentazioni di Rossi, Langer si rende conto che le scoperte del ricercatore possono andare ben oltre lo studio delle cellule staminali, verso la ricerca di nuovi farmaci prodotti grazie alla tecnologia dell'mRNA.

Anche grazie all'appoggio di Langer, nel 2010, Derrick Rossi riesce a conquistare il favore di un importante imprenditore e uomo d'affari, Noubar Afeyan, e nel giro di pochi mesi Rossi, Langer e Afeyan fondano una nuova azienda chiamata Moderna il cui significato è "modified RNA", termine che si rifà all'innovazione pubblicata da Karikò e Weissman nell'ormai lontano 2005 ¹

Il problema era quindi il brevetto della pubblicazione, registrato dall'università, nel quale Katalin Karikò e Drew Weissman erano citati come ideatori. I due scienziati della UPenn tentarono di comprarne la proprietà ma la cifra ammontava a 300.000 dollari e successivamente, solo grazie a un'azienda del Wisconsin, la CellScript, i due scienziati riuscirono a comprarne i diritti. L'azienda Moderna cercò di acquisire a sua volta i diritti ma le trattative fallirono e nel 2013 provarono dunque ad assicurarsi anche le prestazioni di Karikò, offrendole un posto di lavoro, ma la ricercatrice rifiutò poiché sarebbe stata costretta a rinunciare al suo lavoro sull'mRNA.

Nonostante l'importante contributo di Rossi nella nascita dell'azienda Moderna e nell'evoluzione della tecnologia a mRNA, il ricercatore rimase troppo concentrato nello studio delle cellule staminali, abbandonando l'ipotesi di poter creare un vaccino.

L'altra grande protagonista della storia di questo vaccino è l'azienda BioNTech, fondata nel 2008 a Magonza (Germania) da Uğur Şahin e Özlem Türeci, marito e moglie, entrambi medici e figli di immigrati turchi. La coppia da oltre vent'anni studiava l'RNA messaggero, tentando in tutti i modi di ottimizzare il suo

¹ https://www.statnews.com/2020/11/10/the-story-of-mrna-how-a-once-dismissed-idea-became-a-leading-technology-in-the-covid-vaccine-race/?fbclid=IwAR2YS_ompddEGM_cVfwDR_CqP3j5q6SktPDP-4p0nY2q0qU1CNeFbnXnSo (consultato il 13 dicembre 2021)

funzionamento per sviluppare un vaccino che contribuisse nella lotta contro il cancro, istruendo il sistema immunitario a contrastare e colpire il tumore nel corpo dei pazienti. Nel 2013 l'azienda assume Katalin Karikò che, all'età di 58 anni, diventa ufficialmente vicepresidente di BioNTech con l'obiettivo di promuovere progetti clinici che aiutassero concretamente i malati attraverso l'utilizzo della molecola da lei studiata fino a quel momento.

Durante i primi anni di attività le due aziende operarono con metodologie differenti se non opposte.

Nel 2011 Moderna assume come amministratore delegato un ingegnere chimico, Stéphane Bancel, da anni direttore dell'azienda francese BioMérieux e noto da molti come ottimo uomo d'affari, a tal punto che nel 2013 la casa farmaceutica britannica AstraZeneca ha accettato di pagare a Moderna 240 milioni di dollari per sviluppare diversi farmaci basati sull'mRNA a discapito del fatto che fino a quel momento l'azienda statunitense non aveva effettuato pubblicazioni scientifiche, mantenendo segretezza riguardo tutti i progressi realizzati con i primi esperimenti².

L'assunzione di Bancel costituisce un elemento chiave per lo sviluppo del vaccino: grazie al suo contributo, l'azienda riceve cospicue somme di denaro, trovandosi quindi a sperimentare vaccini con tecnologia a mRNA molto prima della comparsa del Covid-19. Nel 2013 Bancel aveva spinto l'azienda a lavorare nel campo delle malattie infettive, una scelta inconsueta, in quanto solitamente le ditte farmaceutiche preferiscono investire e lavorare in aree più redditizie. Con l'avvento della pandemia, la società era quindi già pronta per fronteggiare la crisi, grazie alla collaborazione con l'Istituto nazionale statunitense di allergie e malattie infettive, ottenuta per merito del manager francese. Così facendo, l'amministratore delegato di Moderna era riuscito a mettere in ombra le pubblicazioni di Karikò e

² <https://www.statnews.com/2017/01/10/moderna-trouble-mrna/> (consultato il 14 dicembre 2021)

Weissman, discostandosi dalle polemiche che fino a quel momento accusavano l'azienda di commercializzare le scoperte scientifiche di altri.

L'approccio di BioNTech fu invece molto diverso: per i primi anni l'azienda si concentrò sulla ricerca scientifica, operando per gran parte nei laboratori universitari e, a differenza di Moderna, pubblicò fin da subito le sue scoperte confermando nel 2013 le sue ambizioni riguardanti la ricerca di una cura per il cancro. Nel frattempo, il CEO dell'azienda, Uğur, aveva compreso le potenzialità dell'mRNA ed era convinto che la molecola potesse cambiare, in modo permanente, l'approccio alla cura delle malattie infettive e nel migliore dei casi sarebbe stata in grado di prevenirle. Sahin si rivolse così al colosso farmaceutico Pfizer. L'azienda statunitense contava al suo interno quasi 90 mila dipendenti, una struttura solida e un vantaggio unico: l'esperta di vaccini Kathrin Jensen (nata in Germania). L'accordo di partnership si concluse nel 2018 e grazie all'efficienza tecnica da una parte e alla solidità industriale dall'altra, le due aziende riuscirono a compiere grandi progressi e ad avanzare rapidamente con gli studi sull'mRNA.

Così come Bancel per Moderna, anche Kathrin Jensen risulta essere una figura determinante nello sviluppo del vaccino contro il Covid-19. Avendo a disposizione quella che all'epoca era una tecnologia ancora sperimentale, Kathrin Jensen e il suo team (composto da 650 persone), sono riusciti a testare e produrre un vaccino funzionante in soli 210 giorni. Non solo, grazie alla tenacia e alla determinazione della ricercatrice, il vaccino tedesco statunitense ha superato velocemente i trial sperimentali, diventando il primo vaccino contro il Covid-19 ad essere approvato e somministrato.

Poco prima della fine del 2019, il 30 dicembre, la Società Internazionale per le Malattie Infettive con sede nel Massachusetts rilascia un comunicato dove annuncia che un certo numero di persone a Wuhan (città molto popolata della Cina centrale) erano state contagiate da quella che all'epoca era stata definita una "polmonite anomala". Molti dei soggetti contagiati avevano in comune

l'esposizione al Wuhan's South China Seafood City market e per questa ragione si presunse un probabile coinvolgimento di animali vivi nella catena di contagio.

Il 10 gennaio 2020, il China CDC (Centro per il controllo e la prevenzione delle malattie della Cina), ha identificato un nuovo virus e gli scienziati hanno reso nota la sua sequenza genica permettendo alle aziende come Moderna e BioNTech di iniziare a lavorare in modo autonomo su un possibile vaccino. L'11 febbraio, dopo qualche mese dalla comparsa dell'insolita polmonite, "l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha comunicato che la malattia respiratoria causata dal 2019-nCov è stata chiamata COVID-19 (*Corona Virus Disease*)"³.

Per la prima metà del 2020 il vaccino progettato da Moderna è sembrato in testa, a pari passo con l'altro favorito, il vaccino della AstraZeneca. Nel frattempo, la Pfizer sposa la strategia metodologica della BioNTech, ovvero l'idea di pubblicare risultati solo quando è necessario, ma verso fine luglio la collaborazione tedesco-statunitense avvia la terza fase dei suoi test clinici verificando su vasta scala l'efficienza del suo prodotto. Il 30 novembre Moderna comunica di aver richiesto l'autorizzazione di emergenza alla statunitense Food and Drugs Administration e all'Agenzia europea del farmaco, ma la Pfizer e la BioNTech avevano preceduto questa mossa e l'8 dicembre il loro vaccino ha cominciato ad essere somministrato nel Regno Unito (Herzberg, Hecketsweiler 2021)⁴.

Le dinamiche e gli eventi che riguardano le case farmaceutiche costituiscono un aspetto fondamentale nel processo di sviluppo del vaccino poiché grazie ad esse è possibile comprendere come quest'innovazione non sia comparsa solo recentemente, ma abbia alle spalle un lungo percorso di sviluppo e stabilizzazione che ha permesso ai protagonisti di questo settore, e non solo, di promuovere

³ <https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2#writers> (consultato il 14 dicembre 2021)

⁴ Il primo paese ad approvare e somministrare il vaccino Pfizer-BioNTech è stato il Regno Unito, seguito dagli Stati Uniti il 14 dicembre. Il vaccino viene approvato dall'Agenzia europea per i medicinali (Ema) il 21 dicembre e a partire dal 26 dicembre i paesi dell'Unione Europea cominciano la campagna vaccinale. Il vaccino prodotto da Moderna viene approvato dagli Stati Uniti il 17 dicembre e in Europa il successivo 6 gennaio 2021.

un'innovazione senza precedenti in un tempo relativamente breve rispetto ad altri vaccini. Inoltre, come vedremo nel capitolo successivo, tutto ciò è stato possibile non solo grazie al contributo delle case farmaceutiche e dei loro scienziati, ma anche grazie a ingenti finanziamenti e politiche di policy che hanno reso questa innovazione totalmente rivoluzionaria e accessibile.

