

Dipartimento
di Scienze Politiche

Cattedra di Sociologia della comunicazione

Verso la società della conoscenza:
analisi del rapporto tra scienza, cittadini
e policy makers

Prof.ssa Emiliana De Blasio

RELATRICE

Margherita Pucillo

CANDIDATA

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

INTRODUZIONE	6
CAPITOLO PRIMO: LA SCIENZA COME OGGETTO D'INDAGINE SOCIOLOGICA	9
1.1 Introduzione	9
1.1.1 La rivoluzione scientifica e la nascita della scienza moderna: luoghi, istituzioni e strumenti ...	9
1.1.2 Il genere nell'evoluzione della scienza moderna	11
1.2. La nascita della sociologia della scienza	12
1.2.1 Robert K. Merton e i principi della sociologia della scienza.....	12
1.2.2 La struttura normativa della scienza.....	14
1.3 Oltre il paradigma mertoniano. Dalla sociologia della scienza alla sociologia della conoscenza scientifica	18
1.3.1 Ludwik Fleck: dallo studio della sifilide alla definizione di fatto scientifico.....	18
1.3.2 Paradigmi e crisi. Thomas Kuhn e le rivoluzioni scientifiche.....	19
1.3.3 Contro il metodo. L'anarchismo metodologico di Paul Feyerabend.....	21
1.3.4 Imre Lakatos e il programma di ricerca scientifico	21
1.3.5 L'eredità di Kuhn: la Scuola di Edimburgo e la nascita della <i>Sociology of Scientific Knowledge</i>	22
1.3.6 Dentro la scatola nera. David Bloor e i principi metodologici dello <i>Strong Programme in the Sociology of Knowledge</i>	23
1.3.7 L'Affare Sokal e l'avvento delle <i>Science Wars</i>	25
1.3.8 La scuola di Bath e il Programma empirico del relativismo.....	26
1.4 Un approccio antropologico	27
1.4.1 Bruno Latour e gli Studi di Laboratorio.....	27
1.4.2 Karin Knorr-Cetina e l' <i>ars retorica</i> della scienza	28
1.4.3 La Teoria dell'Attore-Rete	29
1.4.4 La svolta semiotica. Fine della sociologia della scienza?	30
1.4.5 Ripensare la scienza. Verso un sistema integrato scienza-società	32
CAPITOLO SECONDO: LA COMUNICAZIONE PUBBLICA DELLA SCIENZA: IL PUBBLICO SECONDO GLI SCIENZIATI	34
2.1. L'origine della comunicazione pubblica della scienza	34
2.1.1. Introduzione	34
2.1.2. Galileo Galilei e il <i>Sidereus Nuncius</i>	35

2.1.3.	La comunicazione scientifica tra Settecento e Ottocento.....	37
2.2.	Modelli di comunicazione pubblica della scienza.....	39
2.2.1.	La scienza come bene pubblico.....	39
2.2.2.	Definizioni dei tipi di comunicazione della scienza.....	40
2.2.3.	Il modello tradizionale: <i>Public Scientific Literacy</i> (PSL).....	41
2.2.4.	Critiche al modello tradizionale.....	44
2.2.5.	Il modello del deficit: <i>Public Understanding of Science</i> (PUS).....	45
2.2.6.	Per una comunicazione differente. Il modello della scelta razionale, il modello contestuale e la divulgazione di Margherita Hack.....	47
2.2.7.	Il modello del dialogo: <i>Public Engagement with Science and Technology</i> (PEST).....	48
2.2.8.	Il modello della partecipazione: <i>Citizen Science</i>	51
2.2.9.	Critiche alla <i>Citizen Science</i>	53
2.3.	L'era post-accademica della scienza.....	54
2.3.1.	Il rapporto <i>Science: The Endless Frontier</i> e il tramonto dell'era accademica della scienza.....	54
2.3.2.	Nel segno di Galileo. Il <i>Modello Venezia</i> di Pietro Greco.....	56
2.4.	SARS-CoV-2: effetti sui rapporti nella comunità scientifica e tra scienza e pubblico.....	57
2.4.1.	Introduzione.....	57
2.4.2.	Gli effetti sulla ricerca.....	57
2.4.2.1.	La velocizzazione dei tempi di <i>peer review</i>	58
2.4.2.2.	Gli archivi di <i>preprint</i> come strumenti di lavoro e di informazione a tutti gli effetti.....	59
2.4.3.	Gli effetti sulla comunicazione tra scienza e società.....	61
2.4.3.1.	L'assenza di figure di intermediazione: scienziati sui social media.....	61
2.4.4.	I progetti di <i>Citizen Science</i>.....	62
CAPITOLO TERZO: LA SCIENZA SECONDO IL PUBBLICO: DALLA SCIENZA NELLA SOCIETÀ ALLA SCIENZA PER LA SOCIETÀ, CON LA SOCIETÀ.....		64
3.1.	L'attuale scenario nell'Unione Europea.....	64
3.1.1.	"Scienza e società" nella <i>European Research Area</i>	64
3.1.2.	Livello della percezione pubblica di scienza, ricerca e innovazione nell'Unione Europea.....	66
3.1.3.	Priorità per la scienza e l'innovazione tecnologica nei prossimi 15 anni.....	67
3.2.	Lo scenario italiano.....	67
3.2.1.	Risultati del rapporto <i>Observe Science in Society 2020</i>	67

3.2.2.	Perché è importante considerare l'alfabetizzazione scientifica: le responsabilità degli scienziati e dei <i>policy-makers</i>	68
3.3.	Dalla scienza nella società alla scienza per la società, con la società	69
3.3.1.	Politiche della ricerca: forme di <i>governance</i>	69
3.3.2.	Ricerca e Innovazione Responsabile (<i>Responsible Research and Innovation - RRI</i>).....	71
3.4.	L'applicazione della RRI nell'Unione Europea	73
3.4.1.	<i>European Research and Innovation: Horizon2020</i> , Programma Quadro per la Ricerca e Innovazione 2014-2020	73
3.4.2.	Oltre l'orizzonte di <i>Horizon2020: Horizon Europe 2021-2027</i>	75
	CONCLUSIONI. VERSO LA KNOWLEDGE SOCIETY	77
	BIBLIOGRAFIA	80
	ABSTRACT	95

INTRODUZIONE

Nata nel 1610 con la pubblicazione del *Sidereus Nuncius* di Galileo Galilei, la comunicazione pubblica della scienza è stata oggetto di numerosi studi e teorie allo scopo di comprendere i meccanismi che ne regolano il funzionamento. Il rapporto tra scienza, media e pubblico di non-esperti ha assunto col passare dei secoli forme e modelli diversi, ed è stato influenzato da eventi economici, politici e culturali nonché dai progressi in ambito tecnologico. Tre secoli dopo l'istituzionalizzazione della scienza moderna nelle accademie, nel Novecento anche la sociologia ha dovuto confrontarsi con la conoscenza scientifica e la tecnologia. E non poteva andare diversamente visto l'incalzante sviluppo tecno-scientifico avvenuto negli ultimi due secoli che ha raggiunto tassi di crescita superiori a ogni altro settore in una società, quella contemporanea, che si fonda sulla «diffusione della conoscenza nelle attività economiche, politiche e nella vita quotidiana dei cittadini» (Cerroni e Simonella, 2014).

Il rapporto tra Scienza e Società è solitamente considerato pieno di contrasti, specialmente su temi controversi come il cambiamento climatico, gli organismi geneticamente modificati, le biotecnologie, l'energia nucleare, le neuroscienze e così via.

Un quadro del modo in cui viene percepita la scienza dal cittadino comune, solitamente fruitore di mass media e dotato di *expertise*, è fornito da molti rapporti dell'Eurobarometro elaborati sotto l'impulso della Commissione Europea. Per esempio, più della metà dei cittadini europei ha studiato materie scientifiche o tecnologiche a vari livelli di istruzione; almeno la metà degli intervistati (Commissione Europea, 2014) prevede che, tra quindici anni, la scienza e lo sviluppo tecnologico avranno un impatto positivo in ambiti come la salute e l'assistenza medica, l'istruzione, i trasporti e le infrastrutture, l'approvvigionamento energetico, la protezione dell'ambiente e la lotta ai cambiamenti climatici. È quindi impensabile considerare la comunicazione scientifica, la scienza e la società come elementi separati fra loro.

Negli ultimi vent'anni, inoltre, sono stati compiuti diversi tentativi per cercare di ridurre la distanza tra scienza e società che hanno portato alla definizione di un nuovo approccio chiamato Ricerca e Innovazione Responsabile. La RRI, e in particolare il *Public Engagement* nella RRI, cerca di far emergere apertamente questioni associate alla ricerca e innovazione, in modo da anticiparne le conseguenze e coinvolgere la società nella discussione riguardo alle modalità con cui la scienza e la tecnologia possano aiutare a creare il tipo di società desiderata per le generazioni future. Nell'Unione Europea questa metodologia è stata usata nel Programma Quadro *Horizon 2020*. Concepito come un motore in grado di guidare lo sviluppo economico e di creare nuovi posti di lavoro, *Horizon 2020* rappresenta il principale strumento finanziario

volto a rafforzare lo Spazio Europeo della Ricerca – ossia la creazione di un’area comune in cui ricercatori e conoscenze scientifiche e tecnologiche possano circolare liberamente.

La presente tesi è di impianto descrittivo, pertanto si prenderanno in esame i modelli e le teorie già presenti in letteratura. Il primo capitolo, di tipo teorico, conterrà un incisivo e dettagliato riepilogo dell’analisi della scienza come oggetto sociologico. Ci soffermeremo in particolare sull’istituzionalizzazione della scienza moderna e sull’origine della sociologia della scienza ad opera di Robert K. Merton, per poi passare in rassegna gli autori che sovvertono il paradigma mertoniano e che danno vita alla sociologia della conoscenza scientifica. In questa sede saranno illustrati autori come Fleck, Kuhn, Feyerabend, Lakatos e scuole come la Scuola di Edimburgo e il suo *Strong Programme in the Sociology of Knowledge* e come la Scuola di Bath con il Programma empirico del relativismo. Dopo aver accennato all’avvento delle *Science Wars*, si passerà alle analisi antropologiche di Bruno Latour e Karin Knorr-Cetina, evidenziando la rilevanza degli Studi di Laboratorio e della Teoria dell’Attore-Rete e ipotizzando la fine della sociologia della scienza propriamente detta. Il passaggio dalla *Mode-1 Science* alla *Mode-2 Science* concluderà il capitolo, suggerendo che anche se viviamo in un’epoca di incertezza, è impossibile scindere il rapporto tra scienza e società.

Alla luce di ciò, il secondo capitolo conterrà l’approfondimento riguardante la comunicazione pubblica della scienza, analizzando il pubblico secondo gli scienziati. Verranno quindi esaminati la nascita della comunicazione pubblica della scienza moderna e il suo sviluppo fino ai giorni nostri, con la definizione dei vari tipi di comunicazione scientifica e dei vari modelli, come il *Public Scientific Literacy*, il *Public Understanding of Science*, il *Public Engagement with Science and Technology* e infine il modello di *Citizen Science*. Dopo aver illustrato il passaggio dall’era accademica della scienza all’era post-accademica della scienza (Ziman, 2002), il capitolo si concluderà con una breve appendice attinente all’emergenza sanitaria dovuta alla pandemia del virus SARS-CoV-2, e in particolari sugli effetti provocati all’interno della comunità scientifica e sul rapporto tra scienza e pubblico. L’analisi della scienza come bene pubblico – un «bene più che non rivale» e «meno che appropriabile» (Cerroni, 2006) – e dell’era post-accademica della scienza saranno rilevanti in considerazione del terzo capitolo.

Il terzo e ultimo capitolo analizzerà infatti la scienza dal punto di vista del pubblico, illustrando dapprima i dati dello scenario italiano immediatamente pre-COVID19 e di taluni rapporti dell’Eurobarometro sull’alfabetizzazione scientifica europea, sulla percezione pubblica di scienza e tecnologia in UE e sulle aspettative dell’impatto tecnologico sulla vita quotidiana. Quest’ultimo fattore è importante perché condiziona direttamente le scelte dei *policy maker* che devono tener conto del passaggio dalla scienza nella società all’attuale scienza per la società, con la società (Owen *et al.*, 2012).

L'ultima parte avrà infine come oggetto l'altra faccia della sociologia della scienza, quella che si interessa dei rapporti tra scienza e società. L'attenzione, in questo frangente, è dedicata alle politiche della ricerca e soprattutto alla Ricerca e Innovazione Responsabile (*Responsible Research and Innovation*), che implica che gli attori sociali (ricercatori, cittadini, policy makers, organizzazioni del terzo settore, imprese, ecc.) lavorino insieme durante il processo di ricerca e innovazione per allineare meglio questo processo e i suoi esiti con i valori, i bisogni e le aspettative della società. L'esempio applicativo è costituito da *Horizon 2020* (H2020), il Programma Quadro dell'Unione Europea per la Ricerca e l'Innovazione relativo al periodo 2014-2020. Verranno poi esposti gli obiettivi e la struttura del Programma Quadro successivo, *Horizon Europe 2021-2027*. Nelle conclusioni si tireranno le somme di quanto mostrato dalle varie interrelazioni tra scienza, società e *policy makers* e si ipotizzeranno i possibili scenari futuri di una società che si sta sempre più affermando come *Knowledge Society*.

CAPITOLO PRIMO

LA SCIENZA COME OGGETTO D'INDAGINE SOCIOLOGICA

1.1 Introduzione

1.1.1 La rivoluzione scientifica e la nascita della scienza moderna: luoghi, istituzioni e strumenti

Procedendo con ordine, le basi teoriche, metodologiche e istituzionali della scienza moderna nascono con la Rivoluzione scientifica, compresa fra la metà del XVI e la fine del XVIII secolo. Dal punto di vista organizzativo, viene meno il ruolo privilegiato che le università detenevano nell'ambito della produzione scientifica nel Medioevo, perché nel Seicento sono ormai l'emblema del conservatorismo ecclesiastico di matrice aristotelica. Gli studiosi si riuniscono quindi in luoghi fisici e simbolici nuovi, dando origine alle accademie specializzate di carattere scientifico, in contatto tra loro tramite scambio epistolare e poi tramite la diffusione della stampa. Tralasciando gli esempi classici della Biblioteca di Alessandria d'Egitto e della Casa della Sapienza di Baghdad, per la prima volta gli scienziati si riuniscono in comunità autoregolate, autotassate o finanziate da mecenati, dove lo scopo non è la trasmissione del sapere bensì lo scambio di informazioni, la discussione di ipotesi, la realizzazione in comune di esperimenti e la trasparente costruzione di un consenso razionale tra i membri (Rossi, 2000). Si rinuncia al lavoro solitario e alla segretezza della conoscenza per costruire un soggetto collettivo dedito alla comunicazione sia interna che esterna alla comunità scientifica.

La prima organizzazione che può essere definita società scientifica è l'Accademia dei Lincei fondata nel 1603 a Roma da Federico Cesi, Francesco Stelluti, Anastasio de Filiis e Jan van Heeck; nel 1611 ne entra a far parte colui che diventerà l'esponente più prestigioso: Galileo Galilei. L'obiettivo dell'Accademia era l'idea di una scienza rinnovata, finalmente fedele all'osservazione diretta e non ai precetti aristotelici: più precisamente Federico Cesi scrisse che «per far qualche cosa da noi, è necessario ben leggere questo grande, veridico et universal libro del mondo; è necessario dunque visitar le parti di esso et essercitarsi nello osservare et sperimentare» (Montalenti *et al.*, 2006). In Italia sorgono poi l'Accademia degli Investiganti a Napoli nel 1650 e l'Accademia del Cimento a Firenze nel 1657, ma hanno vita breve perché legate alla sorte delle alterne vicende politiche o finanziarie dei loro mecenati; con il loro tramonto, il fulcro della vita accademica scientifica si sposta dall'Italia all'Inghilterra e alla Francia.

La più antica società scientifica inglese viene fondata il 28 novembre 1660 su iniziativa di un gruppo di dodici scienziati dell'«*Invisible College*», solito riunirsi presso il Gresham

College, che annovera l'architetto Christopher Wren, il chimico Robert Boyle, John Wilkins, Robert Hooke e Robert Moray. Dopo aver assistito a una conferenza dello stesso Wren, danno vita a un «*Colledge for the Promoting of Physico-Mathematicall Experimentall Learning*¹». Le riunioni si svolgevano a Londra e i soci si autotassavano per le spese relative agli esperimenti: infatti, sebbene abbia avuto il patrocinio reale quasi sin dall'inizio, la società è sempre rimasta un'organizzazione volontaria, privata e indipendente dallo Stato britannico. Il motto della *Royal Society* «*Nullius in verba*» (frase latina usata da Orazio nelle *Epistulae*) significa «[non dar fiducia] alle parole di nessuno» ed è l'espressione della determinazione degli studiosi a resistere al dominio dell'autorità e a verificare tutte le affermazioni appellandosi ai fatti risultanti dal metodo sperimentale². Altre caratteristiche della *Royal Society* sono il coinvolgimento del pubblico e la diffusione della conoscenza: nel 1665 viene fondata sotto la supervisione dell'editore Henry Oldenburg la rivista *The Philosophical Transactions of the Royal Society*, che oggi è la pubblicazione scientifica più longeva al mondo. L'obiettivo era fornire un resoconto delle «attuali imprese, studi e fatiche delle persone ingegnose di molte parti del mondo» (Gorman, 2002) agli studiosi della *Royal Society* e gli altri interessati lettori di tutta Europa. Ancarani (1996, p. 31) afferma che con *Philosophical Transactions* si delineano le pratiche di accrescimento scientifico in vigore ancora oggi, come il processo di *peer reviewing*, dato che lo statuto della *Royal Society* autorizzava la pubblicazione di articoli scientifici sul giornale della società solo dopo che fossero stati revisionati da alcuni membri componenti del suo comitato direttivo. Con il meccanismo del “controllo dei pari”, che in diverse forme e per diversi scopi estenderà progressivamente le sue funzioni, la comunità scientifica stabilisce un sistema di autogoverno che rappresenta la spina dorsale dell'autonomia e dell'autorità della scienza (*ibid.*).

Questo tipo di pubblicazioni di proto-divulgazione scientifica tra scienziati e non-scienziati si diffonde ben presto in altri Paesi: in Francia il giurista e aristocratico Denys de Sallo fonda nel 1665, nel contesto della neonata *Académie des sciences de l'Institut de France* del ministro Jean-Baptiste Colbert, il *Journal des Sçavans*, contenente le recensioni di libri pubblicati in tutto il mondo scientifico (Bevilacqua, 2014). Per ottenere un'istituzionalizzazione e un'organizzazione formale per rispondere alle esigenze di riconoscimento sociale, l'*Académie des sciences* chiede l'intervento pubblico dello Stato, che sarà uno dei primi aiuti statali al mondo in ambito scientifico. Il ministro Colbert sostiene l'*Académie* anche per riscontri pratici,

¹ Il nome *The Royal Society* è menzionato per la prima volta nei documenti del 1661. Nel 1663 si fa riferimento all'accademia come *The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge*.

² *Royal Society, History of the Royal Society*. Disponibile in: <https://royalsociety.org/about-us/history/> [Accesso: 02-01-2020]

perciò gli accademici oltre alle ricerche teoriche avrebbero dovuto occuparsi anche di idraulica, industria, navigazione, tecnica militare nonché di valutazione delle innovazioni tecnologiche (Giudice, s.d.). L'*Académie* è quindi il risultato di un'azione *top-down*, al contrario della *Royal Society* che ha avuto origine da un'azione *bottom-up* (Cerroni, Simonella, 2014). Le due accademie differiscono anche per l'atteggiamento nei confronti del pubblico: l'*Académie des sciences* svolge la sola attività di comunicazione interna, senza autopromuoversi e diffondendo i risultati presso il grande pubblico, a tal punto che Ben-David (1971) definisce «movimento scienziato» la comunità scientifica francese del XVIII secolo e Greco (2009a, p. 75) sostiene che «la prima Accademia pubblica d'Europa è anche la prima a non ritenere di doversi autopromuovere presso il grande pubblico. [...]. Ritengono di aver già eretto una torre d'avorio che li separa e li protegge dal mondo».

1.1.2 Il genere nell'evoluzione della scienza moderna

È importante ricordare anche il ruolo che hanno avuto le donne all'interno della comunità scientifica durante l'evoluzione della scienza moderna. Se nel Medioevo sono i monasteri e i conventi i luoghi deputati all'educazione delle giovani, dopo la Riforma lo scenario muta radicalmente. Infatti, Enrico VIII ordina la demolizione dei conventi e con essi anche la possibilità di accesso alle scuole nei conventi stessi viene distrutta. In Inghilterra assistiamo quindi alla scomparsa di ogni sistema istituzionale di educazione femminile per molti secoli (Mozans, 1913). In Italia abbiamo dei casi d'avanguardia di donne professoressa, come all'Università di Bologna con Maria Gaetana Agnesi, titolare della Cattedra di Geometria Analitica nel 1750 e con Laura Bassi con la Cattedra di Fisica Sperimentale nel 1776. Al di fuori delle università e prima delle accademie, gli unici luoghi culturali a cui hanno accesso le donne di alta levatura sociale sono le corti aristocratiche, seppur in una posizione comunque subordinata e limitata.

Dopo la sopracitata istituzionalizzazione della scienza nelle accademie, l'accesso alle donne è totalmente precluso: un nome esemplare è Margaret Cavendish, duchessa che partecipò una sola volta alle riunioni della *Royal Society* e le fu sempre negata l'ammissione. Le uniche eccezioni sono le riunioni culturali in casa di aristocratici ma vi è sempre un uomo a mediare la partecipazione femminile. Durante l'evoluzione della scienza moderna le donne hanno di base un ruolo marginale nella comunità scientifica e un incarico ancillare nella ricerca, solitamente come aiutanti di figure maschili in qualità di madri, come Maria Winkelmann-Kirch, o di sorelle, come Caroline Herschel, o di mogli, come Marie-Anne Paulze Lavoisier o Marie Skłodowska Curie e sua figlia Irène Joliot-Curie. Queste figure sono state fondamentali

all'interno della comunità scientifica ma ad ogni modo la storia le ha in gran parte estromesse e la scienza «è stata definita in sfida alle donne e in loro assenza» (Noble, 1992, p. 10).

Alla fine del Seicento assistiamo alla maturazione della scienza moderna³ sia dal punto di vista metodologico che socio-istituzionale (seppur con l'esclusione delle donne), ma dovremo aspettare l'Ottocento per la nascita della sociologia e la metà del Novecento per l'istituzionalizzazione della sociologia della scienza (Cerroni, Simonella, 2014). Sarà Robert K. Merton a spiegare il paradosso secondo cui lo studio della scienza, nonostante rappresenti una delle istituzioni più importanti della società moderna, si sia sviluppato tardivamente rispetto ad altri settori della sociologia.

1.2. La nascita della sociologia della scienza

1.2.1 Robert K. Merton e i principi della sociologia della scienza

Dal punto di vista della sociologia, secondo Gallino (1995) la scienza è

un sistema d'azione sociale, specializzato nel produrre e accumulare, mediante metodi che pretendono di essere socialmente legittimati per via del primato che assegnano all'evidenza empirica e all'argomentazione razionale, conoscenze attendibili, affidabili e riproducibili intese a predire, post-dire [...] e manipolare, in modo statisticamente non casuale, determinate sezioni spazio-temporali del mondo [...].

D'altro canto, la sociologia, trascendendo dalla sua portata investigativa le questioni che riguardano le caratteristiche interne al sapere scientifico proprie dell'epistemologia come la coerenza logica di una teoria, la sua conferma empirica o i processi di osservazione sperimentale, ha come obiettivo l'analisi dei rapporti dei saperi scientifici con i fattori esistenziali, culturali, sociali, ambientali, di descrivere le strutture organizzative e professionali, i modelli di distribuzione sociale del potere, la produzione dei significati culturali, indispensabili all'esercizio della ricerca (Busino, 2001).

Tuttavia, la sociologia ha annoverato relativamente tardi la scienza tra gli oggetti d'indagine. Robert K. Merton, sociologo statunitense considerato il fondatore della sociologia della scienza, nella prefazione al libro di Bernard Barber *Science and the Social Order* (1952), afferma che la disciplina è stata ignorata sia nel campo dell'insegnamento agli studenti di sociologia, sia nell'organizzazione della ricerca (Cerroni, Simonella, 2014). Inoltre, gli scienziati che si sono occupati del rapporto tra scienza e società prima di lui hanno sempre prodotto risultati riduzionistici, principalmente per la mancanza di un apparato teorico-concettuale

³ La periodizzazione dell'evoluzione della scienza moderna si divide poi in tre fasi: i secoli XVII e XVIII, il secolo XIX fino alla metà del XX e il periodo dalla Seconda guerra mondiale ad oggi.

costituito da una disciplina *ad hoc* che consentisse di studiare la scienza come istituzione. Merton (1952, in 1973, pp. 289-290) suggerisce che gli scienziati naturali non possono occuparsi dell'analisi sociologica, in quanto la dignità e l'integrità del proprio lavoro potrebbe essere danneggiata laddove si dovessero riconoscere le implicazioni del fatto che la scienza è un'attività sociale organizzata, che presuppone un supporto da parte della società stessa. La loro riluttanza potrebbe dunque provenire dalla falsa e diffusa convinzione che, individuando queste connessioni tra scienza e società, si potrebbero mettere in discussione gli scienziati stessi, le loro motivazioni personali e l'autonomia del loro lavoro. Si sfocerebbe dunque di nuovo nel problema del riduzionismo e del relativismo. Merton aggiunge poi nel saggio *The Neglect of the Sociology of Science* (1952, in 1973) che lo studio sociologico della scienza è emerso solo in seguito a un diffuso interesse sociale per l'istituzione scientifica, motivato dai problemi che questa poteva causare alla società più in generale.

Infatti, a partire dal secondo dopoguerra, gli studiosi di scienze sociali comprendono che la scienza e la sua *governance* sono "problemi sociali", in primo luogo perché il potere politico dipende sempre di più dal contributo della scienza e della tecnologia e in secondo luogo perché le conseguenze sociali, economiche e ambientali delle innovazioni tecnologiche si ripercuotono sulla società civile (Bucchi, 2004). Da allora la sociologia della scienza si evolve faticosamente e può essere suddivisa in tre macro-fasi (Collins, Restivo, 1983): la prima, dal 1850 al 1940, è indissolubilmente legata allo sviluppo della sociologia della conoscenza e ai dibattiti filosofici sulla natura della scienza. La seconda, dagli anni Quaranta agli anni Sessanta, vede la nascita e lo sviluppo del paradigma mertoniano, con cui la disciplina si istituzionalizza. Dal 1970 l'egemonia mertoniana viene però messa alla prova dal costruttivismo sociologico, dalla *Sociology of Scientific Knowledge* e da programmi di ricerca attiva più recenti.

Robert K. Merton (1949, in 1968) attribuisce alla sociologia della scienza il compito di indagare gli aspetti organizzativi e funzionali della scienza in quanto istituzione in grado di autoregolarsi; l'oggetto è «l'interdipendenza dinamica tra la scienza, intesa come un'attività sociale in progresso [...] e la circostante struttura sociale». In sintesi, sono le «reciproche interazioni fra scienza e società» (*ibid.*) a delineare i confini della materia, che sono così ampi da contenere ambiti inerenti ad altri settori dell'indagine sociologica.

Secondo Dubois (1999), possiamo individuare tre fasi dell'evoluzione del pensiero mertoniano: la prima, agli inizi degli anni Trenta, coincide col suo soggiorno ad Harvard; la seconda, dal 1938 al 1942, è caratterizzata dalle sue prime pubblicazioni, in particolare dalla tesi di dottorato; la terza inizia nel 1957, anno in cui pronuncia un importante discorso all'*American Sociological Society*. La sua produzione comprende due opere fondamentali dedicate alla scienza. La prima è la già citata tesi di dottorato, ancora inserita all'interno di un

paradigma sociologico classico, dal nome *Scienza, tecnologia e società nell'Inghilterra del secolo XVII* (1938), a cui si riconduce il suo interesse per il sapere scientifico. Il tema della tesi è il rapporto tra attività scientifica e sviluppo del capitalismo, ma in una cornice nuova, perché Merton tralascia la valutazione dell'impatto delle scoperte sullo sviluppo industriale soffermandosi invece sul ruolo dell'etica protestante – come aveva già fatto Weber con *Etica protestante e spirito del capitalismo* (1904-05) – nella nascita della scienza moderna nell'Inghilterra del XVII secolo. L'*ethos* puritano stimola interesse verso l'approccio razionale proprio del metodo scientifico perché, come spiega Merton (1938): «I valori sociali propri dell'etica puritana erano tali da comportare un'accoglienza favorevole della scienza a causa di un orientamento fondamentalmente utilitaristico espresso in termini religiosi e favorito dall'autorità religiosa. La ricerca scientifica, esaminata dall'angolo visuale di un sistema di etica puritana razionalizzata, appariva in possesso di quelle caratteristiche che costituiscono mezzi efficaci per il raggiungimento di fini [...] religiosi». Merton segue la scia delle analisi di Weber anche quando afferma che bisogna investigare i fattori extra-scientifici (ivi, p. 57) che determinano la scelta degli scienziati di indagare in specifici campi di analisi. Infine, sostiene che la comunità scientifica è un'istituzione dotata di una struttura normativa che comporta un costante rapporto con la società e al tempo stesso una propria autonomia. Alla luce di ciò, secondo Merton la sociologia della scienza era l'unica disciplina a potersi occupare dello studio di questi fattori e del rapporto tra scienza e società. È chiara l'influenza di studiosi come il sociologo Pitirim Sorokin e dello storico della scienza George Sarton, da cui il giovane Merton riprende rispettivamente l'attenzione all'interazione tra cultura, scienza e società e il tentativo di inserire la prospettiva sociologica all'interno della storia della scienza⁴.

1.2.2 La struttura normativa della scienza

La seconda opera fondamentale per la riflessione mertoniana è la raccolta di saggi *The Sociology of Science* (1973, trad. it. 1981). Nella sua descrizione della «struttura normativa della scienza», Merton espone gli «imperativi istituzionali» che costituiscono l'*ethos* di ogni comunità scientifica e che consentono un corretto funzionamento della scienza. Essi non sono delle indicazioni circa le motivazioni individuali di ciascuno scienziato, bensì designano i valori istituzionalmente riconosciuti validi dalla scienza, che formano il “codice deontologico” al quale

⁴ Pitirim Aleksandrovič Sorokin in quel periodo era direttore del Dipartimento di Sociologia di Harvard da lui fondato nel 1930 insieme alla rivista *Social and Cultural Dynamics*. Nel 1912, invece, George Sarton aveva fondato in Belgio *Isis*, una delle prime riviste internazionali per la storia e la filosofia della scienza, che continuò poi a pubblicare durante il suo soggiorno ad Harvard. Oltre a loro, nella commissione della tesi di dottorato di Merton vi era anche Talcott Parsons, che studiò la scienza come parte della cultura all'interno della teorizzazione del sistema sociale. Per approfondire il suo discorso sulla struttura istituzionale della scienza, si veda Parsons, 1951.

gli scienziati dovrebbero attenersi. La funzionalità di queste norme è riconosciuta dalle sanzioni comminate dalla comunità a coloro che vi si discostano. Le norme morali il cui rispetto garantisce sia il giusto riconoscimento allo scienziato che l'efficacia nel funzionamento della comunità sono ⁵:

1. *Comunitarismo*: i risultati e le scoperte non sono proprietà del singolo ricercatore ma patrimonio della comunità scientifica e della società nel suo complesso. Lo scienziato non ottiene riconoscimento per la propria attività se non rendendola pubblica e mettendola quindi a disposizione degli altri.
2. *Universalismo*: i risultati scientifici vengono giudicati indipendentemente dalle caratteristiche del soggetto che li ha formulati, quali la classe, la razza, la religione.
3. *Disinteresse*: l'interesse primario dello scienziato deve essere il progresso della conoscenza, ogni altro interesse di carattere individuale deve essere ad esso secondario e subordinato.
4. *Scetticismo organizzato*: è dovere di ogni scienziato esporre i propri risultati in modo tale che possano essere sottoposti al vaglio critico dei suoi pari e, a sua volta, ogni scienziato ha il dovere di sottoporre a critica i lavori dei suoi colleghi⁶.

Anche il matematico Henri Poincaré giunge a posizioni complementari a quelle di Merton⁷. In *La morale et la science* (1917, p. 230) egli descrive i valori sottostanti all'*ethos* scientifico e afferma che gli scienziati sono in genere poco disposti a «prestare attenzione ai [loro] piccoli interessi egoistici», una posizione sovrapponibile alla norma mertoniana del disinteresse.

L'allievo di Merton Ian Mitroff (1974) riprende il tema della struttura normativa sviluppando il problema dell'ambivalenza delle norme con uno studio condotto sulla missione Apollo 11. Secondo Mitroff esistono coppie di norme e contro-norme nella struttura normativa della società scientifica:

⁵ La sigla che ne risulta è CUDOS, non a caso visto che *κῦδος* in greco significa proprio prestigio in ambito accademico. Merton (1957, in 1973) sostiene che solo pochi scienziati tenterebbero di conquistare la reputazione con mezzi che la farebbero perdere.

⁶ Argomentazione ripresa da Nanetti, 2014, pp. 8-9.