CAPITOLO III

POLITICHE RIVOLTE ALL'INNOVAZIONE

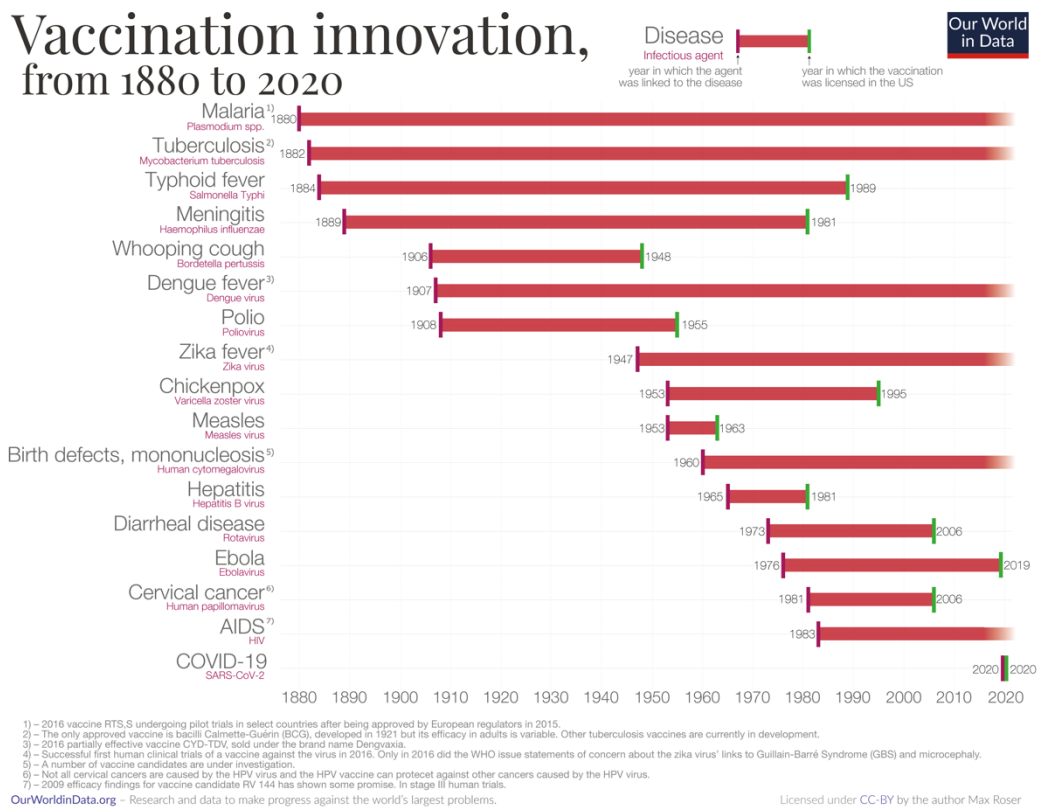
3.1 Finanziamenti

Come già anticipato nel capitolo precedente, la collaborazione tra esperti, case farmaceutiche e università ha assunto un ruolo decisivo nel processo di sviluppo del vaccino a mRNA, non solo da un punto di vista puramente scientifico ma soprattutto riguardo l'aspetto economico. Difatti, gli ingenti investimenti in ricerca e sviluppo sono stati fondamentali per assicurare da una parte la disponibilità complessiva delle dosi di vaccino e dall'altra la loro corretta distribuzione a livello nazionale e internazionale in tempi record.

La velocità con la quale il vaccino è stato prodotto e distribuito è sicuramente un aspetto fondamentale che caratterizza questa innovazione rispetto alla varietà dei vaccini precedentemente sviluppati. Il vaccino contro il Covid-19 è stato progettato e prodotto in soli 10 mesi e questa rapidità ha contribuito a far nascere dubbi sull'affidabilità del farmaco, soprattutto se paragonato alle tempistiche riguardanti altri vaccini prodotti in passato. Quest'ultimo aspetto viene espresso con chiarezza nel grafico sottostante (Figura 1) nel quale possiamo osservare la cronologia dello sviluppo di alcuni vaccini dal 1880 al 2020.

Per ogni vaccino è stata indicata una barra che inizia nell'anno in cui l'agente patogeno è stato ricondotto alla malattia e termina nell'anno in cui è stata autorizzata la vaccinazione contro il medesimo agente patogeno negli Stati Uniti. Possiamo fin da subito evidenziare come per alcune malattie, come meningite o pertosse, ci siano voluti in media più di trent'anni affinché il vaccino potesse essere prodotto e distribuito. Prima del 2020, il morbillo era la malattia che presentava il lasso di tempo più breve (10 anni) dal momento in cui l'agente infettivo è stato associato alla malattia a quando è stato sviluppato un vaccino, ma con l'avvento del Covid-19, questo record è stato superato dal vaccino a mRNA.

Figura 1: Le innovazioni vaccinali dal 1880 al 2020



Fonte: Our World in Data

C'è però da tenere presente che gli ultimi dieci mesi di sviluppo di questa innovazione, sono in realtà solamente la punta dell'iceberg di una vicenda iniziata molti anni prima (della quale si è parlato nel capitolo precedente) e che deve il suo successo anche ai cospicui investimenti effettuati negli ultimi anni.

Per ottenere un quadro economico chiaro, si basti pensare che solamente il governo americano ha investito quasi un miliardo di dollari per lo sviluppo del vaccino Moderna, più un altro miliardo e mezzo per opzionare cento milioni di dosi. Il governo tedesco da parte sua ha finanziato BioNTech (partner di Pfizer nello sviluppo di un altro dei vaccini attualmente approvati) con circa 400 milioni di euro” (Formoso, Mancini 2021: 499).

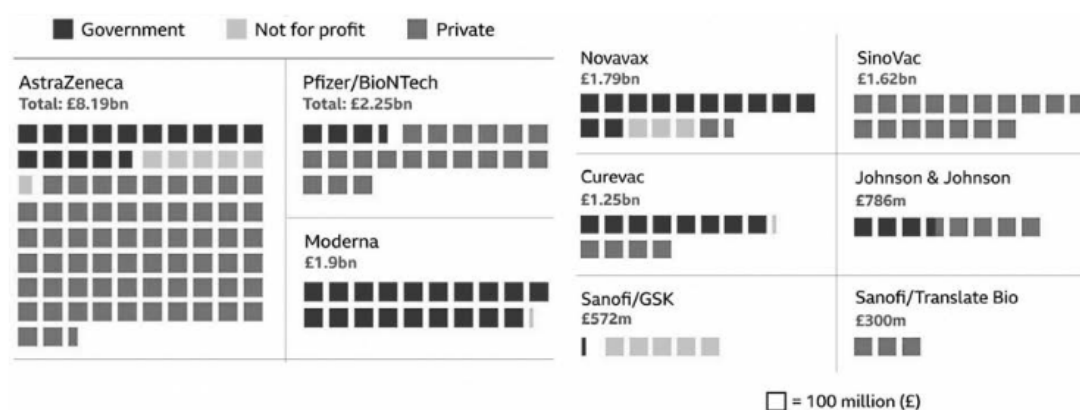
L'attività svolta dalle aziende farmaceutiche non sarebbe, infatti, stata sufficiente per fronteggiare la ricerca scientifica del vaccino per due motivi principali: da una

parte, le conoscenze sono state ottenute grazie alla cooperazione di centri accademici, strutture pubbliche e ricercatori che hanno partecipato attivamente al collaudo del vaccino e, dall'altra, perché senza l'appoggio di pubblici e privati non sarebbero state in grado di assumersi individualmente il rischio di enormi investimenti paragonabili alla gravità del problema e all'urgenza della situazione.

Ottenere le risorse necessarie alla ricerca scientifica, alla produzione, allo sviluppo e alla somministrazione finale del vaccino a mRNA, significa fare appello al sistema finanziario mondiale, comprese le tesorerie del governo nazionale, l'industria privata, le risorse finanziarie della Banca mondiale, le banche regionali e centrali e le principali banche private internazionali, così come agenzie scientifiche globali, finanziatori di ricerca e fondazioni indipendenti (Lurie, Keusch, Dzau 2021).

La Figura 2 ci permette di osservare in modo specifico i finanziamenti per ognuno dei vaccini attualmente prodotti o sviluppati e le relative fonti da cui provengono tali investimenti economici tenendo conto dei dati raccolti fino a metà dicembre 2020.

Figura 2: Chi ha finanziato i vaccini?



Fonte: BBC

“In totale, i governi hanno fornito 6,5 miliardi di sterline, secondo la società di analisi dei dati scientifici Airfinity. Le organizzazioni senza scopo di lucro hanno

fornito quasi 1,5 miliardi di sterline”⁵ tra cui, la Gates Foundation e individui come il fondatore di Alibaba Jack Ma e la celebre cantante di musica country, Dolly Parton.

L’aspetto economico della questione che riguarda il vaccino è da considerarsi un “tema caldo” dell’innovazione presa in esame poiché da esso si evince l’idea che le aziende abbiano tratto profitto da una condizione di emergenza sanitaria. Inizialmente, infatti, le aziende farmaceutiche hanno esitato a promuovere i propri investimenti a favore del vaccino poiché la produzione di questo tipo di farmaco, in una situazione di crisi globale acuta, è da considerarsi poco redditizia: oltre all’incertezza che riguarda il processo di produzione, si aggiunge l’impossibilità da parte dei paesi meno abbienti di permettersi costi elevati rispetto al loro bisogno di grandi forniture di dosi.

Secondo Ellen’t Hoen, direttrice del gruppo di ricerca Medicines Law and Policy, i finanziamenti pubblici, forniti da governi e agenzie, hanno ridotto notevolmente i rischi per le aziende farmaceutiche, permettendo a queste ultime di immettere i vaccini sul mercato. D’altra parte, però, questi stessi finanziamenti non hanno assicurato la condivisione del know-how in cambio di questa riduzione dei rischi. Quest’ultimo aspetto riguarda non solo il know-how ma anche la conoscenza, i dati, le tecnologie e la proprietà intellettuale che più precisamente comprende tutte le conoscenze e gli strumenti necessari affinché si possano produrre le terapie e i vaccini secondo degli standard qualitativi idonei. La pandemia causata dal Covid-19 ha messo in luce le gravi mancanze rispetto al sistema di innovazione farmaceutica: nello stesso momento in cui vengono promossi cospicui finanziamenti in ricerca e sviluppo, le leggi riguardanti la proprietà intellettuale permettono alle aziende farmaceutiche di privatizzare i propri risultati e i propri brevetti anche di fronte a una crisi sanitaria mondiale ⁶.