⁷ Tuttavia, come si legge in Barrotta *et al.* (2019), le loro posizioni non sono identiche. Merton è fedele alla tesi della avalutatività della scienza sociale e analizza la spiegazione scientifica delle norme che consentono un corretto funzionamento della scienza, invece Poincaré, padre del convenzionalismo, si occupa del campo della morale e delle valutazioni.

1. *Particolarismo* (opposto all'universalismo): le caratteristiche dello scienziato sono fattori importanti nell'influenzare il modo in cui i suoi pari giudicano la sua produzione.
2. *Segretezza* (opposta al comunitarismo): vi sono situazioni in cui è più funzionale ritardare una pubblicazione per rafforzarla o per difendere i furti di idee in un ambiente poco collaborativo.
3. *Interesse* (opposto al disinteresse): lo scienziato produce utili servendo i propri interessi e ottenendo prestigio e finanziamenti per sé e per la sua comunità di riferimento.
4. *Dogmatismo organizzato* (opposto allo scetticismo organizzato): se lo scienziato produce risultati discordanti rispetto a quelli già consolidati dalla letteratura scientifica, può credere nei propri e rifiutare quelli altrui, perché la convinzione nei propri risultati è fonte di motivazione per arrivare a nuove scoperte scientifiche⁸.

Particolarmente rilevante è il meccanismo attraverso cui sono assegnate e distribuite risorse e ricompense all'interno della comunità scientifica, in particolare la possibilità di pubblicare. Vi sono però delle disfunzioni dei meccanismi istituzionali, tra tutti il cosiddetto *Matthew Effect*⁹ o «Effetto San Matteo», secondo cui vi è un effetto cumulativo che premia esponenzialmente coloro che si trovano già in una posizione privilegiata, mentre i perdenti sono coloro che si trovano già in posizione marginale. L'espressione trae origine dal Vangelo secondo Matteo, dove nella Parabola dei Talenti si legge: «poiché a chi ha, verrà dato, e sarà nell'abbondanza: ma a chi non ha, verrà tolto anche quello che ha» (25:29). Dopo aver analizzato alcuni dati empirici, risultava evidente che i saggi proposti ad una rivista scientifica erano accettati più frequentemente se citavano un premio Nobel o comunque un autore conosciuto; allo stesso modo, le opere di un ricercatore erano citati molto più frequentemente dopo che questi aveva ottenuto un riconoscimento di prestigio (Bucchi, 2004). Merton cita come esempio il caso di Lord Rayleigh¹⁰, il cui nome era stato accidentalmente rimosso da un

⁸ Coppie oppositive riprese da Cerroni, Simonella (2014).

⁹ La storica della scienza Margaret Rossiter (1993) allo stesso modo elabora il *Matilda Effect*, affermando che a molte scienziate non sia stato riconosciuto il loro impegno e che siano state vittime della mancata attribuzione di pubblici riconoscimenti a favore dei colleghi uomini. L'eponimo deriva da Matilda J. Gage, suffragetta e abolizionista del XIX secolo, che nel suo saggio *Woman as an Inventor* (1883) ha condannato la tendenza degli uomini a derubare le donne delle loro invenzioni tecnologiche e criticato la convinzione comune secondo cui «*woman [...] possesses no inventive or mechanical genius*».

¹⁰ John William Rayleigh è stato il successore di Maxwell nella cattedra di fisica sperimentale a Cambridge e poi socio, segretario e presidente della *Royal Society*. Studioso di acustica, elettromagnetismo, meccanica statistica, teoria dell'elasticità, densità dei gas, è famoso per aver ottenuto il Premio Nobel nel 1904 in collaborazione con W. Ramsay per la scoperta del primo gas nobile dell'atmosfera, l'Argon (Ar).

manoscritto sottoposto alla *British Association for the Advancement of Science*. Il comitato lo rifiutò, ma una volta scoperto il vero autore, fu accettato. Questo effetto è disfunzionale e iniquo per le carriere dei singoli scienziati, penalizzati nelle fasi iniziali della loro attività, ma è funzionale per l'istituzione in quanto ne garantisce il corretto funzionamento e opera una selezione nell'enorme mole di pubblicazioni.

I meriti di Merton sono l'aver inserito la scienza nell'ambito dell'indagine sociologica a scapito dell'analisi dei contenuti, perché la conoscenza scientifica risulta essere una *black box*, e l'aver delineato gli aspetti organizzativi e funzionali della scienza in quanto istituzione in grado di autoregolamentarsi. Su questi aspetti però sorgono le critiche rivolte al sociologo americano (*ibid.*): è considerato infatti il fautore di un'impostazione tradizionalistica da superare nell'analisi sociologica, dato che le norme non sono sempre istituzionalizzate (per esempio, data la continua violazione del principio universalistico) e la sua struttura normativa della scienza è un'idealizzazione di carattere prescrittivo che potrebbe non corrispondere all'effettiva prassi scientifica. In secondo luogo, la visione positivista mertoniana della scienza indirizza l'analisi sociologica sugli errori della scienza, come le devianze dalla razionalità scientifica. Infine, considerare la comunità scientifica separata dalla società non riesce a rendere conto della complessità dei rapporti tra mondo accademico, governo e industria.

1.3 Oltre il paradigma mertoniano. Dalla sociologia della scienza alla sociologia della conoscenza scientifica

1.3.1 Ludwik Fleck: dallo studio della sifilide alla definizione di fatto scientifico

Secondo Cerroni e Simonella (2014), tra la fine degli anni Sessanta e i primi anni Settanta l'autentico punto di svolta per la sociologia della scienza è frutto di due punti di rottura nella storia del pensiero. Il primo è opera dello storico della fisica Thomas Kuhn; il secondo è lo sviluppo della *Sociology of Scientific Knowledge*.

L'anticipatore di molte delle tesi di Kuhn è però Ludwik Fleck (1896-1961)¹¹, a cui egli stesso riconosce il merito nella prefazione a *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1978). Nel libro *Genesi e sviluppo di un fatto scientifico* pubblicato per la prima volta nel 1935, Fleck utilizza l'evoluzione del concetto attuale di sifilide come caso paradigmatico per descrivere lo sviluppo scientifico interpretandolo come un fenomeno collettivo, con la produzione da parte della comunità scientifica di schemi interpretativi che si susseguono in modo da risultare dopo molto tempo incommensurabili fra loro (Rosa, 2019). Dato che la scienza ha impiegato circa quattrocento anni per differenziare le manifestazioni sintomatiche che all'inizio cadevano tutte sotto l'ombrello concettuale di "sifilide", allora tale fatto non ha origini empiriche, bensì soprattutto psico-sociali e legate alla tradizione. Infatti, ciascun fatto scientifico acquista significato nel contesto di un determinato "stile di pensiero" (sovrapponibile al "paradigma" di Kuhn) all'interno di vari "collettivi di pensiero", ossia «la comunità degli uomini che hanno tra loro un contatto intellettuale e che si scambiano le idee influenzandosi reciprocamente» (Fleck 1980, trad. it. 1998). Fleck, nella definizione di "fatto scientifico", afferma che si è soliti contrapporre il fatto alla teoria in mutamento come qualcosa di duraturo e di indipendente dalle concezioni soggettive dello scienziato. «Noi non avvertiamo più la presenza di una nostra attività in questo atto conoscitivo e sentiamo solo la nostra completa passività dinanzi a un potere che non dipende da noi, e al quale diamo il nome di "esistenza" o di "realtà"» (ivi, p. 45).

Fleck giunge a numerose conclusioni: innanzitutto, i fatti scientifici hanno una struttura intricata in cui le teorie e le concezioni precedenti si intersecano in maniera inseparabile nel tempo e nello spazio. In secondo luogo, i modelli interpretativi precedenti possono persistere ed essere utilizzati per elaborare concezioni successive e anch'essi si intersecano fra loro. Dopodiché, i concetti non hanno uno "scopritore": sono bensì il frutto di una elaborazione

¹¹ Medico e microbiologo polacco, nel tempo libero studiava i classici della sociologia, come Durkheim e Lévy, e di storia e filosofia della scienza. Durante la guerra, essendo lui ebreo, fu internato prima ad Auschwitz e poi a Buchenwald dove condusse ricerche per sviluppare un vaccino contro il tifo. Nel dopoguerra insegnò per alcuni anni a Leopoli, sua città natale, prima di trasferirsi in Israele dove morirà nel 1961.

collettiva in cui intervengono spesso fattori casuali dove è difficile riconoscere il contributo dei singoli partecipanti alla ricerca e per spiegare l'evoluzione della scienza è fondamentale comprendere le modalità di funzionamento di questa elaborazione collettiva. Pertanto, considerare la genesi di un concetto come lineare è in realtà un'operazione intellettuale che si verifica solo a posteriori, ma non ha nessuna realtà storica¹². Il ricercatore, essendo al tempo stesso membro di diversi «collettivi di pensiero» (comunità scientifica di riferimento, fede religiosa, classe sociale, ecc.) si trova al centro di continui scambi. Bisogna quindi tenere costantemente conto del carattere collettivo della conoscenza, perché «il conoscere è l'attività dell'uomo sottoposta al massimo condizionamento sociale e la conoscenza è la struttura sociale per eccellenza» (ivi, p. 101).

1.3.2 Paradigmi e crisi. Thomas Kuhn e le rivoluzioni scientifiche

Thomas S. Kuhn, rielaborando, tra gli altri, alcuni elementi di Fleck e di Gaston Bachelard¹³, ne *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962), adotta una visione epistemologica e sociologica dello sviluppo della scienza, evidenzia la dimensione sociale dell'impresa scientifica ed elimina la distinzione tra contesto della scoperta e contesto della giustificazione: lo scienziato adotta un «paradigma» che è l'esito dell'accordo all'interno di una comunità di scienziati e che ne condiziona il modo in cui vede il mondo. La «scienza normale» è quel periodo storico della ricerca scientifica fondato su un determinato paradigma. I problemi sorti all'interno del paradigma sono «soluzioni di rompicapo» (ivi, pp. 58-60), i cui risultati sono prevedibili perché garantiti dall'adesione alle regole del paradigma. Ci sono paradigmi declinanti e paradigmi emergenti nella scienza, ma il passaggio dai primi ai secondi è conflittuale se sono eteronomi tra loro, dando luogo alle «rivoluzioni scientifiche», ossia rare fasi storiche in cui le comunità scientifiche sono in competizione e cercano sostegno all'esterno dell'istituzione scientifica. Le condizioni necessarie affinché avvenga una rivoluzione scientifica sono l'elevato numero di anomalie intrattabili del paradigma dominante, la disponibilità di un nuovo paradigma irriducibile a quello precedente e una nuova generazione di scienziati in grado di elaborarlo e diffonderlo. La tesi dell'incommensurabilità sostiene che due paradigmi scientifici in competizione non siano comparabili in maniera tale da determinare quale dei due sia più valido, quindi la scelta sembra apparire come un «atto di fede»: infatti, «il trasferimento della fiducia da un paradigma ad un altro è un'esperienza di conversione che non può essere imposta con la forza» (ivi, p. 183). I valori di sfondo, ossia i valori soggettivi in cui lo scienziato

¹² Conclusioni prese da Rosa, F. (2019) *Profilo di Ludwik Fleck*.

¹³ Gaston Bachelard in *La formazione dello spirito scientifico* (1938) elaborò l'idea di discontinuità nella ricerca scientifica con il nome di «rotture epistemologiche».

crede, svolgono un ruolo importante nel determinare se un paradigma venga accettato oppure no. Sono centrali anche i fattori extra-scientifici, per esempio psicologici, sociologici, economici, e altri fattori epistemici, costituiti dai valori che indirizzano razionalmente lo scienziato, quali ad esempio la semplicità, l'utilità euristica o la coerenza interteorica (Kuhn, 1977). Per confrontare due paradigmi non esiste standard più elevato del consenso della società scientifica dominante (Oliverio, 2015). Kuhn precisa poi alcune delle sue posizioni in un lungo Poscritto alla seconda edizione de *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1970) affermando chiaramente di essere convinto della razionalità della scienza, ma, allo stesso tempo, esaltando il ruolo delle influenze sociali sulla scelta del paradigma prevalente, inteso come fattore basilare della scienza stessa.

Con l'approccio di Kuhn crolla l'ideale positivista della scienza come processo di accumulazione continua di conoscenza, dato che la scienza procede in maniera discontinua attraverso l'alternanza di paradigmi incommensurabili tra loro senza implicare necessariamente progresso. In secondo luogo, cambia radicalmente il rapporto fra teoria ed esperienza: l'esperienza anomala permette la creazione di teorie alternative ma non falsifica in senso popperiano il paradigma esistente. La scienza non è avalutativa perché le verità contenute nelle teorie scientifiche sono determinate da forze sociali. Infine, va definitivamente in crisi la distinzione e opposizione tra scienze naturali e scienze umane (Hesse, 1980).

Un punto debole dell'analisi di Kuhn riguarda però proprio l'emergere della novità, che sarebbe possibile solo all'interno di una rivoluzione. Michael Mulkey (1972), spiegando il processo dell'innovazione in termini sociologici (attraverso l'importanza dei concetti di *network*, migrazione intellettuale e *cross fertilization*), afferma che essa può avvenire anche in forma meno radicale, ad esempio con il trasferimento di un ricercatore o con l'inaugurazione di nuove aree di ricerca prima inesistenti. Inoltre, Masterman (1970, p.132) ha evidenziato l'ambiguità del concetto di paradigma – ma sono imprecisi anche altri concetti fondamentali del pensiero di Kuhn – individuandone ben ventuno definizioni, che spaziano da «conquista scientifica universalmente riconosciuta» a «un insieme di istituzioni politiche». Kuhn ha saputo modellizzare lo sviluppo della scienza senza spiegarne il funzionamento, ma riuscendo a evidenziare l'importanza della dimensione sociale della comunità scientifica (Cerroni, Simonella, 2014) e del relativismo epistemologico. Kuhn risulta compatibile con la sociologia mertoniana dell'ordine istituzionale della comunità scientifica per il ruolo che ricopre il consenso nell'affermazione di un nuovo paradigma (Collins, Restivo, 1983)¹⁴.

¹⁴ Per l'evoluzione del pensiero di Kuhn successiva alla pubblicazione de *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* si veda anche Gattei, 2007.

1.3.3 Contro il metodo. L'anarchismo metodologico di Paul Feyerabend

Paul Feyerabend ha invece una posizione più radicale. La sua opera *Contro il metodo*¹⁵ (1975) rappresenta una definitiva rottura epistemologica nei confronti dell'empirismo, perché in essa si nega l'esistenza di uno dei principali campi di interesse della filosofia della scienza: il metodo scientifico. Feyerabend rigetta l'idea di un linguaggio scientifico universale e della separabilità dei dati dalle teorie, soprattutto perché esse possono essere giustificate soltanto in riferimento ad altre teorie. Critica inoltre i filosofi della scienza che pur non essendo mai entrati in laboratorio enunciano leggi che sono inutili al funzionamento della scienza e ne compromettono perfino il futuro sviluppo (Statera, 1978, p. 27). Attraverso dimostrazioni per assurdo, l'autore dimostra che nella storia della scienza le regole metodologiche presentano evidenze empiriche contrarie e incoerenze interne e il metodo è sempre stato violato a favore di motivazioni estetiche, religiose o ideologiche (Oliverio, 2015).

Un esempio tipico è l'affermazione del metodo galileiano e quindi della teoria eliocentrica, che è avvenuta in "controinduzione", ossia in una circostanza non prevista dalle classiche teorie della conoscenza scientifica. Per l'autore, i fattori extra-scientifici come la scelta di scrivere in italiano anziché in latino, le capacità di persuasione e il fatto di interloquire con persone che si opponevano per carattere e non per razionalità alle vecchie teorie hanno determinato il successo di Galileo (Ferrero, 2014).

Feyerabend non sostiene che tutte le metodologie sono equivalenti, bensì che qualsiasi metodologia ha i suoi limiti: si postula quindi un «anarchismo metodologico», una teoria anarchica della conoscenza in cui *anything goes*, e spetta agli scienziati, e non ai filosofi ostinati nella loro ossessione normativa, la scelta dei principi da seguire.

1.3.4 Imre Lakatos e il programma di ricerca scientifico

Il filosofo della scienza Imre Lakatos invece propone un "falsificazionismo sofisticato" che avrebbe dovuto evitare le accuse di irrazionalismo e relativismo di Popper e Kuhn. Dai due autori riprende rispettivamente il concetto secondo cui il motore della ricerca consiste nella prova degli enunciati scientifici, e la nozione in base a cui gli scienziati si posizionano in un programma di ricerca scientifico e cercano di confermare il nocciolo duro della teoria controllando però solo le ipotesi ausiliarie.

¹⁵ Feyerabend avrebbe dovuto scrivere insieme a Lakatos un libro intitolato *Pro e contro il metodo*, nel quale presentare in forma di dialogo due punti di vista opposti sull'esistenza di un vero e proprio metodo scientifico. Lakatos avrebbe difeso una visione razionalista della scienza a cui Feyerabend si sarebbe dovuto contrapporre. La morte improvvisa di Lakatos nel 1974 interruppe il progetto e pertanto Feyerabend pubblicò *Contro il metodo* da solo.

Il programma di ricerca per Lakatos è costituito da: innanzitutto un *hard core*, ossia il “nocciolo duro” – o “euristica negativa” – dell’insieme delle poche leggi fondamentali accolte senza riserve dagli scienziati; da una “cintura protettiva” – costituita dall’insieme di ipotesi ausiliarie, che non sono inconfutabili, sulle quali gli scienziati possono lavorare per migliorare il programma di ricerca; infine da un’“euristica positiva”, cioè l’insieme di soluzioni ai problemi e teorie, che hanno a che fare con le anomalie emergenti nella cintura protettiva e che costituiscono la strategia di lungo periodo per il miglioramento del programma di ricerca.

I punti di contatto tra la teoria kuhniana e lakatosiana consistono nell’impostazione storica e nella somiglianza tra il concetto di *hard core* e quello di paradigma e tra l’euristica positiva e la scienza normale. Contrariamente a Kuhn, secondo l’autore ungherese è possibile confrontare programmi di ricerca concorrenti attraverso criteri razionali di scelta basati sul grado di progresso e regressione di un programma sulla base del grado di coerenza interna e della potenza predittiva, ma in ogni caso senza la facoltà di risolvere tutte le anomalie (Oliverio, 2015).

1.3.5 L’eredità di Kuhn: la Scuola di Edimburgo e la nascita della *Sociology of Scientific Knowledge*

L’idea che la conoscenza sia determinata socialmente non solo nelle forme ma anche nei contenuti è l’eredità kuhniana alla base del programma della sociologia della conoscenza scientifica. Ad esempio, il sociologo Barry Barnes (1982) afferma che l’opera di Kuhn «ispirò una consapevolezza rinnovata del carattere intrinsecamente sociale della conoscenza in generale, una consapevolezza che era svanita a poco a poco nel Secondo Dopoguerra». Tra la fine degli anni Sessanta e i primi anni Settanta si sviluppano in particolare tre filoni scientifici: la *Science Studies Unit* di Edimburgo, la «scuola di Bath» e gli «studi di laboratorio».

All’interno della Scuola di Edimburgo, avviata nel 1971 dall’astronomo David Edge con la rivista *Social Studies of Science* – originariamente fondata con il nome di *Science Studies* –, nasce lo *Strong Programme in the Sociology of Knowledge* che annovera fra i suoi massimi rappresentanti David Bloor, il già citato Barry Barnes, Donald Mackenzie, Steven Shapin e Andrew Pickerin. L’obiettivo è aprire la “scatola nera” della scienza che l’approccio mertoniano aveva escluso dalla sociologia istituzionale. La scienza, infatti, «è una pratica inseparabile dal culturale, dal sociale e dal politico da cui è stata ed è ognora istituita» (Busino, 2001, p. 150). Non c’è più distinzione tra contesto della giustificazione e contesto della scoperta, quindi la spiegazione del contenuto e la natura stessa della conoscenza scientifica non vengono disgiunte dai fattori sociali che ne determinano la produzione. Si demistificano le pretese di universalità, autonomia e neutralità della scienza e si evidenzia l’esistenza della pluralità di metodi,

procedure e risultati della ricerca scientifica come prodotti culturalmente e storicamente definiti (ivi, p. 151).

Davide Edge individua i tre principali processi sociali che negli anni Sessanta hanno promosso lo sviluppo della *Sociology of Scientific Knowledge* o SSK (Nanetti, 2014, p. 10):

1. Il tema dello sviluppo tecnologico diventa fortemente legato alla produzione scientifica assumendo una crescente rilevanza sociale, implicando la necessità di istituire uno studio scientifico che possa misurare le relazioni della scienza con la tecnologia e la crescita economica. Una maggiore conoscenza del processo scientifico dovrebbe riuscire a riorientare in senso razionalistico e dirigistico le politiche della scienza.
2. In diversi Paesi si diffondono alcuni movimenti che chiedono una maggiore responsabilità sociale della scienza. Questi stessi movimenti hanno talvolta trovato espressione in programmi di riforma dell'educazione scientifica e tecnica superiore volti ad aumentare la comprensione della società nella quale gli scienziati avrebbero dovuto inserirsi.
3. Negli anni Settanta, gli sviluppi sociali hanno portato ad una forte «spinta democratica» promossa da diversi movimenti sociali. «Si tratta di movimenti anti-autoritari studenteschi, dei diritti civili, degli ambientalisti, dei pacifisti, delle femministe, che con diversi intenti spingono per un controllo democratico della scienza e tecnologia e mettono in discussione il potere e l'influenza degli esperti» (Ancarani, 1996, p. 69). Questi movimenti chiedono a gran voce una risposta alle domande: «Chi deve governare la scienza? In quale modo?»

1.3.6 Dentro la scatola nera. David Bloor e i principi metodologici dello *Strong Programme in the Sociology of Knowledge*

La formulazione del cosiddetto "Programma Forte" (*Strong Programme*) avviene con David Bloor, studioso di scienze cognitive, e con la sua pubblicazione nel 1976 di *Knowledge and Social Imagery* (trad. it. 1994). Bloor studia la conoscenza come un «fenomeno naturale», ed «essa consiste di quelle credenze che le persone mantengono fiduciosamente e in base a cui vivono». In particolare, il sociologo sarà interessato alle credenze che sono date per scontate o istituzionalizzate o investite di autorità da gruppi di persone (ivi, p. 9). I sociologi si impegnano ad analizzare in senso causale l'evoluzione della conoscenza, determinando i fattori che ne influenzano la diffusione e lo sviluppo. «Il loro interesse sarà individuare gli aspetti regolari e i processi generali che sembrano essere all'opera entro il campo dei loro dati. L'obiettivo sarà elaborare teorie per spiegare questi aspetti regolari» (ivi, p. 10). Da questi risultati derivano

quattro principi metodologici per l'analisi sociologica della conoscenza scientifica, che deve essere:

1. Causale, cioè interessata alle condizioni che determinano causalmente credenze e conoscenze (ivi, p. 12). In sintesi, la sociologia della scienza è essa stessa una scienza come le altre.
2. Imparziale rispetto a verità e falsità, razionalità e irrazionalità, successo o fallimento. Entrambi i termini di queste dicotomie richiedono una spiegazione (ivi, p. 13).
3. Simmetrica come stile di spiegazione. Gli stessi tipi di causa devono spiegare sia credenze vere che false (*ibid.*).
4. Riflessiva. I suoi modelli di spiegazione devono essere applicati alla stessa sociologia (*ibid.*).

Bloor non nega che concorrano altri tipi di cause, tuttavia intende dare maggiore risalto alla spiegazione sociologica rifiutando l'autonomia della scienza e l'approccio individualista di stampo psicologico che elimina dalle proprie spiegazioni proprio la componente sociale della conoscenza.

All'interno della SSK, Barry Barnes propone l'*interest approach*, mostrando come l'attività dello scienziato non sia determinata dalla "natura delle cose", bensì dagli interessi sociali interni all'ambiente di ricerca o esterni alla comunità scientifica, quindi nella società. Per mostrare empiricamente l'*interest approach*, si utilizzano vere controversie, come il caso Lysenko¹⁶ o le credenze di Keplero sul Sole. Shapin afferma infine che «le persone producono conoscenza sulla base della conoscenza ereditata nell'ambito della propria cultura, dei propri scopi collettivamente situati e dell'informazione che ricevono dalla realtà naturale» (1982, p. 196).

Lo *Strong Programme* è stato duramente accusato di esternalismo (Bunge, 1991), di non rispettare i propri stessi principi di covarianza e di causalità (Ben-David, 1971), di solipsismo, relativismo e di costruttivismo radicale (Hess, 1997). Il filosofo della scienza Larry Laudan¹⁷ critica infine il Programma Forte affermando che «i sociologi cognitivi non hanno ancora elaborato una sola legge generale che possano invocare allo scopo di spiegare le fortune

¹⁶ Trofim Denisovič Lysenko (1898-1976) rigettava la teoria mendeliana della trasmissione ereditaria dei caratteri sostenendo una teoria di impronta neolamarckista, conforme alla filosofia marxista, secondo cui i caratteri acquisiti attraverso la variazione delle condizioni ambientali sarebbero potuti diventare parte del patrimonio ereditario degli organismi. Lysenko fu a lungo sostenuto da Stalin e dal Partito comunista sovietico, fino a quando non fu riconosciuta la fallacia delle sue ipotesi.

¹⁷ Di Laudan si vedano anche *Science and Values* (1984a) e *The Pseudo-science of Science?* (1984b, pp. 41-73).

cognitive di una teoria scientifica appartenente ad uno qualsiasi dei periodi del passato» (1979, p. 253).

1.3.7 L'Affare Sokal e l'avvento delle *Science Wars*

Il fisico Alan Sokal¹⁸ è uno dei critici più accaniti del relativismo radicale e del costruttivismo, critica che darà l'avvio alle cosiddette «*Science Wars*» tra la cultura socio-umanistica e quella scientifica. Nel 1996 egli invia come esperimento sociale l'articolo *Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity* alla rivista *Social Text*, specializzata in *Cultural Studies* e in particolare di femminismo, postmodernismo, cultura popolare e neoliberismo. L'articolo viene pubblicato dalla rivista benché fosse pieno di imprecisioni parodistiche e ragionamenti senza senso privi di base teorica, presentasse parole chiave ricorrenti in linea con i presupposti ideologici editoriali come «femminista» – termine impiegato ben 35 volte all'interno di locuzioni e similitudini illogiche nonostante il tema centrale fosse la gravità quantistica. Contemporaneamente Sokal commenta la pubblicazione del paper e quindi la riuscita dell'esperimento in un altro articolo (*A Physicist Experiment with Cultural Studies*, 1996) per la rivista americana *Lingua Franca*: «Una rivista di punta consacrata ai *Cultural Studies* pubblicherebbe un articolo infarcito di assurdità:

- a) se avesse un certo stile,
- b) se fosse compiacente verso i presupposti ideologici della redazione? La risposta, purtroppo, è sì».

Sokal riesce anche nell'intento di ridicolizzare la debolezza intellettuale e l'inclinazione al soggettivismo postmodernista, post-strutturalista e socialcostruttivista di quel periodo. Come Merton aveva già dimostrato con il caso di Lord Rayleigh, la selezione degli articoli da pubblicare risente fortemente di elementi soggettivi, politici, culturali e sociali. L'affare Sokal dimostra anche la rilevanza del contesto scientifico-culturale per stabilire il significato dell'esperimento. Le critiche mosse a Sokal riguardano le argomentazioni utilizzate, già formulate e comprovate – e anche in maniera migliore – da altri autori, e la scelta della rivista: per condurre un esperimento più rigoroso avrebbe dovuto scegliere una rivista di scienze sociali con *referees* esterni (Bucchi, 2010).

¹⁸ Per ulteriori approfondimenti sull'affare Sokal si veda Sokal, Bricmont, 1997.

Nel 1990 un esperimento simile è stato condotto anche da William M. Epstein, che però rischiò la radiazione dall'albo professionale per aver violato il principio di fiducia su cui è costruito il lavoro accademico. Il paragone tra i due casi è contenuto in Hilgartner, 1997.

1.3.8 La scuola di Bath e il Programma empirico del relativismo

A partire dalla fine degli anni Settanta, la «scuola di Bath» affianca quella di Edimburgo nel rifondare la sociologia della scienza in ambito europeo. Harry Collins e collaboratori sviluppano un programma basato su analisi microsociologiche di casi di controversia scientifica e soprattutto di casi in cui i ricercatori entrano in conflitto sull'interpretazione di risultati sperimentali. La scuola di Bath si distanzia da quella di Edimburgo, che studia fattori macrostorici, perché rifiuta i principi della causalità e della riflessività del *Programma forte*, a tal punto che Collins definisce il proprio approccio «Programma empirico del relativismo». Non è dunque il tipo di relativismo conoscitivo di Feyerabend in cui *anything goes*, bensì un relativismo metodologico sinonimo di neutralità rispetto a giudizi sui metodi.

L'obiettivo è dimostrare che le controversie sono caratterizzate da una flessibilità interpretativa dei risultati e dal fenomeno del regresso dello sperimentatore (*experimenter's regress*). La loro chiusura è difatti legata a fattori di natura strettamente sociale, come la reputazione dello sperimentatore o della sua istituzione, la sua nazionalità, il suo livello di inserimento nei circuiti scientifici più rilevanti per l'oggetto di ricerca e le notizie di carattere informale ricavate dai suoi collaboratori o da altri colleghi (Collins, Pinch, 1993, trad it. 1995). Una volta che si è giudicato affidabile un ricercatore, basandosi quindi su criteri puramente sociali, si possono considerare validi i suoi strumenti di ricerca e i suoi risultati. Collins e Pinch propongono l'esempio empirico datato 1968 della controversia sull'esistenza o meno di onde gravitazionali, le quali il fisico Joseph Weber annunciò di avere individuato per mezzo di un rilevatore da lui progettato, ma dato che era assente il quadro di riferimento consensuale, l'esperimento di dimostrazione rischiava di ripetersi all'infinito. Per risolvere concretamente la controversia si stabilirono gli esperimenti e gli scienziati affidabili, perciò effettivamente furono adottati criteri sociali. Shapin (1982) cita come altro esempio l'attitudine degli accademici francesi nel XVII secolo che accettavano con riluttanza l'idea che i meteoriti giungessero dal cielo dal momento che le testimonianze principali sulla loro caduta provenivano da contadini o comunque da non professionisti, ritenuti per questo motivo scarsamente attendibili.

Secondo Cianci (2008), lo sviluppo della *Sociology of Scientific Knowledge* ha reintegrato il ruolo del soggetto osservante all'interno degli studi sulla conoscenza scientifica e con esso il riconoscimento delle influenze dei fattori macro-sociologici nella verifica della conoscenza stessa. Inoltre, utilizzando un approccio interdisciplinare, la SSK mette in relazione i campi filosofico, storico, sociologico con quello empirico e socio-antropologico, giungendo a uno studio integrato sia della scienza sia delle sue forme di produzione. Altro grande merito è aver riconosciuto la flessibilità interpretativa dei dati sperimentali e il ruolo diversificato dei vari

attori che partecipano alla negoziazione nel processo di costruzione della conoscenza scientifica.

1.4 Un approccio antropologico

1.4.1 Bruno Latour e gli Studi di Laboratorio

Dalla fine degli anni Settanta, una serie di studi si prefigge di integrare e di sanare le difficoltà del Programma Forte della Scuola di Edimburgo radicalizzando il principio di simmetria. L'obiettivo non è più la ricostruzione di casi storici di controversie scientifiche e vi è una svolta metodologica: cambia il punto di vista dell'indagine e subentra l'influenza di alcune scuole sociologiche, ad esempio l'etnometodologia (Garfinkel, 1981) la quale attraverso un'analisi dettagliata delle contingenze dell'attività scientifica considera il fatto scientifico come punto finale in uno sviluppo in cui le conoscenze sono *ab origine* costruite attraverso processi microsociali (Morteo, 2008). L'obiettivo non è realizzare teorizzazioni sistematiche, bensì *case studies* e studiare i dati *in vivo*, come conversazioni verbali, registrazioni, bozze di paper, interviste agli scienziati per «capire come viene costruito un fatto scientifico prendendo le distanze dal punto di vista degli scienziati circa il processo in cui sono interamente coinvolti» (Cerroni, Simonella, 2014, p. 65). Bruno Latour paragona questo tipo di osservazione a quella di un *inside outside observer*. Nella fattispecie, in *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts* (1979), Latour e Steve Woolgar utilizzano un approccio antropologico, etnografico e microsociologico allo studio dell'attività scientifica dei neuroendocrinologi presso il *Salk Institute of Biological Studies* di La Jolla, in California¹⁹.

Attraverso l'analisi etnografica, gli Studi di laboratorio danno rilievo a particolari a cui la sociologia classica non aveva mai attribuito importanza, come «le fonti di finanziamento, il background dei partecipanti, i pattern di citazioni nella letteratura rilevante, la natura e l'origine della strumentazione, e così via» (Latour, Woolgar, 1986, p.278). Oltre al «contesto della giustificazione», i filosofi della scienza si concentrano finalmente anche sul «contesto della scoperta»: il *locus* strategico, epistemico, sociale e simbolico della ricerca e scoperta scientifica diventa il laboratorio, dove i ricercatori interagiscono e negoziano tra loro per produrre conoscenza. Secondo un'ottica costruttivista, gli scienziati presentano *ex post* il proprio lavoro sotto forma di articolo scientifico come un percorso lineare di scoperta, che però è un artefatto

¹⁹ L'attività del laboratorio porterà poi alla scoperta degli ormoni TRH e GnRH che varranno il premio Nobel del 1977 al neuroscienziato Roger Guillemin, uno dei ricercatori di punta del laboratorio californiano. Il TRH, o TRF, è l'ormone di rilascio della tireotropina; se non raggiunge correttamente l'ipofisi può dar luogo a ipotiroidismo. Il GnRH invece è l'ormone di rilascio delle gonadotropine.