⁵ <https://www.bbc.com/news/business-55170756> (consultato il 4 gennaio 2022)

⁶ <https://medicineslawandpolicy.org/2021/07/vaccine-knowledge-needs-to-be-a-global-public-good-remarks-to-the-world-trade-organization-high-level-dialogue/> (consultato il 4 gennaio 2022)

Per ovviare a questo problema, nel maggio 2020, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha istituito il *Covid-19 Technology Access Pool* (C-TAP) che con il supporto di 40 Stati membri, offre una piattaforma per la condivisione volontaria della proprietà intellettuale (IP), inclusi know-how, tecnologia, dati, linee cellulari e quant'altro possa essere necessario per accelerare la produzione e la disponibilità di prodotti per rispondere all'emergenza pandemica⁷. Nonostante ciò, la C-TAP non ha evidenziato alcun impatto significativo fino a quando, poco più di un anno dopo, il presidente degli Stati Uniti, Joe Biden, ha promosso una politica a favore della sospensione temporanea dei brevetti e dei diritti di proprietà intellettuale, così come l'Italia, la Francia, la Russia e la Cina. Il successivo 21 maggio 2021 si è svolto, a Roma, il Global Health Summit dei paesi del G20, con lo scopo di promuovere alcune soluzioni riguardanti la proprietà intellettuale come, ad esempio, la disposizione (volontaria e remunerata dei diritti d'autore) da parte delle aziende farmaceutiche delle conoscenze necessarie per produrre vaccini adeguati. Questa tematica ha suscitato un ampio dibattito che riguarda più da vicino sia l'aspetto etico della questione (come il diritto alla salute) sia la possibilità di avere più incentivi rispetto agli investimenti per le innovazioni. La sospensione dei brevetti risulterebbe essere così una svolta rilevante e una risposta a lungo termine nella lotta al Covid-19 in quanto consentirebbe ai governi di tutto il mondo di essere preparati di fronte a nuove varianti e alla necessità di effettuare richiami vaccinali (Formoso, Mancini 2021).

Nell'ambito degli investimenti per la ricerca e lo sviluppo, va sottolineato che le ditte farmaceutiche che hanno impiegato risorse proprie, hanno già ottenuto ampi profitti: BioNTech, Moderna e Pfizer hanno superato i 26 miliardi di dollari di guadagni solo nei primi sei mesi del 2021, con un margine di profitto superiore al 69% per quanto riguarda Moderna e BioNTech⁸. Si stima inoltre che per il 2022 le

⁷ <https://www.who.int/initiatives/covid-19-technology-access-pool> (consultato il 5 gennaio 2022)

⁸ https://www.repubblica.it/solidarieta/emergenza/2021/09/15/news/vaccini_oxfam_emergency_vaccini_covid_per_moderna_e_pfizer_profitti_super_e_imposte_irrisorie_-317905130/ (consultato il 5 gennaio 2022)

vendite riguardanti il vaccino contro il Covid-19 ammonteranno a 124 miliardi di dollari, dei quali 93,2 miliardi riguarderanno Pfizer e Moderna.

Nonostante il momentaneo fallimento nel garantire la condivisione della proprietà intellettuale, delle tecnologie, del know-how e dei dati per il bene pubblico, l'emergenza sanitaria ha contribuito a mettere in discussione l'ecosistema che riguarda la ricerca e lo sviluppo di innovazioni come il vaccino a mRNA. Si è reso necessario, dunque, assumere un punto di vista diverso rispetto a quello adottato finora, sottolineando l'importanza di nuove regole per garantire l'accesso a tutte quelle tecnologie necessarie per poter rispondere a future ed eventuali pandemie.

La tematica della condivisione risulta essere un aspetto centrale dell'innovazione presa in esame e come vedremo nel paragrafo successivo essa riguarda non solo la comunicazione tra governi e case farmaceutiche ma in quanto innovazione tecnologica è inserita all'interno di un contesto nel quale troviamo gli utilizzatori finali e i cittadini che in quanto gruppi sociali pertinenti giocano un ruolo decisivo nello sviluppo dell'innovazione stessa.

3.2 Public engagement

Come già affermato precedentemente, l'introduzione di una prospettiva coevolutiva ha consentito ad approcci sistemici di essere adottati in modo efficace nello studio di un'innovazione. Il modello la tripla elica risulta essere un chiaro esempio di come le trasformazioni delle politiche alla ricerca abbiano cambiato l'opinione della comunità scientifica per quanto concerne la tematica della condivisione: in questo approccio, infatti, gli scienziati e più in generale gli esperti di un determinato settore, diventano solo uno tra i tanti gruppi sociali coinvolti nel processo di sviluppo di un'innovazione poiché al suo interno rientrano anche le università, i governi e le industrie.

La necessità di implicare diversi gruppi sociali pertinenti nella definizione delle politiche riguardanti l'innovazione, può essere intesa come uno strumento in grado di prevenire fenomeni di rifiuto sociale della scienza dell'innovazione. Questo meccanismo partecipativo è stato discusso fin dall'inizio degli anni '70 sia a livello politico che all'interno della comunità scientifica: rendere partecipi gli utilizzatori di un dato artefatto significa concedere loro il diritto di accedere al dibattito (nel senso di esserne informati e di parteciparvi), non solo per far sì che l'innovazione venga accettata e diffusa, ma anche per essere in grado di accedere alla loro conoscenza ed eventualmente introdurre le soluzioni più idonee ai loro contesti di utilizzo (Weingberg 1972).

In particolar modo il coinvolgimento del pubblico, definito anche con il concetto *public engagement* (PE), può essere definito come “ogni attività dove è previsto uno specifico ruolo per i cittadini o per portatori di interesse nei processi di ricerca e innovazione” (Ravn e Mejlgaard 2015: 8). Gli autori Ravn e Mejlgaard, nello stesso progetto, hanno suddiviso le iniziative rivolte al PE in cinque tipologie ben definite: comunicazione pubblica, attivismo pubblico, consultazione pubblica, deliberazione pubblica e partecipazione pubblica.

La comunicazione pubblica ha come obiettivo l'informazione e l'educazione dei cittadini per mezzo dei rappresentanti del pubblico, attività svolta, però, senza ottenere specifici feedback (esempio: riunioni pubbliche, audizioni, campagne di sensibilizzazione). L'attivismo pubblico prevede invece che sia il pubblico stesso a informare i decisori politici in modo tale da condizionarne i processi decisionali (esempio: manifestazioni, proteste, petizioni). La consultazione pubblica si riferisce ad attività come focus group, indagini di opinione, panel di cittadini, nelle quali le opinioni rispetto a determinati argomenti vengono promosse dai decisori e vengono rivolte al pubblico (la comunicazione è unidirezionale quindi i soggetti consultati non ricevono un riscontro). La quarta iniziativa, definita deliberazione pubblica, ha l'obiettivo di facilitare la deliberazione da parte del pubblico, agevolando il dialogo fra quest'ultimo e i decisori. In questo caso la

comunicazione è bidirezionale e consente al pubblico di avere, in alcuni casi, un impatto e un'influenza sul processo decisionale (esempio: sondaggi deliberativi, giurie cittadine, convegni di consenso). Infine, con la partecipazione pubblica, i promotori assegnano, in tutto o in parte, ai cittadini il potere decisionale rispetto a uno specifico argomento. Questa iniziativa comprende attività come bilanci partecipativi, consigli giovanili, referendum vincolanti, in cui la comunicazione è bidirezionale e si evidenzia un certo grado di dialogo (Ravn e Mejlgaard 2015).

Se si osserva attentamente ciò che è accaduto nei primi mesi dell'epidemia causata dal Covid-19, si può affermare che la condivisione delle conoscenze, dei comportamenti adeguati da assumere e la collaborazione da parte dei cittadini, sono stati elementi decisivi per un efficace contenimento del virus. In questo caso specifico il public engagement è stato fondamentale ed è stato possibile grazie alla condivisione di conoscenze concretamente utilizzabili come, ad esempio, l'importanza di lavarsi le mani, l'evitare le strette di mano o gli abbracci, tutte nozioni che hanno permesso di scongiurare situazioni di panico di fronte a una condizione di crisi. Quando si ha a che fare con la scienza, infatti, le informazioni che vengono condivise con il pubblico devono essere trasmesse non solo in modo accurato, ma anche sostenute dai presupposti teorici sulle quali si basano e quale significato assumono, in modo tale da istituire rapporti di fiducia tra scienziati, cittadini e istituzioni.

Malgrado ciò, come già visto in precedenza, l'emergenza sanitaria ha evidenziato le numerose criticità che sussistono anche nell'ambito del public engagement. La condizione di crisi che ha suscitato la pandemia, può essere ben descritta da quella che Ravetz e Funtowicz, all'inizio degli anni Novanta, hanno chiamato "scienza post-normale" per indicare una situazione di estrema incertezza in cui la posta in gioco è alta e le decisioni da prendere sono urgenti (Funtowicz Ravetz 1990). Questa incertezza sociale, politica e scientifica, caratterizzata da divergenze tra priorità e linguaggi e mancanza di conoscenza totale o parziale, ha però contribuito in alcuni casi, a mettere in luce il ruolo dei cittadini. La pratica del cosiddetto

“isolamento fiduciario” è un ottimo esempio di come, nonostante il difficile momento di crisi, i cittadini siano diventati direttamente responsabili della minimizzazione della trasmissione del virus, scegliendo in modo autonomo di separarsi dalla comunità. L'emergenza sanitaria può essere vista quindi come una vera e propria opportunità che abbatte il divario tra scienza e società e che potrebbe dare vita a una comunità in cui cittadini, decisori politici e scienziati siano coinvolti in un uso competente della conoscenza (Tallacchini 2020).

Più in generale, questa attenzione nei confronti del public engagement può essere tradotta in un tentativo di legittimare la partecipazione pubblica in tematiche che riguardano anche la scienza. Queste iniziative sono accomunate dalla necessità di includere nelle politiche della scienza due principi fondamentali: “il primo è il principio di inclusione, inteso come l'aspirazione di rappresentare nel processo decisionale la varietà di interessi, opinioni e posizioni presenti nella società; il secondo è il principio di deliberazione, inteso come l'aspirazione a risolvere le situazioni problematiche creando luoghi e strumenti perché le parti interessate possano confrontare le proprie ragioni e dialogare tra loro” (Arnaldi 2020: 86).

Questo impegno rivolto alla istituzionalizzazione della partecipazione pubblica comprende iniziative e programmi che di base si pongono l'obiettivo di coinvolgere una molteplicità di attori nelle decisioni riguardanti la scienza e la tecnologia. Fra questi, un esempio recente è il caso della Ricerca e innovazione responsabile (*Responsible Research and Innovation* o RRI) del quale si parlerà nel paragrafo successivo.

3.3 Il tema della responsabilità

L'approccio di Ricerca e innovazione responsabile (RRI), promosso nell'ambito dell'Unione Europea, è un progetto che negli ultimi anni ha acquistato una notevole importanza nell'ambito dei programmi europei (come ad esempio "Orizzonte 2020") e che risulta essere uno strumento utile per l'analisi di un'innovazione tecno-scientifica come il vaccino a mRNA.

Nonostante il concetto di RRI sia presente in molte pubblicazioni e studi, la sua definizione e le sue specifiche caratteristiche non sono ancora del tutto chiare, inoltre, la sua complessità si può osservare anche dalla difficile applicazione pratica dei principi su cui si basa. L'obiettivo dell'RRI è quello di ampliare l'ambito delle politiche rivolte alle innovazioni, sostenendo l'idea che le conoscenze e le competenze scientifiche non siano sufficienti per garantire lo sviluppo e l'introduzione di nuove innovazioni ma, al contrario, la società dovrebbe essere maggiormente coinvolta fin dall'inizio.

Il concetto di RRI è stato oggetto di molte discussioni accademiche e amministrative ma ad oggi la definizione sulla quale si fa riferimento è quella proposta da von Schomberg. Secondo l'autore, per ricerca e innovazione responsabile si intende "un processo trasparente e interattivo mediante il quale gli attori sociali e gli innovatori diventano reciprocamente reattivi con una visione dell'accettabilità (etica), della sostenibilità e della desiderabilità sociale del processo di innovazione e dei suoi prodotti commerciabili (al fine di consentire un corretto inserimento dei progressi scientifici e tecnologici nella nostra società)" (von Schomberg 2011: 9). In questo caso specifico, l'attenzione è rivolta in particolar modo verso l'inclusività e la governance partecipativa: gli attori vengono informati dei diversi risultati e azioni che avvengono durante il processo di sviluppo, in modo tale da poter contribuire alla buona riuscita della sua stabilizzazione.

Due anni dopo l'autore torna sul concetto di RRI integrando la sua definizione, descrivendolo come una sorta di “guida” nello sviluppo dell'innovazione. (von Schomberg 2013). L'RRI non si limita quindi ad essere un processo, ma una strategia di progettazione, ovvero, un'idea che da forma e guida il processo.

Per poter comprendere ulteriormente l'importanza dell'RRI, sono state introdotte alcune dimensioni concettuali che, in altri termini, possono essere definite come le caratteristiche principali di questo approccio all'innovazione.

La Commissione Europea ha contribuito a promuovere sei dimensioni distinte: impegno, uguaglianza di genere, educazione scientifica, etica, accesso aperto e governance⁹.

Queste dimensioni sono state elaborate e discusse da numerosi autori nell'ambito accademico e la loro evoluzione ha permesso di raggrupparle a loro volta in quattro aree di interesse: inclusione, anticipazione, reattività e riflessività. L'inclusione è la dimensione concettuale che più caratterizza l'RRI e fa riferimento alla necessità di coinvolgere diversi attori sociali nelle prime fasi dello sviluppo di un'innovazione (attraverso giurie, pannelli cittadini, focus group), affinché possano interagire con le altre parti e influire positivamente nello sviluppo dell'innovazione. L'anticipazione è una dimensione che spesso viene collegata alla governance, in quanto mira a comprendere come le dinamiche attuali influiscono nel futuro dell'innovazione stessa e include tutte le tecnologie che forniscono benefici e al contempo evitano l'emergere di conseguenze particolarmente dannose. La terza dimensione riguarda la reattività, ovvero l'importanza di riuscire a identificare i potenziali rischi connessi alle nuove tecnologie e di reagire di conseguenza. La reattività è collegata quindi all'anticipazione ma anche alla trasparenza e all'accessibilità, nello specifico ciò che l'Unione Europea intende promuovere è un accesso aperto alle conoscenze scientifiche in modo tale che i risultati della ricerca possano essere accessibili al pubblico. Infine, la riflessività è

⁹ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation#Article> (consultato il 15 gennaio 2022)

la dimensione maggiormente collegata al dialogo pubblico e alla collaborazione pubblica e ha come obiettivo quello di far riflettere sui valori e le convinzioni durante il processo di ricerca, soprattutto riguardo a tematiche etiche e sociali del lavoro (Burget, Bardone, Pedaste 2017).

Studiare le caratteristiche e le dimensioni dell'RRI consente di focalizzarsi non tanto sui risultati ma piuttosto sui processi e sugli elementi che caratterizzano l'attuazione del processo di sviluppo di un'innovazione. L'RRI è, in altre parole, un'idea che dà forma a un processo il cui obiettivo è quello di dare forma alla ricerca e all'innovazione. Il suo scopo è poter includere al suo interno diversi gruppi sociali (ricercatori, scienziati, decisori politici e attori sociali), in modo tale da favorire il successo di un determinato artefatto e di conseguenza avvantaggiare la società (favorendone i bisogni), oltre che a cercare di prevenire eventuali conseguenze negative.

Nell'ambito dell'RRI, nella lotta contro il Covid-19, la Commissione Europea ha stanziato 1,4 miliardi di euro di cui 1 miliardo proviene proprio dal programma "Orizzonte 2020". Per quanto riguarda il vaccino a mRNA, il programma H2020 ha disposto a favore del suo sviluppo 350 milioni di euro e, prima dell'avvento del Covid-19, si era già impegnato a sostenere i progetti di ricerca e innovazione a favore dei vaccini e vaccinazioni, spendendo oltre 650 milioni di euro nell'ambito di Orizzonte 2020¹⁰. Non solo, nel febbraio 2021 la Commissione Europea ha annunciato il suo sostegno alla ricerca e allo sviluppo vaccinale, rinnovando, nel mese di giugno, il suo appoggio alla sperimentazione, sovvenzionando 90 milioni di euro per fronteggiare la minaccia di altre varianti. "Questo programma finanziato da Orizzonte Europa sosterrà i vaccini e le sperimentazioni terapeutiche per aumentare la prevenzione e il trattamento. Favorirà inoltre la diffusione di reti al di fuori dell'Europa e sosterrà i vaccini e le sperimentazioni terapeutiche per informare ulteriormente la politica di salute pubblica e la gestione clinica,

¹⁰ https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/health-research-and-innovation/coronavirus-research-and-innovation/vaccines_en (consultato il 15 gennaio 2022)

compresa quella dei pazienti con COVID da lungo tempo” (Commissione Europea 2021).

La crisi dovuta alla pandemia ha promosso, nell’ambito della ricerca e innovazione responsabili (RRI), nuovi studi e opportunità nel fare e gestire la ricerca online, soprattutto per quanto riguarda nuove metodologie per la raccolta di dati e per la collaborazione con il pubblico. Questa ricerca online responsabile dell’innovazione, definita RoRI, potrebbe essere un punto di svolta nell’ambito delle politiche rivolte all’innovazione, soprattutto perché la digitalizzazione, che momentaneamente viene considerata una risposta alla situazione di crisi, potrebbe essere presto definita come “nuova normalità”. Un esempio sono le università che contano di mantenere, almeno in parte, alcune attività educative online. Durante la pandemia infatti molti seminari, riunioni, incontri di valutazione e convegni sono stati organizzati online e l’idea alla base del RoRI è che questa metodologia possa essere applicata anche ad altre attività come focus group o indagini di opinione.

Questo nuovo approccio, nella pratica, consentirebbe di coinvolgere un maggior numero di attori diversi e abbassare notevolmente i costi finanziari ma, al contempo, non dovrebbe essere data per scontata la competenza dei diversi attori coinvolti. L’accesso online necessita dunque una regolamentazione specifica in modo tale che il pubblico possa essere guidato nell’uso degli strumenti online. Per quanto riguarda l’aspetto etico, le piattaforme dovrebbero essere intuitive e garantire l’accessibilità per evitare al minimo l’esclusione. Inoltre, ricercatori, decisori e organizzatori di attività online dovrebbero supervisionare eventuali relazioni di potere, problemi di fiducia o divergenze culturali (Braun, Blok, Loeber, Wunderle 2020).

La RoRI necessita quindi di ulteriori ricerche ed evidenze empiriche, ma risulta essere un ottimo punto di partenza per lo sviluppo di programmi e attività finalizzati al coinvolgimento del pubblico e al rafforzamento di politiche rivolte all’innovazione.

CAPITOLO IV

LA SFERA PUBBLICA

Come già anticipato nel capitolo precedente, la cooperazione e la condivisione assumono un ruolo decisivo all'interno del processo di sviluppo di una data innovazione, tanto più se questi meccanismi vengono rivolti al pubblico. Quest'ultimo, infatti, in quanto attore, è in grado di intervenire positivamente o negativamente nel processo di stabilizzazione di un dato artefatto.

In effetti, la conoscenza scientifica riesce a mantenere la sua solidità nel momento in cui viene assiduamente utilizzata all'interno di contesti e reti di relazioni che vanno oltre quei luoghi considerati "protetti" (laboratori, ospedali, centri di ricerca). È quindi importante che il pubblico sia ben preparato e conciliabile con le conoscenze scientifiche con cui ha a che fare.

Secondo Latour, le innovazioni tecno-scientifiche sono "come i treni, l'elettricità, i gruppi di bytes nel computer o le verdure surgelate: possono andare ovunque a patto che il loro percorso non venga interrotto" (Latour 1987: 337).

Il vaccino a mRNA è, in questo senso, il frutto di anni di lavoro, di ricerca, di sperimentazione e di trial clinici che ne hanno attestato la validità. Tutto questo, però, è inizialmente avvenuto all'interno di luoghi sicuri e protetti come laboratori, centri di ricerca e ospedali dove il lavoro è stato eseguito da soggetti abilmente selezionati e preparati. Nel momento stesso in cui il vaccino è "uscito" da questi luoghi sicuri, affinché potesse agire correttamente, si sono dovute mantenere e assicurare determinate condizioni come, ad esempio, l'importanza di mantenere il farmaco a una temperatura adeguata, fornire le indicazioni al personale per una corretta somministrazione, accertarsi che il soggetto sia in buona salute o che sia consapevole di ciò in cui consiste la procedura. Se anche solo una di queste condizioni (e di tante altre) non viene rispettata, la stabilità scientifica su cui si basa il vaccino, decade.