Più nel dettaglio, il Premio Nobel per la Medicina del 1977 è stato assegnato per metà al già citato Roger Guillemin e Andrew V. Schally «per le loro scoperte sulla produzione di ormoni peptidici del cervello» e per l'altra metà a Rosalyn Yalow.

dell'attività scientifica perché in laboratorio si cimentano con i molteplici passaggi di traduzione necessari per produrre un *output* asettico (la cosiddetta "razionalità scientifica") che ha perso ormai ogni legame con le condizioni della sua costruzione.

1.4.2 Karin Knorr-Cetina e l'*ars retorica* della scienza

La sociologa austriaca Karin Knorr-Cetina (1981) approfondisce le forme letterarie e retoriche della comunicazione scientifica e dimostra che non ci sono differenze rilevanti dal punto di vista epistemologico tra la ricerca della conoscenza che avviene in un laboratorio e quella nell'aula di un tribunale. Tutto infatti diventa negoziabile: «che cos'è una cellula e che cos'è un artefatto, chi è un buono scienziato e che cos'è un metodo appropriato, se una misurazione sia sufficiente o se occorran diverse ripetizioni» (Knorr-Cetina, in Jasanoff et al., 1995, p. 152). Gli scienziati non sono più gli attori esclusivi delle negoziazioni, che ormai diventano catene di relazioni «transepistemiche»: subentrano anche i vari enti che li finanziano, i fornitori di componenti e materiali e i *policy makers*. Secondo la Knorr-Cetina, i ricercatori ricorrono così ad «argomenti non epistemici» e vi è un loro «continuo attraversare il confine tra considerazioni che sono dal loro punto di vista "scientifiche" e "non scientifiche"» (*ibid.* p. 154). Il concetto di «culture epistemiche» diventa centrale, visto che la conoscenza diventa una pratica situata che si basa su modelli non generalizzabili, contesti locali e processi tecnico-cognitivi non omogenei. La sociologa austriaca si sofferma infine sulla dimensione retorica, cioè le strategie discorsive, le tecniche di rappresentazione degli oggetti di studio, le forme di presentazione dei dati finali. Questo campo viene approfondito anche da Gilbert e Mulkay (1984): il ragionamento asettico e neutrale che riguarda la stesura del paper scientifico viene da loro definito «repertorio empirista» e dalla Knorr-Cetina ragionamento «letterario»; l'altro registro, tipico del laboratorio, viene invece chiamato rispettivamente «repertorio contingente» e ragionamento «informale».

Su questo aspetto si scaglia la critica di Pierre Bourdieu (2001, p. 38). Il sociologo francese afferma infatti che, nonostante ci sia consapevolezza sulla presenza di questi due tipi di repertori, la dimensione del registro informale viene costantemente nascosta dalla sistematizzazione del linguaggio del paper scientifico per salvare l'immagine della scienza, che risulta un'«ipocrisia collettiva» alimentata dagli scienziati. Bourdieu (*ivi*, p. 77) aggiunge un'altra critica, che si può estendere anche all'approccio funzionalista mertoniano. Attraverso i concetti di «habitus» e «campo», egli evidenzia che le motivazioni degli individui sono determinate dalla propria posizione sociale e in secondo luogo che le strutture che orientano l'attività scientifica dei soggetti sono determinate dalle relazioni tra gli agenti e dalla distribuzione dei capitali simbolico, economico e sociale (Bourdieu, 1986). Egli quindi supera

l'idea del carattere omogeneo e pacifico degli scienziati e attacca l'espressione «comunità scientifica» che trasmette un'apparenza di armonia tra i vari soggetti. La stessa critica viene mossa anche da Elias (1982, p. 46), che si sofferma sul carattere non organizzato degli scienziati.

Si può quindi riassumere così la differenza tra i sociologi e gli antropologi della scienza: i sociologi ritengono che i fattori epistemici siano rilevabili attraverso la spiegazione basata su leggi induttivamente fondate e prediligono casi studio del passato; invece, gli antropologi della scienza studiano la scienza contemporanea e impiegano un modello interpretativo basato sulla comprensione, dimostrando «come non siano gli oggetti esistenti nel mondo ad imporre agli scienziati una certa ontologia, ma come al contrario sia la prassi del laboratorio a reificare i concetti da loro usati» (Barrotta et al., 2019).

1.4.3 La Teoria dell'Attore-Rete

Tornando a Latour, Manghi (2018) afferma che tutte le sue opere sono ancorate a una serie di studi empirici (Latour, Woolgar, 1979; Latour, 1984; Latour, 1992) e l'immagine che abbiamo della scienza cambia radicalmente se la osserviamo «in azione», «dalla porta di servizio [...] nel suo farsi» (*en train de se faire, telle qu'elle se fait*) oppure nel momento in cui essa si presenta come una «scatola nera» (*science faite*) che può essere utilizzata senza conoscerne storia o contenuto (Latour, 1987). L'obiettivo del sociologo francese in *Science in Action* rientra nel primo esempio, ossia studiare il processo della scienza *in fieri*, ed è trattato in collaborazione con Michel Callon, John Law e Madeleine Akrich nella proposta teorica e metodologica dell'*Actor-Network Theory* (ANT).

Il fatto sociale o il risultato scientifico diventa il prodotto e non più il punto di partenza della rete di alleanze e relazioni all'interno e all'esterno del laboratorio, tra umani e non-umani. Gli enunciati della letteratura scientifica virano verso lo status di «fatto» o «artefatto» grazie a un processo collettivo: gli scienziati attraverso critiche o citazioni si passano l'enunciato «come una palla in una partita di rugby» (ivi, p. 138). A questo punto Latour opera due distinzioni: la prima, tra scienza e tecnologia, è sostituita dal termine «tecnoscienza»; la seconda differenza è tra attori umani e non umani, con un passaggio dall'inter-soggettività all'inter-oggettività. ANT mette sullo stesso piano oggetti e individui e li definisce semioticamente «attanti», i quali interagiscono in *network* finalizzati alla costruzione dei fatti scientifici, ciascuno con la propria forza di mediazione. In questa prospettiva di antropologia simmetrica, le dualità classiche del pensiero (natura/cultura, naturale/sociale, soggetto/oggetto, micro/macro) svaniscono a favore di collettivi costituiti da segni e processi discorsivi (ivi, pp. 18-20). Il ricercatore difende e valida le sue tesi nell'agone intersoggettivo ingaggiando e scontrandosi di volta in volta con

attanti diversi, come autori, documenti in letteratura, ma anche procedure e strumenti tecnici. Il lavoro scientifico non è nient'altro che la costruzione di attori-reti, in negoziazioni infinite tra alleati che a mano a mano si aggiungono al *network* per trasformare gli enunciati in fatti e in realtà discutibili, ossia capaci di resistere alle obiezioni e alle critiche dei colleghi concorrenti (Dell'Atti, 2014, p. 50). Un esempio empirico di ANT è la controversia tra Pasteur e Pouchet in cui i microbi sono attanti alla pari degli esseri umani. Pasteur ha avuto la meglio perché ha saputo tessere meglio di Pouchet la propria rete costituita da veterinari, igienisti e allevatori, nonché degli stessi batteri (Latour, 1984).

La scienza e la società non sono due entità totalmente scisse: la scienza persegue socialmente i suoi obiettivi scientifici, dato che i suoi procedimenti sono forme particolari di socialità e costruzioni di reti. La scienza secondo Latour costruisce e non scopre il mondo. Ciò non vuol dire che bisogna essere scettici *tout court* riguardo alla validità della scienza, quanto spiegarla al di là delle «rotture epistemologiche» che la separerebbero da altre forme di conoscenza.

1.4.4 La svolta semiotica. Fine della sociologia della scienza?

Con ANT, Latour si contrappone alla sociologia della conoscenza e della scienza: per esempio, a differenza di Durkheim che riconduceva ogni fatto sociale a un fatto sociale, la Teoria dell'Attore-Rete non ha autoreferenzialità con la società dato che esistono solo attanti umani e non umani. Come Merton, Latour non è interessato all'analisi del contenuto della conoscenza scientifica, ma per motivi diversi: il sociologo statunitense vuole difendere l'autonomia della sociologia della scienza, invece il sociologo francese rifiuta il ruolo esplicativo della società *à la* Durkheim, concentrandosi sul meccanismo attraverso cui un enunciato diventa scientifico. Con questa svolta semiotica ANT è uno degli esiti più radicali del costruttivismo ma viene anche accusato di avere posizioni riduzioniste di tipo semiotico (per es. Ancarani, 1996, p. 160). Altri autori criticano la Teoria dell'Attore-Rete in quanto il potenziale esplicativo è tautologico. Latour mischia anche il senso semiotico e il senso comune dei termini, risultando ambiguo, ma soprattutto è impossibile distinguere analiticamente gli agenti, cosa che sarebbe il compito del sociologo (Gingras, 1995).

La critica più feroce è contenuta nel celebre articolo *Anti-Latour* (1999), in cui David Bloor accusa Bruno Latour di promuovere una versione travisata non solo del Programma Forte ma della stessa sociologia della conoscenza. Latour replica con *For David Bloor and Beyond* (1999b), accusando Bloor di riduzionismo sociologico. Se da un lato Bloor accusa Latour di adottare un linguaggio confuso e impreciso, Latour critica Bloor perché per il sociologo della Scuola di Edimburgo la conoscenza scientifica è in fin dei conti una costruzione sociale.

Tuttavia, Latour stesso comprende quanto sia difficile formalizzare la complessa *Actor-Network Theory*, tanto da scrivere *On recalling ANT* (1999a). Il breve paper esordisce prendendo atto che *Network, Actor, Theory* e *Hyphen* sono i quattro pilastri della teoria ma anche le sue quattro maggiori difficoltà. Sinteticamente, Latour lamenta innanzitutto l'uso spropositato del termine *network*, motivato dal fatto che chiunque è convinto di saper definire la nozione di rete solo attraverso la conoscenza di internet e delle moderne tecnologie.

Il tradizionale problema dell'agente, o attore, investe invece il termine *Actor*, perché ANT dissolve l'essenza umana dentro una rete sociale di forze dove morale, psicologia e altre discipline umanistiche sono assenti (Giusto, 2015). ANT è anti-essenzialista perché è totalmente indifferente alle *world-building capacities* dell'attore. Latour allora propone di sostituire i termini *actor* e *network* con *framing* e *summing up*: «è probabile che il sociale posseda la bizzarra proprietà di non esser fatto né di enti né di strutture, ma meglio esser un'entità circolante (*circulating entity*)» (Latour, 1999a).

Riguardo *Theory*, già altri critici avevano affermato che i vari studi che avevano contribuito alla creazione di ANT non avevano un rigore tale da poter fondare una teoria vera e propria, pertanto è più corretto chiamarlo «metodo». Infine, Latour analizza *Hyphen*, o «trattino», che altro non è che il trattino che congiunge e allo stesso tempo diversifica i concetti di Attore e Rete. Tale *Hyphen*, che parifica gli attanti, distingue questo metodo da altre analisi sociali che trattano su piani diversi argomenti diversi. ANT non è più una sociologia della scienza e della tecnologia, né una teoria sociale, bensì un'indagine della modernità, alternativamente chiamata antropologia comparatistica, simmetrica, o monista (Descola and Palsson, 1996).

La svolta semiotica avvenuta con gli Studi di laboratorio rende il lavoro degli scienziati un'opera di svolgimento di controversie puramente intellettuali. La sociologia della scienza e della conoscenza tradisce le origini del paradigma mertoniano e giunge al suo opposto: come sostengono Cerroni e Simonella (2014, p.74), ormai si ignora il collegamento che sussiste tra «base esistenziale» e «produzioni mentali». La rete di relazioni che il sociologo è costretto a studiare è indistinta a tal punto che diventa impossibile osservare le pratiche che spiegano le azioni degli agenti.

1.4.5 Ripensare la scienza. Verso un sistema integrato scienza-società

Un modo per uscire da questa *impasse* viene fornito da Nowotny, Scott e Gibbons (2001) in *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Questi autori individuano una «*Mode-2 Science*» o, con le parole di Ziman, scienza «post-accademica» (Ziman, 2000, trad. it. 2002). La *Mode-1 Science* ha origine dall'agenda accademica, e tale agenda di solito si svolge all'interno di una singola disciplina. Per certi versi, la *Mode-1 Science* rappresenta il significato del senso comune del termine scienza: lo scopo della ricerca è quello di produrre conoscenza universale e i dati sono verificati dalla logica, dalla misurazione e dalla coerenza con le previsioni. Il ruolo del ricercatore è quello di osservatore, e il rapporto con il setting è distaccato e neutrale, regolato dal processo di *peer review*.

In maniera diametralmente opposta, la *Mode-2 Science* è connotata da un contesto applicativo e transdisciplinare, in quanto integra competenze diverse, multi- o inter-disciplinari a seconda del tipo di applicazione. Si caratterizza per eterogeneità organizzativa, dato che i team multi-disciplinari possono essere temporanei visto che potrebbero essere richieste competenze diverse nelle diverse fasi del progetto, a cui si lega l'idea di responsabilità sociale verso i risultati e i partecipanti. Infine, è dotata di una gamma diversificata di controlli di efficienza e di utilità, perché a differenza della *Mode-1*, la *Mode-2* attinge a una gamma più ampia di interessi, come la sua applicazione, e ai vari punti di vista dei diversi *stakeholders* (Coghlan, Brydon-Miller, 2014).

Ciononostante, anche la società sta attraversando una profonda trasformazione, «legata a quella della scienza in un processo co-evolutivo» (Nowotny, Scott, Gibbons, 2001, p. 245). Oltre alla *Mode-2 Science*, vengono identificati altri quattro pilastri concettuali fondamentali: la natura della *Mode-2 Society*, la contestualizzazione della conoscenza in un nuovo spazio pubblico chiamato *agorà*, lo sviluppo di condizioni per la produzione di conoscenza "robusta" e la distribuzione sociale dell'expertise.

Nel capitolo "La co-evoluzione della società e della scienza", gli autori identificano cinque meccanismi che hanno trasformato contemporaneamente scienza e società rendendo sempre più difficile la distinzione tra le due, tanto da parlare anche di una *Mode-2 Society*: la generazione di incertezze, la pervasività di una nuova razionalità economica, la trasformazione del tempo in un «presente continuo», la flessibilizzazione dello spazio e la capacità di auto-organizzazione. *Re-Thinking Science* evidenzia che le norme mertoniane sono ormai da ritenere obsolete e la definizione dei problemi scientifici, delle priorità e dei metodi stessi di ricerca è oggetto di negoziazione con il pubblico. Da un lato, la scienza è sempre più sensibile al contesto in cui opera e, dall'altro, la società è interessata al nuovo modo di produzione della conoscenza scientifica. Assistiamo quindi a un «sistema integrato scienza-società» dove il luogo privilegiato

non è più rappresentato dai contesti istituzionali del passato, come il governo, l'industria o le università, bensì da uno spazio pubblico (*agorà*) «in cui la scienza incontra il pubblico e il pubblico parla alla scienza».

Riguardo al pilastro della produzione di conoscenza “robusta”, invece di abbandonare l'idea di un'epistemologia, come sostengono alcuni postmodernisti, gli autori propongono una terza via e affermando che la nuova epistemologia dovrebbe essere «riccamente contestualizzata, solida socialmente ed epistemologicamente eclettica» (p. 198). L'ultimo pilastro ha a che fare con l'emergere di esperti socialmente distribuiti. Questi esperti non sono più solo scienziati e ricercatori: al contrario, provengono da altri settori della società e devono essere trasversali, collettivi e socialmente distribuiti. Se i significati di trasversali e collettivi risultano chiari, la terza caratteristica indica che non è possibile agire affidandosi alla sola reputazione scientifica in quanto l'autorità deve basarsi su altri criteri, ossia «sulla sua capacità di “orchestrare” le numerose dimensioni coinvolte di conoscenza eterogenea e specifica di ciascun contesto» (ivi, p. 225).

Anche se viviamo in un'epoca di incertezza – come suggerisce il titolo del volume – il rapporto tra scienza e società risulta oggi inscindibile, come si può dedurre osservando l'evoluzione della scienza come oggetto sociologico. Nel prossimo capitolo analizzeremo meglio questo rapporto approfondendo il punto di vista per eccellenza del pubblico secondo la scienza: la comunicazione scientifica.

CAPITOLO SECONDO

LA COMUNICAZIONE PUBBLICA DELLA SCIENZA: IL PUBBLICO SECONDO

GLI SCIENZIATI

2.1. L'origine della comunicazione pubblica della scienza

2.1.1. Introduzione

Nello scorso capitolo abbiamo sottolineato l'importanza del ruolo delle accademie nell'istituzionalizzazione della scienza moderna durante la Rivoluzione scientifica, compresa fra la metà del XVI e la fine del XVIII secolo. Come afferma lo storico della scienza Paolo Rossi (2000), l'uso della locuzione "Rivoluzione scientifica" è legittimato dalla «discontinuità fra la tradizione scientifica medievale e la scienza moderna». Questa espressione è in realtà di invenzione piuttosto recente ed è stata usata per la prima volta tra la fine del 1930 e l'inizio del 1940 dallo storico francese Alexandre Koyré, e poi ribadita da storici della scienza come Ernst Cassirer, Herbert Butterfield e Paolo Rossi. Con la nascita della scienza moderna non si nega che nel Rinascimento o nel Medioevo non ci fosse un pensiero scientifico²⁰, bensì si sostiene che nel XVII secolo lo sviluppo delle conoscenze scientifiche entra in una nuova fase caratterizzata da due dimensioni. La prima dimensione è quella sociale, dato che è possibile chiamare «repubblica della scienza» (Greco, 2009) l'insieme crescente degli scienziati che ha assunto i caratteri di una comunità europea transnazionale con un attivo sistema di comunicazione privo di frontiere al proprio interno. La seconda è invece la dimensione cognitiva, perché questo insieme di scienziati dà avvio alla fase della "scienza sperimentale" con una creazione smisurata e sistematica di nuove conoscenze e nuova tecnologia. Il luogo della Rivoluzione scientifica è il continente europeo nel suo insieme e l'asse della leadership geopolitica va di pari passo con quella scientifica, spostandosi dall'Italia ai Paesi Bassi, dalla Francia all'Inghilterra fino all'Atlantico.

Tuttavia, alcuni sociologi dissentono su questo aspetto, come Steven Shapin (2003, p. XI) il quale sostiene che «non c'è mai stata una cosa come la Rivoluzione Scientifica», visto che nel XVII secolo gli elementi di discontinuità sono di gran lunga inferiori agli elementi di continuità. Shapin non solo nega che ci sia stato «un evento singolo e discreto, circoscritto nel tempo e nello spazio, e designabile come "la" rivoluzione scientifica», ma rigetta anche «l'idea stessa di una singola coerente entità culturale chiamata "scienza" e passata attraverso un mutamento

²⁰ Per approfondire l'evoluzione del pensiero scientifico in Europa si vedano: Greco, P. (2014) *La scienza e l'Europa, vol. I, Dalle origini al XIII secolo*. Roma: L'Asino d'oro edizioni, e id. (2015), *La scienza e l'Europa, vol. II, Il Rinascimento*. Roma: L'Asino d'oro edizioni.

rivoluzionario nel XVII secolo» (ivi, p. XIV). Ispirandosi anche alla tesi di Duhem-Quine²¹, molti storici respingono la legittimità dei termini “rivoluzione” e “scienza”, l’esistenza di un “metodo scientifico” e la reale importanza dei cambiamenti apportati dalla scienza, visto che le novità più profonde riguardano la fisica e l’astronomia, mentre la chimica verrà rinnovata nel XVIII secolo e la biologia solo nel XIX. Shapin aggiunge un’ulteriore critica sociologica tenendo in «maggiore considerazione il “chi” della rivoluzione scientifica», per chiedersi:

«che tipo di uomini [producono] quei particolari mutamenti? La [pensano] tutti come loro o [gli scienziati che producono i mutamenti] sono una sparuta minoranza? E se soltanto pochi [realizzano] davvero la produzione di questi mutamenti, in che senso, ammesso che ce ne sia uno, possiamo parlare della rivoluzione scientifica come di un evento che [cambia] radicalmente il modo in cui “noi” vediamo il mondo, come di un momento in cui la modernità “per noi” ha inizio?» (ivi, p. XV).

Ciononostante, anche lo storico Maurizio Mamiani (2002, p. 6) non nega che ci sia stata una svolta, ma preferisce utilizzare la locuzione “scienza moderna” e considerare cronologicamente la fine del XV fino a tutto il XVIII secolo. Trattandosi quindi di un processo, non è possibile indicare una data di inizio della rivoluzione scientifica.

2.1.2. Galileo Galilei e il *Sidereus Nuncius*

Come però sostiene Greco (2009b), il momento che segna «una svolta in cui le epoche si dividono» (Cassirer, 1963) e che annuncia la nascita della comunicazione pubblica della scienza è la pubblicazione del *Sidereus Nuncius* di Galileo Galilei presso la modesta tipografia di Tommaso Baglioni a Venezia il 12 marzo 1610²². Questa pubblicazione è un punto di svolta per tre motivi: in primo luogo, per ragioni scientifiche, visto che come afferma Charles Singer (1961) «non esistono in tutta la letteratura scientifica 24 fogli più ricchi di rivelazioni» e per di più osservabili da tutti attraverso il cannocchiale, strumento tecnologico perfezionato da Galileo. In secondo luogo, per motivi filosofici, perché “falsifica” in senso popperiano la millenaria filosofia naturale di Aristotele mostrando che nell’universo valgono ovunque le stesse leggi fisiche. Infine, l’aspetto più importante è quello letterario. Secondo Battistini (1993), Galileo pubblica il prototipo di un nuovo genere letterario dotato di un linguaggio

²¹ La tesi di Duhem-Quine afferma che un esperimento in fisica non può mai condannare un’ipotesi isolata, ma soltanto un insieme teorico. Quando l’esperienza è in disaccordo con le sue previsioni, essa dimostra che almeno una delle ipotesi costituenti l’insieme è inaccettabile e deve essere modificata, ma non indica quale. Per estensione, il linguaggio – che garantirebbe la verità delle asserzioni analitiche – è a sua volta convenzionale, alla pari delle leggi fisiche. Quindi la tesi di Duhem-Quine abbraccia la totalità della conoscenza umana, sottraendole ogni assolutezza e settorialità.

²² Andrea Battistini sostiene che in realtà la data di pubblicazione del *Sidereus Nuncius* sia il 13 marzo. Gran parte però dei biografi di Galileo, come Stillman Drake o Ludovico Geymonat, sostiene che il libro fu stampato il giorno prima.

rigoroso e oggettivo e utilizzato ancora oggi dalla comunità scientifica per comunicare al proprio interno, ossia il report scientifico.

Cinque giorni dopo la pubblicazione del *Sidereus Nuncius*, Galileo invia una lettera a Belisario Vinta, primo ministro del Granduca di Toscana:

Parmi necessario, oltre a le altre circuspezioni, per mantenere et augumentare il grido di questi scoprimenti, il fare che con l'effetto stesso sia veduta et riconosciuta la verità da più persone che sia possibile: il che ho fatto et vo facendo in Venezia et in Padova.

Questa dichiarazione d'intenti di Galileo è la premessa per la definizione dei caratteri distintivi della scienza moderna: quelli che Robert K. Merton chiamerà comunitarismo e universalismo (si veda cap. 1, § 1.1.2) che permettono «l'abbattimento del paradigma della segretezza» (Rossi, 1997), spostando il foro dei fruitori da una cerchia ristretta – principalmente le autorità ecclesiastiche – alle persone comuni. Ovviamente queste persone comuni devono essere in qualche modo gente esperta, come filosofi o astronomi, ma potenzialmente chiunque del grande pubblico di non esperti che abbia accesso a un cannocchiale può realizzare in prima persona le osservazioni contenute nel *folio* del *Sidereus Nuncius* per ripeterle o confutarle.

Ad esempio, tra gli *opinion leaders* della platea di non esperti, alcune settimane dopo la pubblicazione l'Imperatore Rodolfo II chiede all'ambasciatore toscano a Praga che il Granduca gli invii il materiale adatto per costruire un cannocchiale (Bucciantini, 2003). In Francia, re Enrico IV vorrebbe che qualche nuova scoperta venisse dedicata alla sua nazione (Bellone, 1998). Anche i ceti popolari, legati alla vita urbana e dotati di caratteristiche di massa, non sono indifferenti alla nuova scoperta scientifica annunciata da Galileo e in breve tempo gli “astri medicei” compaiono a teatro, in un balletto (con l'approvazione di Galileo stesso), nella poesia e nell'arte.

Il *Sidereus Nuncius* è assimilabile quindi a un report scientifico, anche se poiché è privo di *peer review* sarebbe più corretto paragonarlo a un articolo pubblicato su un *open archive*. Visto che ne «pubblica un resoconto nel volgare di poche settimane [dalla scoperta]» (Bellone, 1998), la tempistica è simile al tipo di comunicazione immediata del *publish or perish*. È dotato di immagini e scritto in latino, ossia la lingua internazionale dell'epoca, per rivolgersi alla comunità scientifica europea. A commento di un'altra opera di Galileo, *Dialoghi intorno alle cose che stanno sull'acqua*, egli afferma di aver scritto quest'ultima pubblicazione in volgare e non in latino «perché ho bisogno che ogni persona la possi leggere», divulgando con questa strategia retorica sia all'interno che all'esterno della comunità scientifica. Inoltre, Galileo viaggia di università in università (per esempio a Bologna) divulgando a colleghi, studenti e non esperti, in maniera simile a quella che oggi chiameremmo comunicazione diretta della scienza ai

pubblici di non esperti da parte degli scienziati. La scienza moderna quindi non solo è costituita dalla parte privata di osservazione e formulazione di ipotesi, ma anche da «un'unica impresa collettiva e pubblica» (Greco, 2009b) finalizzata alla costruzione del consenso razionale tra gli scienziati che si realizza attraverso la comunicazione tra di essi. Anche Galileo considera la scienza come «un fatto di interesse pubblico, destinato a permeare di sé l'intera società» (Geymonat, 1969), ma questa visione diventerà comune tra gli scienziati solo a partire dall'Ottocento (Drake, 1981).

2.1.3. La comunicazione scientifica tra Settecento e Ottocento

Nel Settecento vi sono le prime pubblicazioni di volumi divulgativi rivolti espressamente alle donne in seguito all'aumento dell'interesse femminile per le scienze, come il *Newtonianesimo per le dame* di Francesco Algarotti (1737) o *L'astronomie des dames* di Jérôme de Lalande (1795). La comunicazione scientifica intanto si consolida per due ragioni: la prima è l'istituzionalizzazione della scienza come professione, l'incremento del suo rilievo sociale e della sua specializzazione; la seconda è la già citata diffusione dei mezzi di comunicazione di massa, dato che come afferma Ziman (1987) «il principio basilare della scienza è che i risultati della ricerca devono essere resi pubblici. Qualsiasi cosa gli scienziati pensino o dicano individualmente, le loro scoperte non possono essere considerate come appartenenti alla conoscenza scientifica finché non sono state riferite e registrate in modo permanente». La popolazione settecentesca può quindi leggere sulla stampa quotidiana i risultati delle ultime scoperte scientifiche e può visitare fiere ed esposizioni dove vengono illustrati gli avanzamenti della tecnica (Raichvarg e Jacques, 1991).

Nell'Ottocento gli obiettivi della divulgazione e della comunicazione scientifica sono quasi del tutto simili a quelli seicenteschi galileiani e per certi versi anche a quelli attuali. Innanzitutto, la priorità dei ricercatori era ottenere un'efficiente comunicazione tra specialisti di discipline diverse. Nello scorso capitolo abbiamo già trattato il ruolo delle accademie e delle loro riviste, a cui se ne aggiungono altre a partire dalla metà del XIX secolo vista la necessità per gli specialisti di poter comunicare i propri risultati a colleghi di settori confinanti. Nel 1869 nasce quindi il settimanale inglese *Nature*, che sin dall'editoriale del primo numero ha l'obiettivo «in primo luogo di presentare al pubblico [...] i grandi risultati del lavoro scientifico [...], e di ottenere per le esigenze della scienza un più generale riconoscimento nell'educazione e nella vita di ogni giorno. [...] In secondo luogo, aiutare gli uomini di scienza stessi dando loro aggiornate informazioni su ogni avanzamento fatto in tutto il mondo in ogni campo delle conoscenze naturali». Nel 1880 l'*American Association for the Advancement of Science* fonda la

rivista scientifica *Science*, che come *Nature* è caratterizzata da una serie di rubriche rivolte al pubblico, ai non specialisti e anche ai funzionari delle agenzie governative e private.

La seconda priorità della comunicazione scientifica dell'Ottocento si basa sul riformismo illuminista e ha come obiettivo il fornire ai nuovi ceti della borghesia, donne incluse, gli strumenti adatti a un'istruzione "pratica" e "utile" alla rivoluzione industriale e al miglioramento della vita degli individui e della società. Lo scopo implicito era rendere disponibile un'istruzione di natura pragmatica e soprattutto alternativa, se non in diretta opposizione, a quella religiosa, basti considerare la sola mole di produzione editoriale riguardo al dibattito tra evoluzionismo e anti-evoluzionismo.

L'ultimo aspetto riguarda la formazione dell'immagine pubblica dello scienziato, che non è più una figura secondaria, bensì diventa protagonista della scena sociale alla pari dell'industriale, del politico, del borghese, dell'operaio, dell'esponente del clero. La divulgazione pubblica iniziata in età moderna con la diffusione della stampa è quindi fondamentale per calare lo scienziato nella società, sia in Italia che nel resto d'Europa.

Come però precisa Govoni (2002), è necessario evidenziare che nel 1871 in Italia l'analfabetismo era circa del 69%, mentre dieci anni prima in Francia si attestava al 30% e in Gran Bretagna addirittura al 26%. Il pubblico della comunicazione della scienza è quindi sensibilmente inferiore in Italia in relazione al resto d'Europa ed è principalmente borghese e istruito.

È tuttavia a Venezia con Galilei che nasce la comunicazione scientifica moderna, rivolta democraticamente a tutti. E la comunicazione pubblica della scienza di oggi è considerata elemento essenziale della democrazia, legata ai diritti di cittadinanza scientifica. Secondo Greco (2009b) la conoscenza è un bene pubblico che appartiene a tutti, non è appropriabile; tutti hanno il diritto con i propri ruoli e competenze a partecipare alle scelte di politica della scienza.

2.2. Modelli di comunicazione pubblica della scienza

2.2.1. La scienza come bene pubblico

Da un punto di vista sociologico, la scienza può essere definita come «un'istituzione sociale dedita alla costruzione di un consenso razionale d'opinione sul più vasto campo possibile» (Ziman, 1987). Ma come sostengono Cerroni e Simonella (2014, p. 134), la scienza e la democrazia sono indissolubilmente legate perché «la scienza [...] ha bisogno di una forma di Stato che garantisca le libertà e i diritti ai cittadini di partecipare attivamente alle decisioni politiche attraverso meccanismi diretti e indiretti. La democrazia [...] perché, proprio per partecipare, i cittadini necessitano di accrescere il capitale di conoscenze che usano e rielaborano nella partecipazione ai processi di sviluppo del paese». La comunicazione della scienza diventa quindi il nodo fondamentale per dare pienezza ai diritti di cittadinanza scientifica dei cittadini e per renderli partecipi della conoscenza.

Più nel dettaglio, la comunicazione della scienza è definita come l'attività sociale che fa diventare effettivamente la scienza un bene pubblico (*ivi*). Autori come Stephan (1996) e Stiglitz (1999) affermano che la conoscenza ha natura di bene pubblico e per questo motivo è legittimato e auspicato l'intervento pubblico della scienza esterno agli scienziati tale da sviluppare metodi di allocazione delle risorse. I beni pubblici sono caratterizzati dalla non rivalità nel consumo (possono essere consumati da diversi individui simultaneamente senza diminuirne il valore) e dalla non escludibilità (nessun cittadino può essere escluso dal godimento del servizio una volta che il bene è stato prodotto)²³. Cerroni (2006) approfondisce questa definizione, aggiungendo che la scienza non sia bene pubblico naturale bensì un «bene più che non rivale» e «meno che appropriabile». In primo luogo, essendo un bene pubblico costruito socialmente non si può limitare il suo godimento da parte dei cittadini, anzi: l'aumento di valore è legato all'uso, dato che esso accresce quanto più viene usata sia dai singoli individui che dagli scienziati – per esempio, più si usa un determinato tipo di conoscenza e più migliora il suo *know-how*. In secondo luogo, perché l'accesso alla conoscenza è mediato da rigide condizioni che ne permettono l'effettiva fruizione, in particolare dal possesso di capitali economici, culturali, sociali ottenuti ricorrendo ad altri capitali o alle vie pubbliche decise da politiche di accesso.