La corretta comunicazione con il pubblico e la sua partecipazione, risultano quindi essere aspetti necessari affinché si possa costituire una vera e propria *sfera pubblica*, ovvero, uno spazio di interazione in cui attori liberi, aventi pari diritti di parola, affrontano tematiche, argomenti e problemi di interesse comune esprimendo liberamente le proprie idee e opinioni, argomentandole. In altre parole, la sfera pubblica è uno spazio intermedio tra pubblico e privato nel quale la parola e il dialogo sono posti al centro. Le conversazioni che avvengono nella sfera pubblica possono essere in presenza fisica ma anche conversazioni a distanza, in rete, sui giornali, via social e riguardano principalmente argomenti di interesse collettivo in cui i soggetti esprimono le loro opinioni e pongono soluzioni per eventuali problemi, inerenti sempre al “bene comune” (Cerulo 2020).

All’interno di questo spazio collaborativo possiamo identificare tre elementi che contribuiscono a costruire la sfera pubblica e che nell’analisi del vaccino a mRNA, possono risultare strumenti utili per comprenderne il processo di sviluppo: opinione pubblica, movimenti sociali e soprattutto i mass media.

4.1 L’Opinione pubblica

Il concetto di *opinione pubblica*, così come la conosciamo oggi e il ruolo che essa assume nella sfera pubblica, pone le sue fondamenta sull’idea di democrazia, ovvero quella forma di governo fondata sul popolo, in cui il consenso e la legittimazione sono del popolo stesso e ogni cittadino è libero di esprimere proprie opinioni in funzione dell’interesse collettivo. Nonostante ciò, non sono mancate, nel corso del tempo, le controversie e le discussioni in ambito accademico sulla rilevanza di questo concetto nella sfera pubblica.

Secondo Habermas l’opinione pubblica è strettamente connessa alla sfera pubblica ed è frutto della capacità degli individui di acquisire un’opinione costruita o appresa. Le opinioni, in questo caso, sono tutt’altro che esclusivamente soggettive

in quanto sono frutto dello scambio di idee tra i soggetti, in vari contesti, che può avvenire sia in maniera diretta sia in maniera indiretta (tramite i mass media). A differenza di Habermas, Bourdieu, sostiene che l'opinione pubblica semplicemente "non esiste". Il sociologo francese critica ampiamente il concetto di opinione pubblica partendo da una considerazione generale: l'argomento o il tema sul quale viene richiesta un'opinione è sempre scelto da chi ha interesse nel conoscere "l'opinione" del pubblico su una data questione. In un'intervista, ad esempio, gli intervistati vengono chiamati a rispondere a determinate domande (poste dall'intervistatore) in un contesto che, spesso, può essere considerato "artificiale". In questa situazione, l'opinione dei soggetti potrebbe quindi essere facilmente condizionata dalla condizione che stanno vivendo e, dunque, la risposta che daranno sarà differente rispetto a quella che avrebbero fornito in una situazione "normale" di vita quotidiana. Un'altra problematica affrontata da Bourdieu è quella che il sociologo definisce "competenza politica", un aspetto interessante, che può essere utile anche nell'analisi tecno-scientifica come il vaccino a mRNA. Per competenza politica si intende la capacità di poter rispondere con pertinenza alle domande poste su un determinato tema, sulla base delle effettive conoscenze che un soggetto dispone e in che modalità e luogo vengono poste le domande (Cerulo 2020).

Come già affermato precedentemente, la pandemia da Covid-19 ha suscitato una situazione di crisi ed emergenza sanitaria globale senza precedenti. Le popolazioni di tutto il mondo si sono ritrovate a dover improvvisamente cambiare le loro abitudini e i loro comportamenti di fronte a qualcosa che fino a quel momento era considerato sconosciuto. Questa crisi ha suscitato numerosi interrogativi da parte del pubblico, soprattutto quando nel novembre 2020 si è iniziato a parlare di vaccino a mRNA e del suo imminente utilizzo. Trattandosi di un'innovazione strettamente legata alla scienza, non tutti possiedono, infatti, le conoscenze necessarie per poter comprendere il problema ed eventualmente promuovere una soluzione. È in questo clima di incertezza che emerge la necessità di una

comunicazione pubblica efficace non solo per contrastare il problema della disinformazione, ma anche per cercare di creare fiducia nelle istituzioni pubbliche da parte dei cittadini, attraverso la trasparenza. Il pubblico, per tutta la durata della pandemia (e anche successivamente), si è dovuto confrontare con la tematica della credibilità delle istituzioni, della politica, dei media, della scienza e inizialmente la poca comunicazione e condivisione delle informazioni, ha fatto emergere la forte difficoltà nel riconoscere l'affidabilità da parte dell'opinione pubblica. Questo aspetto ha di certo contribuito a far emergere l'atteggiamento di quei gruppi che fin da subito si sono opposti e hanno messo in discussione l'autorevolezza e la veridicità delle informazioni e delle istituzioni (Pessato 2021).

Ciò che è interessante osservare è quindi la complessa relazione che sussiste tra opinione pubblica e mass media. Risulterebbe errato pensare che i cambiamenti che avvengono nell'opinione pubblica siano causati unicamente dai cambiamenti nel discorso dei media, poiché ciascun sistema interagisce reciprocamente con l'altro. Il discorso mediatico è parte integrante del processo attraverso il quale gli individui ricevono un'informazione e le danno significato e, viceversa, le opinioni pubbliche fanno parte del processo mediante il quale i mass media (quindi giornali, radio, social, TV) sviluppano e cristallizzano l'informazione nel discorso pubblico (Gamson, Modigliani 1989).

Ad oggi, l'opinione pubblica è di sicuro ancora molto segnata dall'esperienza provocata dalla pandemia e ciò che emerge è la necessità di coerenza sia per quanto riguarda le informazioni condivise, sia nelle azioni di coloro che sono responsabili della comunicazione nei diversi ambiti.

4.2 I movimenti sociali

Il concetto di “movimento sociale” risulta essere, così come quello di opinione pubblica, un elemento importante nella costruzione di quello spazio di interazione che precedentemente abbiamo definito come sfera pubblica.

Storicamente, la definizione di *movimento sociale* si può ricondurre a un “comportamento collettivo coinvolgente di norma gran numero di individui, intenzionalmente diretto a modificare oppure a trasformare in modo radicale l’ordine sociale esistente o alcune delle sue principali istituzioni, sulla base di una determinata ideologia e con l’impiego di qualche forma di organizzazione” (Gallino 1978: 451).

In altre parole, un movimento sociale è una forma di azione collettiva non istituzionalizzata (quindi che si sviluppa al di fuori dei classici canali istituzionali, partiti, elezioni ecc..) che condivide al suo interno scopi e valori comuni, dando vita così ad un’ideologia condivisa finalizzata ad orientare l’azione di coloro che aderiscono al movimento, creando unità e forza nei legami tra i membri.

Per poter comprendere i movimenti sociali che si sono evidenziati durante l’emergenza sanitaria causata dal Covid-19, è necessario innanzitutto ricordare che, nel corso della storia, sono stati molti i periodi di grandi cambiamenti, annunciati proprio dalla intensificazione delle proteste. È accaduto negli anni tra il 1830 e il 1848 del XIX secolo con i movimenti operai, nel 1917-1924, negli anni ’60 con i cosiddetti “nuovi” movimenti sociali, e sta accadendo anche al giorno d’oggi con i movimenti sociali “globalizzati”. Questi ultimi sono caratterizzati soprattutto: dall’idea di critica rispetto a un sistema drasticamente segnato da contraddizioni e retto da un’economia senza regole che genera disuguaglianze e mette a rischio il pianeta; l’idea che la società globale debba essere costruita attraverso una politica basata sulla morale; l’idea che non ci possa essere giustizia fino a quando non verrà riconosciuta l’uguaglianza e il riconoscimento delle

diversità; l'idea che la vera democrazia sia quella che, sia a livello locale che globale, costruisce il consenso tramite processi pubblici e trasparenti (Ceri 2005).

Nonostante le differenze, ciò che accomuna i movimenti sociali è la loro capacità di contribuire alla costruzione delle opinioni, se inseriti all'interno di quella che precedentemente è stata definita come sfera pubblica. Questo aspetto attribuisce ai movimenti sociali la capacità di influenzare positivamente o negativamente il processo di sviluppo di un'innovazione anche nel caso del vaccino a mRNA.

Come già visto in precedenza, storicamente, il tema dei vaccini suscita un enorme dibattito e nella sfera pubblica, caratterizzato sia da grandi aspettative, sia da paura, incertezza e resistenza che si possono tramutare in sentimenti di ostilità alle vaccinazioni. Già all'epoca di Edward Jenner e del vaccino contro il vaiolo, la pratica innovativa della vaccinazione aveva suscitato critiche e opposizioni basate principalmente su tematiche di carattere religioso, politico, sanitario e scientifico e in risposta alle decisioni del governo di vaccinare la popolazione, avevano iniziato a circolare pubblicazioni periodiche sfavorevoli al vaccino. Si formarono così i primi movimenti “no-vax”, caratterizzati, già all'epoca, da due atteggiamenti riconoscibili anche al giorno d'oggi: efficace capacità di comunicazione e ostilità rispetto alle evidenze della scienza e dell'esperienza.¹¹

Un errore comune è quello che attribuire il sentimento di contrarietà ai vaccini ai cosiddetti “no-vax”, associando questo termine a un individuo “contrario” o “nemico del vaccino”. Tuttavia, le opinioni rispetto alla vaccinazione “oscillano sì da una loro incondizionata accettazione a un loro totale rifiuto, ma passano anche e soprattutto per un articolato spettro di “critici” o “esitanti” variamente concentrati su aspetti più specifici della vaccinazione” (Mele, De Toffoli, Serafini, Campo 2021: 103). Si tratta ad esempio di individui riluttanti rispetto all'obbligatorietà del vaccino, alla sua composizione o contrari alla

¹¹ <https://www.ilfoglio.it/salute/2017/03/22/news/vaccini-polemiche-movimento-antivax-morbillo-126447/> (consultato il 28 gennaio 2022).

somministrazione di più dosi e quindi da considerare non totalmente ostili al vaccino.