Ne consegue che la natura della conoscenza scientifica debba essere cooperativa, in primis poiché il suo valore aumenta in seguito alla cooperazione tra gli scienziati e tra gli

²³ Poiché i beni pubblici sono non escludibili, si ha un fallimento del mercato. Infatti, il problema del free-riding impedisce al mercato di fornirli e ai produttori di appropriarsi del tutto dei benefici che derivano dalla sua fruizione: se non c'è lo Stato tale bene non viene prodotto e consumato. Per questo motivo la conoscenza richiede l'intervento pubblico.

individui. Secondariamente, perché è il risultato di azioni di *policy* della conoscenza che mirano ad assicurarne e ad accrescerne la cooperazione e la circolazione.

2.2.2. Definizioni dei tipi di comunicazione della scienza

È chiaro che non c'è scienza se non c'è la presenza di una reale comunicazione pubblica della scienza. Con le parole di Ziman (1987): «il sistema di comunicazione è l'istituzione sociale fondamentale della scienza». Prima di analizzare i vari modelli di interazione tra scienza e pubblico, bisogna distinguere tra due tipi di comunicazione. La prima modalità è la letteratura primaria, ossia l'insieme degli articoli, saggi, documenti (compresi quelli pubblicati sul web) che diffondono i risultati originali della ricerca. Il medium di riferimento è la rivista scientifica oppure il libro, il cui accesso alla pubblicazione è determinato da specifiche forme e contenuti. Gli articoli sono revisionati da colleghi esperti e anonimi attraverso il processo di *peer review* che mira a controllare la correttezza della procedura, l'originalità della produzione e la significatività dei risultati. La letteratura secondaria è costituita dall'insieme dei saggi riassuntivi, chiamati *review*, di recensioni, di bibliografie, di raccolta dati che non annunciano risultati originali bensì organizzano e razionalizzano le conoscenze acquisite.

Sarebbe miope considerare solo la somma tra letteratura primaria e secondaria nel sistema di comunicazione scientifica. Alla comunicazione formale scritta, infatti, si affianca quella formale orale e quella informale sia scritta che orale, le quali avvengono rispettivamente attraverso congressi e conferenze; attraverso lettere tra scienziati, quaderni di lavoro o discussioni in laboratorio e altrove.

Secondo Greco (s.d.), la comunicazione elettronica che avviene grazie ad Internet costituisce una categoria a parte poiché rende possibile l'interazione tra gruppi di ricerca internazionali e la pubblicazione con processo di *peer review* a tempi e costi così ridotti da rendere più accessibile l'informazione scientifica. Gli *e-journal* sono diventati quindi un importante elemento di democrazia nella comunicazione scientifica. Anche gli *open archives* sono una novità "evolutiva" della comunicazione della scienza su internet, dato che in questi casi la comunicazione tra scienziati è immediata e non mediata da revisori anonimi e l'intera comunità di lettori realizza la *peer review*.

La comunicazione pubblica, rivolta al pubblico di non esperti, è invece rappresentata dall'attività di divulgazione²⁴ che avviene su libri e giornali oppure con conferenze ed interventi sui media. In questo settore non bisogna includere i soli scienziati, bensì anche i comunicatori che non sono scienziati in senso stretto, come giornalisti, docenti, membri di associazioni e in generale cittadini.

²⁴ Per approfondire la divulgazione scientifica in Italia si rimanda al già citato testo di Govoni (2002).

La tabella 1 descrive i tipi di comunicazione della scienza sopraelencati:

	Comunicazione formale	Comunicazione informale	Comunicazione pubblica
Scritta	Letteratura primaria e secondaria	Lettere tra scienziati e quaderni di laboratorio	Divulgazione attraverso libri e giornali
Orale	Conferenze e congressi	Discussioni in laboratorio o altrove	Insegnamento, conferenze, seminari, inclusi quelli sui media tradizionali
<i>E-communication</i>	Riviste specializzate online	<i>Open archive</i> , e-mail, chat, scambio di dati e informazioni online	Divulgazione online, chat, e-mail, social media

Tabella 1 La comunicazione della scienza. Rielaborazione da Greco (s.d.)

Il *frame* in cui d'ora in poi verrà analizzato il rapporto tra scienza e società è quello di Gauchat (2010), ossia: i cittadini non sono vicini né alla scienza né alla tecnologia, non mostrano fiducia nel loro ruolo e sono per questo disillusi riguardo alla loro capacità di poter risolvere i problemi della società contemporanea.

2.2.3. Il modello tradizionale: *Public Scientific Literacy (PSL)*

All'inizio del Novecento si diffonde l'immagine di una scienza troppo difficile e tecnica per essere compresa dal grande pubblico, specialmente dopo gli sviluppi della fisica di inizio secolo. Per esempio, quando nel dicembre 1919 si ottenne la conferma della teoria relatività generale di Einstein in seguito a due eclissi solari, il «New York Times» pubblicò un commento attribuito ad Albert Einstein stesso: «Al mondo, non ci sono più di una dozzina di persone in grado di capire la mia teoria» (cit. in Pais 1982, p. 309). Negli anni Venti negli Stati Uniti viene fondata l'agenzia *Science Service* con lo scopo di ridurre la distanza tra la scienza, e in particolare il ragionamento scientifico, e il grande pubblico. È uno dei primi tentativi di avvicinamento della scienza ai cittadini, ribadito da John Dewey negli anni Trenta con la necessità di instillare nei giovani una *scientific attitude* tale da affrontare in maniera razionale la vita quotidiana. Gregory e Miller (1998) notano che questo atteggiamento implichi che l'unico modo per avvicinare scienza e società sia far ragionare il pubblico nella stessa maniera degli scienziati. Nel frattempo, si consolida anche l'alleanza tra giornalisti e specialisti, per esempio con James Gerlad Crowther che nel 1928 diventa il primo corrispondente scientifico di un giornale britannico e con la creazione della *National Association of Science Writers* statunitense nel 1934. Dopo la Prima e soprattutto la Seconda guerra mondiale, il ruolo della scienza e della tecnologia nella vita dei cittadini diventa imprescindibile; per questo motivo si sviluppano vari modelli di comunicazione pubblica della scienza: *Public Scientific Literacy*, *Public Understanding of Science*, *Public Engagement with Science and Technology* e infine il modello di *Citizen Science*.

La prima concezione del rapporto tra scienza e pubblico che si delinea è tradizionalista, diffusionista e pedagogico-paternalistica. Le caratteristiche di questa visione elencate da Bucchi (2008) sono:

1. l'esigenza di una mediazione tra scienziati e pubblico motivata dalla difficoltà e complessità delle informazioni scientifiche;
2. l'individuazione di professionisti e istituzioni deputati a realizzare tale mediazione, ossia i giornalisti scientifici, i divulgatori e i musei. Questi attori sono però spesso incapaci di adempiere al proprio ruolo per mancanza di competenze o per la presenza di fattori collaterali, come gli interessi economici;
3. la descrizione di questa mediazione con la metafora della traduzione linguistica e del «trasferimento» di conoscenza da un soggetto all'altro senza alterazioni;
4. una nozione di pubblico come passivo, la cui disillusione nei confronti della scienza può essere scongiurata da «iniezioni» di comunicazione scientifica.

In maniera semplificata, l'informazione scientifica deve essere trasportata dal contesto specialistico a quello divulgativo, auspicando il miglioramento della qualità e della quantità della comunicazione. In questo modo, si legittima il ruolo sia sociale che professionale dei giornalisti scientifici e dei divulgatori e allo stesso tempo gli scienziati fuoriescono del tutto dal processo di comunicazione pubblica, legittimando se stessi a criticarne gli errori. Questa concezione ha favorito una lettura dei media come «lente opaca» della scienza, che non riesce a illustrare i contenuti scientifici né a filtrare i fatti in maniera adeguata (Bettetini e Grasso, 1988; Bucchi, 2008a).

Questo modello pedagogico-paternalista negli anni si è evoluto ed è stato definito meglio il ruolo delle *routines* e delle priorità giornalistiche nel definire la copertura mediale della scienza (Dunwoody, 2008). Allo stesso modo, è stato chiarito che il punto di vista dei media non corrisponde a quello della comunità scientifica: molto spesso, i giornalisti cosiddetti generalisti hanno ribadito di essere portavoce dei dubbi del pubblico più che dei fatti scientifici, giustificando così il loro essere indifferenti all'agenda scientifica (Hansen, 1992; Peters, 1995). Come però riporta Bucchi (2008b), le analisi di lungo periodo sulla copertura di fatti scientifici a opera della stampa non specialistica illustrano una rappresentazione dell'attività degli scienziati come «progressiva» e non eccessivamente distante dalla comunicazione specialistica per quanto riguarda il registro linguistico. Le analisi di quest'ultimo esempio sono state condotte anche da Lewenstein (1995a), Nisbet e Lewenstein (2002), Bucchi e Mazzolini (2003), Stephens (2005) e Casadei (1994); quest'ultimo ha svolto una analisi lessicale comparata di testi divulgativi, manuali e contributi specialistici di fisica, evidenziando che in tutti e tre i tipi

di testo vi è un livello simile di tecnicismi che raggiungono il loro apice, in maniera controintuitiva, nei manuali e non dei contributi specialistici.

Più nel dettaglio, il modello della *Public Scientific Literacy* nasce grazie agli studi realizzati tra gli anni Cinquanta e Sessanta. Nel 1951 Warren Weaver pronuncia un discorso presso l'*American Association for the Advancement of Science*, rimarcando l'importanza dell'accettazione delle imprese scientifiche da parte della società, aggiungendo che il pubblico e la scienza hanno l'uno il bisogno dell'altra e viceversa (Gregory e Miller, 1998, p. 5). Dopo il lancio del satellite Sputnik da parte dell'URSS, gli USA intendono accelerare l'apprezzamento per le innovazioni scientifiche e tecnologiche soprattutto per legittimare la corsa allo spazio e la ricerca applicata e si prefiggono come primo obiettivo l'alfabetizzazione scientifica.

Si inizia quindi a misurare la *Public Scientific Literacy* (alfabetizzazione scientifica pubblica, abbrev. PSL) attraverso sondaggi, indagini e soprattutto test, attraverso cui la persona intervistata deve decidere se l'affermazione proposta sia vera, falsa, oppure non sa (cfr. Eurobarometri). Le problematiche dei test sono relative alla possibile ambiguità delle domande, al bisogno di proporre affermazioni brevi ma non semplicistiche, alla ricerca di un bilanciamento della difficoltà dei quesiti, e infine alla determinazione a priori di cosa costituisca il sapere scientifico nell'ottica di costruzione del test. Alcune proposte sono finalizzate alla segmentazione del pubblico in diverse fasce per indirizzare *ad hoc* il trasferimento di informazioni (Prewitt, 1982). Tutti questi strumenti hanno come obiettivo la realizzazione di una situazione ideale in cui le persone sono interessate e consapevoli e cercano di capire cosa sia la conoscenza scientifica (Burns, O'Connor, Stockmayer, 2003). Altri lati positivi sono la crescita dell'utilizzo dell'informazione scientifica nella vita quotidiana, l'aumento delle possibilità lavorative e soprattutto quelle partecipative alla vita democratica, dato che avere un'alta alfabetizzazione scientifica significa essere cittadini parte di una società democratica (Cerroni e Simonella, 2014). Tuttavia, la concezione alla base della PSL è la visione illuministica della potenzialità della scienza, la quale è anche atta all'incremento della qualità della vita grazie all'impatto terapeutico del trasferimento di conoscenza.

2.2.4. Critiche al modello tradizionale

Dagli anni Ottanta, le ricerche sulla *Public Scientific Literacy* e sul grado di conoscenza del pubblico in campo scientifico (*public awareness of science*) sono divenute comuni in molti Paesi (Bauer, 2008). Tuttavia, a partire dagli anni Novanta questo modello diffusionista è stato criticato e ritenuto in gran parte non sufficiente. Le critiche riguardano la modalità di somministrazione dei test e in particolare il grado di rilevanza degli indicatori che misurano il livello di alfabetizzazione scientifica, le differenze tra i vari Paesi riguardo alle interpretazioni degli enunciati e la definizione di una quota minima che certifichi il possesso di una adeguata conoscenza scientifica. Il «tecno-ottimismo» (Cerroni e Simonella, 2014) degli anni Cinquanta se da un lato permette l'avvio di importanti progressi nell'istruzione e il primo avvicinamento contemporaneo del pubblico alla scienza, dall'altro dà adito ai primi movimenti di protesta e critica rivolti alla scienza, perlopiù antinucleari, ambientalisti e antimilitaristi, che formulano le proposte del principio di precauzione²⁵ e di una maggiore partecipazione dei cittadini alla *governance*.

Inoltre, il legame tra esposizione a informazioni scientifiche nei media e orientamento favorevole nei confronti della ricerca spesso non è direttamente correlato, poiché, per esempio in ambito biotecnologico, alcuni studi hanno evidenziato la grande presenza di atteggiamenti di scetticismo e pessimismo anche nelle fasce sociali più esposte ed informate (Gaskell e Bauer, 2002; Bucchi e Neresini, 2002).

La comunicazione della scienza può non necessariamente avere origine in ambito specialistico ma può anche emergere in luoghi non specialistici (Lewenstein, 1995): ad esempio, Watson e Crick non ottennero immediatamente attenzione da parte dei media con la scoperta della struttura del DNA; d'altro canto, l'evoluzione della specie era un argomento già consolidato prima delle leggi di Mendel (Turney, 1998), come documentato trent'anni prima dal francese Émile Zola con «l'eredità ha le sue leggi, proprio come la gravitazione» (1871).

²⁵ Il principio di precauzione è criticato dai detrattori per essere un freno allo sviluppo e alla ricerca scientifica. A livello internazionale, viene inserito nella Dichiarazione di Rio del 1992, atto conclusivo della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo. Il Principio 15 enuncia infatti che «Al fine di proteggere l'ambiente, gli Stati applicheranno largamente, secondo le loro capacità, il Principio di precauzione. In caso di rischio di danno grave o irreversibile, l'assenza di certezza scientifica assoluta non deve servire da pretesto per differire l'adozione di misure adeguate ed effettive, anche in rapporto ai costi, dirette a prevenire il degrado ambientale». Il principio di precauzione si differenzia da quello di prevenzione in quanto il primo punta a gestire un'eventuale situazione di pericolo ambientale non conosciuta, o non completamente conosciuta, mentre il secondo obbliga a adottare misure anticipatorie volte a eliminare o ridurre il rischio certo di danno all'ambiente scaturente dall'esercizio di una certa attività. A livello comunitario, il principio di precauzione viene introdotto nel Trattato di Maastricht. Oggi l'art.191 TFUE stabilisce che la politica dell'Unione in materia ambientale è fondata, fra l'altro, sui «*principi di precauzione e dell'azione preventiva*».

L'ultima grande criticità del PSL è il concetto di comunicazione come «trasferimento»²⁶. Le parole più usate in questo tipo di comunicazione sono «flusso», «distorsione», «target» e «ricezione». I problemi di questa concezione sono la presunta possibilità di trasferire conoscenza da un soggetto all'altro senza alterarla e che la stessa conoscenza possa produrre gli stessi comportamenti e le stesse reazioni nel pubblico anche in contesti diversi; nella realtà esso non è un processo passivo bensì trasformativo che può avere a sua volta un impatto sul dibattito scientifico.

2.2.5. Il modello del deficit: *Public Understanding of Science (PUS)*

Negli anni Ottanta, il modello della PSL viene soppiantato da una struttura che resta top-down e prende in analisi il pubblico come oggetto di divulgazione, gli scienziati come attori da cui proviene la conoscenza, la conoscenza scientifica in sé e gli effetti “di ritorno” di questo processo (Bevilacqua, 2014). È pertanto corretto parlare di un vero e proprio *Public understanding of science movement* solo a partire da quel decennio (Gregory e Miller, 1998). Non sono più gli Stati Uniti a elaborare il nuovo modello bensì la Gran Bretagna, con il celebre rapporto *The Public Understanding of Science*, noto anche come rapporto Bodmer²⁷, pubblicato nel 1985 dalla *Royal Society*. Tale Rapporto denuncia un deterioramento nei rapporti tra scienza e pubblico e auspica «una migliore comprensione della scienza come fattore significativo di promozione del benessere della nazione, elevando la qualità delle decisioni pubbliche e private e arricchendo la vita dell'individuo» (Irwin, 1995, p. 16). Il Rapporto si conclude affermando che gli scienziati debbano comunicare con il pubblico attraverso i media riconoscendo le regole del loro funzionamento; al contempo, i giornalisti devono comprendere ed accettare le opinioni espresse dagli scienziati e considerare queste attività un loro dovere (Gregory e Miller 1998, p. 6). Agli editori è infine richiesto un impegno maggiore nel dare più spazio a scienza, tecnologia e salute nei propri giornali. La necessità di maggiore dialogo tra scienza e pubblico si traduce anche nell'istituzione di uffici stampa e di pubbliche relazioni negli istituti di ricerca e l'inaugurazione di corsi di formazione in giornalismo scientifico.