Con la nascita e lo sviluppo dei mass-media in generale, questi sentimenti di ostilità sono stati sicuramente amplificati e alimentati, soprattutto a causa del proliferare di notizie e informazioni non sempre veritiere e attendibili. Questa precarietà ha paradossalmente spinto sempre di più il pubblico a valutare l'affidabilità dei vaccini sulla base delle proprie conoscenze individuali, rafforzate attraverso i social piuttosto che su risultati e prove scientifiche. Quando si tenta di comprendere le ragioni che portano una grande quantità di soggetti ad essere sfavorevoli al vaccino, la disinformazione è sicuramente una causa pertinente ma spesso si tende a sottovalutare l'importanza della fiducia. La comunicazione di informazioni spesso inappropriate o smentite da parte dei cosiddetti "esperti", ha contribuito a creare confusione e sfiducia nei confronti delle istituzioni riducendo e, in alcuni casi, annullando il lavoro di chi cercava di informare adeguatamente. Le cosiddette "teorie complottiste" risultano essere una facile risposta rispetto a domande che riflettono una situazione che appare complessa e fuori dal controllo personale. Un altro aspetto attinente a questa dimensione di paura è sicuramente la velocità con la quale il vaccino è stato prodotto e la mancata produzione di fonti rispetto a possibili effetti collaterali, ha spinto ad accrescere le preoccupazioni e, di conseguenza, le campagne mediatiche dei presunti no-vax si sono fatte più aggressive¹². È importante ricordare che il Covid-19 ha messo a dura prova la già complessa relazione esistente tra scienza e società, confermando dopo il regime di isolamento, l'impellente necessità di risposte da parte del pubblico. Alcuni studi hanno dimostrato che già a novembre 2020, quando l'idea di un potenziale vaccino era stata intavolata, più di un terzo dell'opinione pubblica italiana si dichiarava non a favore della profilassi vaccinale, mettendo in dubbio la provenienza dei vaccini e i loro possibili effetti collaterali (Pessato 2021).

¹² <https://www.ais-sociologia.it/2021/10/29/limpatto-sociale-dei-vaccini/> (consultato il 28 gennaio 2022)

4.3 I mass media

I mass media costituiscono, all'interno della sfera pubblica, un elemento decisivo nei processi di innovazione in quanto è proprio grazie ad essi, infatti, che il pubblico viene a conoscenza dell'innovazione che si sta sviluppando. Così facendo, i mass media non solo partecipano al processo d'innovazione come attori (condizionandolo, orientandolo, ostacolando o appoggiandolo), ma danno vita a un vero e proprio spazio nel quale i diversi attori possono interagire tra di loro (sostenendo l'innovazione o scoraggiandola). Esistono diverse tipologie di mass media: quelli più tradizionali (TV, radio, stampa, cinema, riviste) e quelli più recenti come, ad esempio, i social e più in generale il web.

Per poter analizzare in modo sociologicamente corretto i mass media nei processi di innovazione, un'importante distinzione da fare è quella tra "mediatori" e "intermediari". Questa suddivisione deriva da studi condotti dagli STS e in particolar modo dall'Actor network Theory. Secondo Latour, infatti, se concepiamo i mass media come intermediari, ci limitiamo a definirli come dei semplici canali di trasporto dei significati dei messaggi che, in questo caso, non subiscono alcuna trasformazione. Gli intermediari fungono, quindi, da connettori tra gli emittenti e i destinatari, senza influire positivamente o negativamente nel processo, consentendoci così di prevedere l'output della comunicazione (ciò che trasmette l'emittente arriva tale e quale al destinatario). I mediatori, invece, trasformano, traducono, modificano e distorcono il significato dell'informazione di cui si fanno portatori rendendo estremamente difficile poter prevedere quale sarà l'output. Questa specificità dev'essere sempre tenuta in considerazione soprattutto quando ci si riferisce ai mass media: non sono solo dei fattori importanti per la diffusione delle innovazioni, ma la loro azione agisce direttamente nel processo stesso di diffusione dell'innovazione, favorendo o meno una certa direzione (Latour 2005).

Ancora oggi, gli studi sugli effetti dei media offrono una risposta incerta circa la potenza e la capacità dei mass-media di orientare l'opinione pubblica. L'attenzione degli studiosi si è concentrata principalmente sugli effetti che i media hanno nel medio-lungo periodo, portandoli a riconoscere che il risultato della loro azione si manifesta soprattutto a livello di sistema sociale, piuttosto che a livello individuale. Questo avviene grazie alla loro capacità di attribuire maggiore rilevanza a determinate tematiche e a proporre continuamente quelli che vengono definiti “*frames interpretativi*” (cornici interpretative). Questi ultimi possono essere descritti come dei veri e propri spunti interpretativi, grazie ai quali i mass media possono orientare, positivamente o negativamente, la percezione degli attori rispetto a un'innovazione (Gamson, Modigliani 1989).

I mass media, in quanto attori attivi, contribuiscono inoltre alla realizzazione e alla propagazione degli *scenari sociotecnici*, ovvero, “quelle rappresentazioni del futuro all'interno delle quali il nuovo artefatto trova una possibile collocazione che ne legittima la realizzazione, mostrando quali problemi risolve o quali desideri soddisfa” (Neresini 2020: 71). Gli STS si sono interessati ampiamente ai processi che portano alla creazione degli scenari sociotecnici e rispetto alle promesse della tecnoscienza, è importante evidenziare che simili scenari offrono una panoramica di aspettative che, anche se proiettate nel futuro, possono agire mobilitando risorse nel presente. Nonostante, quindi, non sia certo che queste aspettative si possano esaudire nei possibili futuri, esse intervengono a favore dell'innovazione, diventando pertanto oggetto di interesse dei vari attori (Selin 2008).

È inevitabile, dunque, che i mass media abbiano assunto un ruolo decisivo anche in riferimento a ciò che è avvenuto durante la crisi sanitaria causata dal Covid-19. Sia durante che dopo la pandemia, si è assistito a un acceso dibattito tra chi sostiene che i media hanno avuto un ruolo prezioso nell'aiutare il pubblico a conoscere e comprendere l'emergenza sanitaria in atto e coloro che, invece, considerano i mass-media inaffidabili e addirittura “colpevoli” di causare allarmismo e panico.

La propagazione a livello mondiale del Covid-19 è stata accompagnata da un'importante ondata di disinformazione che ha influenzato negativamente le risposte dei paesi alla pandemia, suscitando sfiducia nei confronti delle istituzioni e amplificando i sentimenti di paura. Rispetto a ciò, di recente, in un rapporto emesso dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, è comparso il termine "infodemia", ad indicare, "una sovrabbondanza di informazioni – alcune accurate altre no – che rende difficile alle persone trovare fonti attendibili e indicazioni affidabili quando ne hanno bisogno" (WHO 2020: 2).

L'infodemia, associata alla condizione di emergenza sanitaria, risulta essere un aspetto dannoso, non solo per la qualità delle informazioni, ma anche per la salute fisica e mentale del pubblico: la sovrabbondanza delle informazioni genera sentimenti di ansia e confusione che spingono i soggetti allarmati a ricercare risposte semplici e veloci ma non sempre adeguate. Dopo i primi casi di Covid-19, infatti, si sono diffuse, soprattutto in rete, un'allarmante quantità di fake news rendendo così difficile l'identificazione di fonti attendibili e affidabili di informazione. Questa diffusione rapida e incontrollata di fake news ha messo a dura prova la salute pubblica, ostacolando fortemente la fiducia nelle istituzioni e il consenso, soprattutto se riferita a nuove scoperte o innovazioni scientifiche come il vaccino a mRNA. I social network digitali hanno sicuramente favorito e facilitato la diffusione dell'infodemia, rendendo quindi necessaria una collaborazione tra agenzie governative e i principali social network (Facebook, Instagram, Twitter) finalizzata a promuovere la divulgazione di comportamenti accurati e lo sradicamento di false informazioni. (Limaye R. J et al, 2020).

Anche il tema delle vaccinazioni è da sempre oggetto di dibattito nei social media tanto che la disinformazione su questo tema ha portato l'OMS a elencare nelle prime 10 minacce alla salute pubblica proprio esitazione vaccinale¹³. In questo ambito, i social media, pur offrendo uno spazio di interazione senza paragoni per

¹³ <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019> (consultato il 28 gennaio 2022)

il pubblico, risultano essere un fattore determinante nell'aumento delle opinioni negative e dannose per la salute pubblica. Nel momento in cui si è iniziato a parlare di vaccino contro il Covid-19, il diffondersi di infodemia riguardo a questo tema nei social, ha destato fin da subito preoccupazioni, soprattutto alla luce dell'emergenza sanitaria e delle speranze per lo sviluppo di un vaccino innovativo. Studi recenti hanno confermato che esiste una relazione significativa tra le attività presenti sui social media e i dubbi del pubblico sulla sicurezza dei vaccini, un aspetto che enfatizza ulteriormente l'importanza della lotta contro la disinformazione e le fake news. I governi, a tal proposito, dovrebbero tutelare ulteriormente le informazioni, pianificando non solo la rimozione di contenuti anti-vaccinazione sui social, ma promuovendo attività di sensibilizzazione e di educazione sull'importanza dei vaccini (Wilson, Wiysonge 2020).

Malgrado le evidenti preoccupazioni, il decorso della pandemia e le misure adottate per contrastare il virus hanno spinto gradualmente il pubblico a considerare che vi sia una maggiore credibilità, seppur con delle diversità, nei messaggi prodotti a riguardo. I protagonisti di questa spinta sono soprattutto medici, virologi, e professionisti della materia che in un clima di sovrabbondanza di informazioni sono riusciti a farsi ascoltare dalla maggioranza. In altre parole, nonostante le numerose criticità, le istituzioni sono apparse come un punto di riferimento importante. Pur con evidente perplessità, anche la scelta di applicare la vaccinazione di massa ha convinto la maggior parte dei cittadini e soprattutto i giovani (Pessato 2020).

Osservando, quindi, i mass media attraverso la prospettiva degli STS si può dedurre “come le narrazioni mediatiche possono modellare, riprodurre, rafforzare o contrastare ciò che può essere praticabile (le conoscenze) e desiderabile (gli immaginari), nonché ciò che viene considerato appropriato o inappropriato (norme, valori e credenze) per la cura e il benessere” (Crabu 2020: 168). Ciò significa che i mass media sono in grado di intervenire e condizionare anche aree tematiche complesse e travagliate come la scienza e i vaccini in questo caso.

Essi, tuttavia, non sono immuni da condizionamenti e infatti subiscono l'influenza di altri attori sociali e gruppi sociali pertinenti (ad esempio scienziati, ricercatori, pazienti, organizzazioni non governative) che a loro volta agiscono nei media come ideatori di messaggi, significati e informazioni.

In conclusione, si può quindi affermare che i mezzi di comunicazione di massa hanno agito sia positivamente che negativamente nel processo di condivisione di opinioni e critiche da parte di esperti, scienziati, politici, imprenditori e pubblico in generale. Essi, in quanto attori, hanno contribuito alla costruzione di un'interpretazione del vaccino a livello sociale, facilitando la sua esposizione rispetto alla natura prevalentemente medica e scientifica dell'artefatto preso in considerazione. In particolar modo, la sfera digitale ha permesso, in un momento di crisi sanitaria e sociale, la riorganizzazione di una serie di attività come conferenze, smartworking, didattica online e il delivery (consegna d'asporto).

CONCLUSIONI

Il presente studio si è posto l'obiettivo di analizzare, in modo specifico, il processo di nascita, sviluppo ed evoluzione del vaccino a mRNA e le sue conseguenze, attraverso una visione coevolutiva dell'innovazione.

Per fare ciò, è stato necessario, inizialmente, proporre un'analisi del ruolo che assumono la ricerca scientifica e le innovazioni tecnologiche all'interno dell'organizzazione sociale, secondo la prospettiva introdotta dagli *Science and Technology Studies* (STS). Fino alla metà degli anni Settanta del Novecento, infatti, si tendeva a considerare scienza e tecnologia come realtà estranee dal contesto sociale, ma con l'avvento degli STS, ha preso forma l'interesse verso lo studio dei risultati prodotti da quella che viene definita tecnoscienza. Quest'ultima si pone come obiettivo principale quello di evidenziare come scienza e tecnologia siano realtà interdipendenti l'una dall'altra. La tecnoscienza diviene così oggetto di studio da parte di significativi approcci teorici sviluppatasi dagli STS, quali il *Social Construction Technology* (SCOT) e l'*Actor-Network Theory* (ANT). Questi modelli sistemici hanno messo in discussione la concezione lineare dell'innovazione, rispondendo alla necessità di comprendere la tecnoscienza come vero e proprio fenomeno sociale.

La scelta di utilizzare il modello SCOT come approccio teorico all'innovazione presa in esame si è rivelata utile al fine di rispondere all'esigenza di osservare il processo di affermazione del vaccino a mRNA, tenendo conto di tutti gli elementi che hanno permesso la sua affermazione e la sua diffusione. Contesti, politiche, gruppi sociali pertinenti e controversie possono infatti essere analizzati/e dal modello SCOT, attraverso la triangolazione problema-GSP-soluzione, con l'obiettivo di comprendere non solo la causa del successo dell'artefatto, in questo caso il vaccino, ma anche le sue dirette conseguenze.

La particolare attenzione rivolta al contesto, evidenziata dal modello SCOT, ha permesso di riconoscere come l'innovazione tecnoscientifica del vaccino mRNA

si possa collocare all'interno di quella che viene definita *scienza post normale*. Questo concetto si riferisce a un ambito di studio della scienza che analizza situazioni in cui non si hanno esiti certi, non si possono prevedere i cambiamenti, le decisioni sono urgenti e le conseguenze possono essere anche molto gravi. Osservando la problematica rappresentata dall'avvento del Covid-19, si può notare come ricercatori, esperti e non solo hanno sperimentato una forma estrema di incertezza, trovandosi a dover prendere decisioni complesse riguardo a un fenomeno mai affrontato prima. Per ovviare a questo problema, si è reso necessario un ampliamento dei punti di vista da cui osservare in modo tale da poter tener conto della maggior parte possibile dei fattori in gioco. In altre parole, le tradizionali strategie di problem solving, basate su approcci prefissati e algoritmi, erano insufficienti. Di fronte all'imprevedibilità dello scenario che si stava costruendo, è stato decisivo considerare una nuova prospettiva che comprendesse sia il tradizionale approccio, sia punti di vista diversi, offerti dai gruppi sociali coinvolti (scienziati, università, aziende farmaceutiche, istituzioni, imprenditori). Questi gruppi sociali pertinenti si sono mossi verso l'idea di una vera e propria "comunità di pari", il cui contributo (individuale o collettivo) è stato utile alla tempestiva risoluzione del problema.

Come evidenziato nel secondo capitolo di questo lavoro, la storia del vaccino contro Covid-19 è di fatto una storia di cooperazione internazionale, ambientata in laboratori scientifici dove i protagonisti sono sicuramente gli scienziati ma anche le diverse istituzioni e le università, senza le quali ad oggi non si sarebbero ottenuti gli investimenti necessari allo sviluppo del vaccino. L'utilizzo dell'mRNA come oggi lo conosciamo è il prodotto di un percorso complesso iniziato più di mezzo secolo fa, frutto del lavoro di numerosi studiosi che, a mano a mano, hanno introdotto nuove idee, nuovi punti di vista e nuove opinioni. Risulta quindi impossibile attribuire il merito definitivo a un unico individuo, tanto che, di fronte alla molteplicità di attori coinvolti, ad oggi non è ancora stato assegnato un premio Nobel per la scoperta dell'mRNA. Rispetto a questo tema, alla figura di Katalin

Karikò è stato spesso attribuito erroneamente il merito di aver scoperto e prodotto il nuovo vaccino. Nonostante le debbano essere riconosciuti i meriti del suo lavoro, Katalin Karikò rappresenta infatti solo uno dei numerosi attori intervenuti nel processo di sviluppo dell'innovazione presa in esame. L'intervento delle aziende farmaceutiche, ad esempio, è da considerarsi un punto di svolta, non solo per i contributi offerti dalle equipe di ricerca in campo medico, ma anche per gli sviluppi offerti in ambito economico e politico.

Le politiche rivolte all'innovazione, trattate nel terzo capitolo, offrono uno sguardo attento rispetto ai cospicui finanziamenti che hanno riguardato il vaccino, delineando la stretta collaborazione avvenuta tra settore pubblico e privato, al fine di progettare e produrre una terapia vaccinale adeguata in poco più di 10 mesi. Le aziende farmaceutiche, infatti, non sarebbero state in grado di assumersi individualmente i rischi legati ai finanziamenti, paragonabili all'entità e alla gravità della crisi sanitaria. Si è reso necessario fare appello al sistema finanziario mondiale, comprese le tesoriere dei governi nazionali, le risorse finanziarie della Banca mondiale, le banche regionali e centrali così come finanziatori di ricerca e fondazioni indipendenti. Questi stessi finanziamenti, però, hanno contribuito a far emergere numerose critiche che riguardano sia l'aspetto etico della questione, sia la condivisione della proprietà intellettuale (IP), ovvero, tutte le conoscenze e gli strumenti necessari affinché si possano produrre terapie e vaccini secondo standard qualitativi idonei. Sotto questo punto di vista, la pandemia ha messo in luce alcuni elementi critici del sistema di innovazione farmaceutica: le leggi riguardanti la proprietà intellettuale e il loro know-how permettono infatti alle aziende farmaceutiche di privatizzare i propri risultati e i propri brevetti, anche a fronte di una crisi sanitaria globale. È interessante notare come l'attività delle case farmaceutiche rispetto al vaccino possa essere interpretata, da questo punto di vista, come un'azione di opposizione allo sviluppo dell'innovazione. In quanto gruppo sociale pertinente esse, infatti, hanno influito tanto positivamente, quanto negativamente, nel processo di costruzione dell'artefatto preso in esame. Se da una

parte hanno concretamente permesso la realizzazione del vaccino contro il Covid-19, dall'altra, hanno ostacolato la diffusione della proprietà individuale e del know-how, favorendo l'accumulo di vaccini da parte delle nazioni più ricche, incentivando la crescita della disuguaglianza nell'accesso ai vaccini e compromettendo il già delicato equilibrio esistente tra salute ed economia.

Come già affermato precedentemente, il vaccino mRNA è il frutto di anni di lavoro, di ricerca e di sperimentazione da parte di scienziati di vari ambiti disciplinari che, con il loro contributo, hanno permesso la stabilizzazione di questo artefatto. Tutto ciò è inizialmente avvenuto all'interno di luoghi sicuri e protetti come, ad esempio, ospedali, centri di ricerca e laboratori dove il lavoro sul vaccino è stato seguito e analizzato da soggetti selezionati e preparati, ovvero dai ricercatori. Quando il vaccino è "uscito" da questi luoghi sicuri, si sono dovute mantenere e assicurare tutte quelle condizioni che permettono al vaccino in sé di agire correttamente: temperatura del farmaco, indicazioni sulla somministrazione, trattamento del paziente, consenso del paziente, istruzioni sulle dosi e sui trasporti. Anche se solo una di queste condizioni (e di tante altre) non fosse stata rispettata, la stabilità scientifica su cui si basa il vaccino rischiava di annullarsi. In effetti, la conoscenza scientifica mantiene la sua solidità nel momento in cui viene continuamente utilizzata all'interno di contesti e reti di interazione che vanno oltre quei luoghi considerati "protetti". La cooperazione e la condivisione assumono così un ruolo decisivo all'interno del processo di sviluppo di un'innovazione, tanto più se viene coinvolto il pubblico.

A questo proposito, com'era prevedibile, i mass-media hanno assunto un ruolo decisivo rispetto a ciò che è avvenuto durante la crisi sanitaria causata dal Covid-19. La propagazione a livello mondiale del virus è stata accompagnata da un imponente ondata di informazione, ma anche di disinformazione che ha influenzato negativamente le risposte dei vari paesi alla pandemia. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha definito questa disinformazione con il termine di *infodemia*, per indicare una sovrabbondanza di informazioni, non

sempre accurate e affidabili, che ha reso difficile al pubblico l'identificazione di fonti attendibili e indicazioni affidabili nel momento del bisogno. Questo aspetto, unito alla condizione di crisi e di emergenza, ha suscitato sentimenti di ansia e confusione che hanno, paradossalmente, spinto il pubblico a ricercare, sempre di più, risposte semplici e veloci online, rispetto a un tema estremamente complesso come il vaccino. Questa diffusione rapida e incontrollata di *fake news* o comunque di informazioni incerte e spesso contraddittorie ha messo a dura prova la salute pubblica, ostacolando fortemente la già compromessa fiducia nelle istituzioni e nella scienza. Allo stesso tempo, però, alcune attività di coinvolgimento del pubblico si sono rivelate fondamentali per sconfiggere l'epidemia. Si pensi ad esempio alle comunicazioni rispetto alle misure di igiene personale come lavarsi le mani, evitare le strette di mano, utilizzare la mascherina, ma anche e soprattutto alle campagne di sensibilizzazione alla vaccinazione. Nonostante le numerose criticità, le istituzioni sono apparse come un punto di riferimento importante. Pur con evidente perplessità, anche la scelta di applicare la vaccinazione di massa ha convinto la maggior parte dei cittadini e soprattutto i giovani. I mass media hanno agito, quindi, sia positivamente sia negativamente nel processo di coinvolgimento del pubblico e di condivisione delle informazioni. Essi, in quanto attori attivi, hanno influenzato le opinioni e le interpretazioni del vaccino a livello sociale, facilitando la sua esposizione e comprensione al pubblico.

In conclusione, si può affermare che il lungo e travagliato processo di sviluppo del vaccino a mRNA ha delineato, ancora una volta, la centralità e il ruolo che la scienza e la tecnologia assumono nella nostra società (anche se non sempre in modo esplicito). Una serie di criticità emerse durante il corso della pandemia hanno evidenziato, da una parte, il divario ancora esistente tra scienza e società, ma, dall'altra, hanno permesso l'instaurarsi e il consolidarsi di nuovi approcci alla conoscenza scientifica e alle innovazioni, introducendo pratiche utili, come la didattica a distanza, le conferenze online, lo smartworking. Come accennato nel terzo capitolo di questo lavoro, sarebbe interessante proporre un'analisi sui

progetti dedicati alla Ricerca online responsabile (RoRI) in ambito scientifico, un approccio che consentirebbe di coinvolgere maggiormente il pubblico nelle decisioni riguardo a scienza e tecnologia.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Arnaldi, S. (2020), *Politiche della ricerca e partecipazione pubblica*, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, Il Mulino, Bologna, pp. 75-88.

Behbehani A. M. (1983), *The smallpox story: life and death of an old disease*, in "Microbiological reviews", 47 (4), pp. 455-509

Bijker, W. (1995), *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, MA, The MIT Press; trad. it. *La bicicletta e altre innovazioni*, Milano, McGraw-Hill, 1998.

Braun R., Blok V., Loeber A., Wunderle U. (2020), *COVID-19 and the onlineification of research: kick-starting a dialogue on Responsible online Research and Innovation (RoRI)*, in "Journal of Responsible Innovation", 7 (3), pp. 680-688.

Burget M., Bardone E., Pedaste M. (2017), *Definitions and Conceptual Dimensions of Responsible Research and Innovation: A Literature Review*, in "Science and Engineering Ethics", 23, pp. 1-19

Ceri P. (2005), *Come sono cambiati i movimenti sociali*, in "Quaderni di Sociologia", 39, pp. 99-106

Cerulo M. (2020), *Sfera pubblica e opinione pubblica. Bordieu e Habermas. Una comparazione*, in "Quaderni di Teoria Sociale", 1-2, pp. 669-680.

Clancy, S. (2008) *Chemical structure of RNA*, in "Nature Education" 7(1):60

Cobb M. (2015), *Who discovered messenger RNA?*, in "Current Biology", 25 (13), pp. 526-532

- Commissione Europea, Direzione Generale Ricerca e Innovazione, (2021). *Ricerca e innovazione dell'UE a sostegno dello sviluppo di terapie per il COVID-19*, in “Ufficio delle pubblicazioni”, pp. 1-3
- Crabu S. (2020), *Salute, cura e biomedicina*, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, Il Mulino, Bologna, pp. 159-172.
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (2000), *The dynamics of innovation. From national systems and «Mode 2» to a triple helix of university-industry-government relations*, in «Research Policy», 29, 2, pp. 109-123
- Formoso G., Mancini S. (2021), *Accesso ai vaccini anticovid: ricerca, sviluppo e ruolo dei brevetti*, in “Recenti progressi in medicina”, 112 (7), pp. 499-503
- Funtowicz S, Ravetz J. (1990), *Post-normal science: a new science for new times*, in “Scientific European”, October, pp. 20-22
- Gallino L. (1978), *Dizionario di sociologia*, UTET, Torino.
- Gamson W. A., Modigliani A. (1989), *Media discourse and public opinion on nuclear power. A constructionist approach*, in “American Journal of Sociology”, 95, 1, pp. 1-37.
- Herzberg N., Hecketsweilerg C. (2021), *La lunga strada della molecola che può salvare il mondo*, in “Internazionale”, 1391, pp. 40-46
- Huth E. (2006), *Quantitative evidence for judgments on the efficacy of inoculation for prevention of smallpox: England and New England in the 1700s*, in “Journal of the Royal Society of Medicine”, 99 (5), pp. 262-266.
- Karikó K., Buckstein M., Ni H., Weissman D. (2005), *Suppression of RNA Recognition by Toll-like Receptors: The Impact of Nucleoside Modification and the Evolutionary Origin of RN*, in “Immunity”, vol. 23, pp. 165-176

Latour, B. (1987), *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Cambridge, Harvard University Press; trad. it. *La scienza in azione. Introduzione alla sociologia della scienza*, Torino, Edizioni di Comunità, 1998.

- (2005), *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network Theory*, Oxford, Oxford University Press.

Limaye R. J., Sauer M., Ali J., Bernstein J., Wahl B., Barnhill A., Labrique A., Less S. (2020), *Building trust while influencing online COVID-19 content in the social media world*, in “The Lancet Digital Health”, 2, 6, pp. 277-278

Lundstrom, K. (2020). *Self-Amplifying RNA Viruses as RNA Vaccines*, in “International Journal of Molecular Sciences”, 21(14), pp. 5130

Lundvall, B.-Å. e Borrás, S. (2005), *Science, technology and innovation policy*, in J. Fa-gerberg, D.C. Mowery e R.R. Nelson (a cura di), *Innovation Handbook*, Oxford, Oxford University Press, pp. 599-631

Lurie, N., Keusch, G. T., & Dzau, V. J. (2021), *Urgent lessons from COVID 19: why the world needs a standing, coordinated system and sustainable financing for global research and development*, in “Lancet (London, England)”, 397(10280), pp. 1229–1236.

Mele V., De Toffoli M., Serafini L., Campo E. (2021), *Le rappresentazioni dell’universo “no-vax” nella sfera pubblica digitale: una riflessione sul caso del vaccino anti COVID*, in Pellizzoni L., Biancheri R. (a cura di), *Scienza in discussione? Dalla controversia sui vaccini all’emergenza Covid-19*, FrancoAngeli, Milano, pp. 91-112

Neresini, F. (2020), *L’innovazione tecnologica come processo coevolutivo*, in Magaudda, P., Neresini, F. (a cura di), *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*. Il Mulino, Bologna, pp.59-72

Pessato M. (2021), *Survey & Polls. L'influenza del Covid-19 sugli atteggiamenti dell'opinione pubblica*, in "Comunicazione politica, Quadrimestrale dell'Associazione Italiana di Comunicazione Politica", 3, pp. 473-486.

Pinch, T. e Bijker, W.E. (1984), *The social construction of facts and artefacts. Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other*, in "Social Studies of Science", 14, 3, pp. 399-441

Ravn, T. e Mejlgaard, N. (2015), *Catalogue of PE Initiatives. PE2020 - Public Engagement Innovations for Horizon 2020*, rapporto di ricerca, Helsinki, University of Helsinki.

Schlake, T., Thess, A., Fotin-Mleczek, M., & Kallen, K. J. (2012). *Developing mRNA-vaccine technologies*, in "RNA biology", 9(11), pp. 1319–1330.

Selin, C. (2008), *The Sociology of the Future: Tracing Stories of Technology and Time*, in "Sociology Compass", 2, pp.1878-1895.

Tallacchini M. (2020), *"Preparedness" e coinvolgimento dei cittadini ai tempi dell'emergenza. Per un diritto collaborativo alla salute*, in "Epidemiologia&Prevenzione", 44 (2-3), pp. 114-119

Tognotti E. (2010), *The eradication of smallpox, a success story for modern medicine and public health: What lessons for the future?* in "Journal of Infection in Developing Countries", vol. 4, n. 5, pp. 264-266

von Schomberg R. (a cura di), (2011), *Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields*, Publications Office of the European Union, Lussemburgo

- (2013), *A vision of responsible research and innovation*, in R. Owen, J. Bessant e M. Heintz (a cura di), *Responsible Innovation*, Chichester, Wiley, pp. 51-74.

Weingberg A. (1972), *Science and trans-science*, in "Minerva", 10, pp. 209-222

Wilson S.L., Wiysonge C. (2020), *Social media and vaccine hesitancy*, in “BMJ Global Health”, 5 (10), pp. 1-7

World Health Organization (2020), *Novel Coronavirus (2019-nCoV): situation report, 13*, World Health Organization, pp. 1-7

RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare il mio relatore, il Prof. Federico Neresini, per la disponibilità e la pazienza dimostrate durante il percorso di stesura della tesi.

Ringrazio il corso di Scienze Sociologiche per avermi dato l'opportunità di ampliare i miei orizzonti, consentendomi di acquisire conoscenze e competenze capaci di farmi osservare il mondo con occhi diversi.

Ringrazio con tutto il cuore la mia famiglia, in particolare, Papà, Mamma, mia sorella Matilde e i miei nonni per avermi sostenuta in tutto, incoraggiandomi e supportandomi anche nei momenti peggiori.

Ringrazio Liliana e Alessia, per essere state le migliori compagne di studio e di vita in questi anni di università.

Ringrazio la mia compagnia e le mie amiche per avermi fatto sorridere nei momenti bui e per aver festeggiato con me in quelli belli. In particolar modo ringrazio Filippo, per essermi stato sempre accanto e per aver creduto in me più di chiunque altro.

Infine, desidero ringraziare e dedicare questa tesi a me stessa, per aver combattuto ed essermi rialzata sempre nella vita, per aver inseguito i miei obiettivi e i miei sogni, per la tenacia dimostrata in questi anni nell'affrontare i momenti difficili, permettendomi di migliorare nello studio, nel lavoro e come persona.