Un'altra conseguenza del rapporto Bodmer è la costituzione presso la *Royal Society*, in collaborazione con la *Royal Institution* e la *British association for the advancement of science*, di un *Committee for the public understanding of science (COPUS)* destinato in primis a distribuire

²⁶ Reddy (1979) nota la correlazione del concetto di trasferimento con la dimensione linguistica, come nella lingua inglese, carente di espressioni in grado di descrivere i processi comunicativi al di fuori di quelle legate al trasferimento e al trasporto di messaggi.

²⁷ Il documento prende il nome da Sir Walter Bodmer, responsabile di un gruppo di lavoro che comprendeva scienziati, politici, sociologi e giornalisti ma nessun rappresentante dei cittadini. Con questo Rapporto, il PUS veniva istituzionalizzato e in circa vent'anni diventerà un'etichetta usata nei programmi governativi rivolti alla divulgazione scientifica.

finanziamenti per attività di comunicazione pubblica della scienza e a realizzare una serie di attività comunicative su ampia scala volte ad avvicinare scienza e società.

In sintesi, le tesi principali del *Public Understanding of Science* sono: la crisi di fiducia nella scienza è dovuta all'analfabetismo scientifico dei cittadini e alla superficialità dei media; questa crisi di fiducia mette di conseguenza in pericolo il finanziamento dell'attività scientifica; la soluzione risiede in una serie di iniziative nel campo dell'educazione e della comunicazione.

Lo strumento delle *survey* viene adottato anche in ambito PUS: ad esempio, in gran Bretagna è stato condotto uno studio sul pubblico che ha avuto molta risonanza tra scienziati e *policy makers* (Evans e Durant, 1995). Questo studio ha fatto emergere un vasto interesse per la scienza da parte del pubblico britannico, addirittura maggiore rispetto alla politica e allo sport. Ciononostante, in pochi si consideravano informati in maniera adeguata riguardo alle informazioni scientifiche e mostravano ancora meno un livello sufficiente di conoscenza di fatti scientifici. Questo «deficit» del pubblico viene spesso citato per ribadire una scarsa comprensione della scienza da parte della società, come dimostra per esempio uno studio comparato condotto negli USA e in Gran Bretagna i cui risultati mostravano che più del 90% della popolazione americana e inglese poteva essere considerata analfabeta sotto il profilo scientifico (Durant *et al.* 1991). Tuttavia, anche in questi test la conoscenza veniva decontestualizzata e costruita sulla base di un unico *frame*, rendendo il PUS oggetto delle stesse critiche ricevute dalla PSL (si veda § 2.2.4).

Ciononostante, a differenza del PSL, il *Public Understanding of Science* prende in considerazione non solo l'analfabetismo scientifico ma anche la legittimità della scienza agli occhi della società e gli atteggiamenti del pubblico. Il PUS è comunemente detto anche modello del «deficit», visto che i cittadini sono analfabeti scientificamente ma sono desiderosi di conoscenza, e solo dopo aver colmato questo «deficit» grazie al trasferimento di conoscenza potranno diventare favorevoli nei confronti della scienza.

Eppure, molti degli elementi fondanti del PUS sono in continuità con il passato, in primis la concezione che le conoscenze scientifiche siano certe e coerenti al loro interno, che la scienza sia un punto di vista privilegiato sul mondo e che il flusso di informazioni scientifiche tra scienziati e pubblico sia monodirezionale e top-down. In realtà, bisognerebbe considerare allo stesso modo gli interessi della scienza e del pubblico e soprattutto è necessario tenere presente che la comunità scientifica non si basa su un agglomerato omogeneo di assiomi né tantomeno vi è un pensiero unanime su cosa sia la scienza e su quale sia il suo compito epistemologico (Ziman, 1992).

2.2.6. Per una comunicazione differente. Il modello della scelta razionale, il modello contestuale e la divulgazione di Margherita Hack

All'interno del *Public Understanding of Science* vi sono anche due modelli mai diventati tendenze dominanti che trattano la comunicazione in maniera differente. Il primo è il *Rational Choice Model* (Modello della scelta razionale), che tenta di rispondere alla domanda su che cosa debbano sapere le persone per definirsi «buoni cittadini» in una società permeata dalla rilevanza della scienza. La risposta si basa sulla teoria della scelta razionale, pertanto l'individuo deve conoscere solo le informazioni necessarie per poter prendere una decisione. Il *Rational Choice Model* fallisce nel momento in cui il cittadino si trova di fronte a dilemmi o situazioni ambivalenti, oppure non è chiaro come e quali fonti debba consultare per risolverli (Weingold, 2001).

Il secondo modello è il *Contextual Model* (Modello Contestuale), la cui domanda di ricerca è cosa vogliono sapere i cittadini sulla scienza in determinate circostanze. Grande importanza viene data all'approccio etnografico e al contesto, che è contingente e plasma il modo in cui gli individui si relazionano con la conoscenza. Il sapere locale è gerarchicamente privilegiato rispetto alla conoscenza formale, permettendo al modello di descrivere il pubblico non come ricettore passivo bensì come soggetto che elabora il proprio sapere a partire dalla vita quotidiana. Il difetto del *Contextual Model* risiede nella possibile deriva relativista che porterebbe a ritenere la conoscenza istituzionale prodotta dagli scienziati come non giudicabile né rapportabile a qualsiasi altra (Wynne, 1995).

Anche Margherita Hack (1991) intende discostarsi da una concezione tradizionale di comunicazione scientifica considerata come un processo unidirezionale, dove i media svolgono il ruolo di mediatori con il compito di comprendere, interpretare e tradurre il linguaggio specialistico della scienza in uno più semplificato e comprensibile al pubblico di non esperti. I tipi di divulgazione da lei individuati sono tre, differenziati a seconda della tipologia di individui a cui si rivolge e dal livello di approfondimento del fatto scientifico trattato. Il primo riguarda la divulgazione dello scienziato per altri scienziati di altri settori, tale da consentire uno scambio interdisciplinare grazie all'utilizzo di riviste. Il secondo tipo di divulgazione si rivolge a utenti di istruzione medio-alta e viene fatta da scienziati o giornalisti scientifici con riviste specializzate, per esempio *Scientific American*, mentre il terzo tipo comprende il grande pubblico che si informa attraverso la stampa, quindi con quotidiani e periodici non specializzati.

2.2.7. Il modello del dialogo: *Public Engagement with Science and Technology* (PEST)

Nell'ottobre 2002, gli scienziati britannici pubblicano una brevissima comunicazione su *Science* decretando il tramonto dell'espressione e del modello del *Public Understanding of Science* (PUS). Questa decisione non è motivata solo dall'infelice acrostico ma soprattutto dal senso di accondiscendenza che la locuzione crea. Pertanto, sono giunti a un sostituto più inclusivo: *Public Engagement with Science and Technology* (PEST). Aggiungono anche che l'allora ministro della scienza David Sainsbury aveva sollevato la questione dell'insufficiente sforzo dei comunicatori scientifici nell'educare il pubblico; essi devono invece «scendere in trincea» e interagire con loro. La direzione indicata è chiara, ossia il coinvolgimento e l'interazione con il pubblico attraverso il dialogo e la discussione orizzontale tra scienziati e non esperti che possa rendere protagonisti quest'ultimi nelle decisioni scientifiche che implicano ricadute sociali.

Ma già nel 2000 un rapporto della *House of Lords* denunciava i limiti di un modello paternalistico e top-down, ricercando invece una nuova sensibilità al dialogo tra scienza e pubblico. Saranno questi i motivi dello scioglimento del COPUS (*Committee for the Public Understanding of Science*) nel 2002, avendo ormai compreso che l'approccio top-down che non era più in linea con l'agenda più ampia con cui la comunicazione della scienza era chiamata a confrontarsi. Come nota Bucchi (2008b), in tutta Europa le parole chiave dei progetti di finanziamento e di *policy* sono cambiate da «consapevolezza pubblica della scienza» (*public awareness of science*) a «coinvolgimento dei cittadini» (*citizen engagement*), da «comunicazione» a «dialogo», da «scienza e società» a «scienza nella società».

Il *Public Engagement with Science and Technology* inizia a porre rimedio alla vera e propria crisi pubblica di fiducia nella scienza (Miller, 2001) attraverso nuove attività di comunicazione finalizzate all'incremento della partecipazione dei cittadini e della fiducia nella conoscenza. Tuttavia, come fanno giustamente notare Bauer e Jensen (2011), non esiste una definizione chiara di PEST. Alcuni autori hanno coniato una nozione di «co-produzione di conoscenza» (*knowledge co-production*) per illustrare forme intense di partecipazione del pubblico di non esperti nella creazione di conoscenza scientifica, come nel caso di associazioni di pazienti che contribuiscono in modo proattivo nella definizione delle priorità della ricerca biomedica (Brown e Mikkelsen, 1990).

Queste forme inedite di interazione tra scienziati e non esperti permettono di reinterpretare sia il modello del deficit che le critiche sociologiche a esso rivolte. Come sottolinea Callon (1999), il modello critico-dialogico oppositivo al PUS permette che l'oggetto del dibattito cambi dall'analfabetismo del pubblico al diritto del pubblico stesso a partecipare alla costruzione di conoscenza, assumendo che le persone comuni abbiano saperi e competenze

tali da integrare e completare quelle degli scienziati. Tuttavia, entrambe le visioni condividono «un'ossessione comune: quella della demarcazione. [Il *Public Understanding of Science*] in modo più aggressivo, e [la versione di critica del PUS] in modo più gentile e pragmatico, entrambi negano alle persone comuni qualsiasi competenza a partecipare alla produzione dell'unica conoscenza provvista di valore: quella che si merita il termine "scientifico"» (Callon 1999, p. 89). Pertanto, i non esperti non devono essere più considerati come un ostacolo da rimuovere attraverso l'istruzione, come nel *Deficit Model*, né un elemento di arricchimento della conoscenza degli specialisti, come nel modello critico-dialogico, bensì finalmente come essenziali alla produzione di conoscenza. Bucchi (2008b) si interroga se questo cambio d'approccio possa rappresentare un effettivo cambiamento nella comunicazione scientifica oppure si tratti di una riproposizione del modello del deficit sotto una nuova veste (Trench, 2006). La risposta deve tenere conto della dimensione del contesto, visto che la comunicazione pubblica deve essere sempre studiata nel contesto delle relazioni e interazioni tra scienziati e cittadini e della scienza nella società. La prima conseguenza è che non possiamo applicare un modello diffusionista e divulgativo²⁸ sviluppato da un numero relativamente piccolo di istituzioni statali a un contesto di ricerca scientifica legato ai mercati, alle pubbliche relazioni e a una dimensione globale, ragion per cui alcuni autori hanno introdotto l'espressione «PUS Inc.» (Public Understanding of Science SpA) (Bauer e Gregory, 2007).

Tabella 2 I nuovi valori della ricerca: dal CUDOS di Merton al PLACE di Ziman. Definizioni prese da Ziman (2000).

	I valori mertoniani		I nuovi valori	
C	Comunitarismo	P	Proprietà	Affermazione dei diritti di proprietà
U	Universalismo	L	Località	Attenzione ai problemi particolari
D	Disinteresse	A	Autoritarismo	Gestione manageriale della ricerca
O	Originalità	C	Commissionamento	Realizzazione di obiettivi prevalentemente di tipo pratico
S	Scetticismo organizzato	E	Esperti	Valorizzazione dei ricercatori come esperti piuttosto che come portatori di creatività

²⁸ Questa visione rispecchia un'idea di "divulgazione" negativa e riduttiva, intesa come semplice trasferimento di conoscenze verso un pubblico da indottrinare. Questo tipo di divulgazione è perlopiù caratterizzato da un linguaggio semplicistico che assume a volte toni sensazionalistici, tanto da sembrare estraneo alla scienza stessa. La diffusione di risultati e idee a un pubblico di non esperti è in realtà un fenomeno più complesso, coinvolge un pubblico ampio ed eterogeneo che incide sul processo stesso, senza esserne isolato. Aumentando gli attori in gioco, inevitabilmente aumentano le connessioni da studiare: la divulgazione della conoscenza scientifica è il risultato delle interazioni «tra produttori di conoscenza, validatori e grande pubblico» (Bevilacqua, 2014). Le stesse interazioni tra scienziati, spesso accantonate dall'analisi, assumono carattere strategico se finalizzate all'accesso a risorse e finanziamenti o all'aumento del proprio prestigio all'interno della comunità scientifica.

Gli scienziati imprenditori non si considerano protagonisti nell'avanzamento della conoscenza, né rappresentanti di un interesse pubblico, né educatori che cercano di trasferire la conoscenza agli studenti. Sono solo creatori e manager di prodotti di conoscenza, diventata bene di consumo. In verità anche questa interpretazione è stata messa in discussione per via della distinzione netta tra produttori e fruitori di conoscenza, prerequisito del modello diffusionista o del deficit. Ormai la comunicazione della scienza nella società è eterogenea e posta tra i fuochi della privatizzazione della conoscenza come merce e la libera condivisione dei risultati e della pressione dei cittadini di maggiore coinvolgimento, siano essi organizzazioni ambientaliste o gruppi di pazienti. Pertanto, risulta implausibile la formulazione di un unico e solo modello di comunicazione pubblica della scienza per descrivere il rapporto tra scienza e pubblico.

Modello di comunicazione	Enfasi	Versioni dominanti nella comunicazione della scienza	Obiettivi	Contesti ideologici
Trasferimento, divulgazione Unidirezionale, limitato nel tempo	Contenuto	Deficit	Trasferire conoscenza	Scientismo, tecnocrazia, retorica della <i>Knowledge Economy</i>
Consultazione, negoziazione Bidirezionale, iterativa	Contesto	Dialogo	Discutere le implicazioni della ricerca	Responsabilità sociale, cultura
Co-produzione della conoscenza Multi-direzionale, <i>open-ended</i>	Contenuto e Contesto	Partecipazione	Stabilire gli obiettivi, definire l'agenda di ricerca	<i>Civic Science</i> , democrazia

Tabella 3 Riassunto dei modelli della comunicazione della scienza (adattato da Trench, 2006).

La tabella 3 riassume i tre modelli principali di interazioni tra scienziati e pubblico – deficit, dialogo, partecipazione –, i rispettivi obiettivi e i contesti ideologici. Ovviamente sono idealtipi e non sono mutualmente esclusivi, dato che la maggior parte delle situazioni concrete dovrebbero essere affrontate combinando i vari modelli, e le interazioni tra scienziati e società possono traslare tra i vari modelli e le loro rispettive combinazioni.

Bucchi (2008b) ritiene che sia necessario abbandonare l'idea di trovare un modello di comunicazione della scienza che descriva meglio le interazioni tra esperti e pubblico, perché dal punto di vista sociologico è più efficace chiedersi a quali condizioni emergano configurazioni diverse di comunicazione pubblica della scienza. Alcuni elementi possono essere il grado di importanza pubblica di un determinato fatto scientifico; il livello di mobilitazione pubblica; la visibilità e la credibilità delle istituzioni e degli scienziati coinvolti; il grado di controversia tra gli scienziati percepito dal pubblico; il livello di consenso sociale entro cui si collocano le informazioni scientifiche. Anche il contesto politico può determinare il tipo di comunicazione, come avviene in Svizzera o nei Paesi Scandinavi, notoriamente ad alto tasso di partecipazione civica, in cui la partecipazione al dibattito scientifico è inserita nella legislazione nazionale e in agenzie istituzionali dedicate (Joss e Bellucci, 2002).

2.2.8. Il modello della partecipazione: *Citizen Science*

L'ultimo modello è il cosiddetto *Public Co-Production of Knowledge* (Jasanoff, 2004), comunemente chiamato anche *Citizen Science*. Questo modello dà risalto al ruolo dei cittadini nell'ottica dell'esercizio dei loro diritti di cittadinanza scientifica. Gli individui sono direttamente coinvolti nei processi decisionali di produzione di conoscenza, di frequente in situazioni ibride in cui la demarcazione tra esperti e non esperti non è rigida. Sheila Jasanoff (2003) dà rilievo all'epistemologia civica (*civic epistemology*), che consiste nella descrizione dei modi in cui il pubblico partecipa alla costruzione della conoscenza, riconoscendo così il carattere culturale e politico di questo processo.

Collins ed Evans (2002) distinguono tre ondate degli *Science Studies*: la prima è chiamata *Age of Authority*, in cui la comunità scientifica è nettamente separata dal resto della società ed è l'unico gruppo a cui viene riconosciuta l'*expertise*. La seconda ondata, *Age of Democracy*, presenta confini labili tra esperti e pubblico e tra *expertise* ed esercizio dei diritti di cittadinanza dei cittadini. Tuttavia, questa visione pone tutti su uno stesso livello senza avvalersi di un vero e proprio criterio di distinzione dell'*expertise*. La terza ondata è chiamata *Age of Expertise* e rimuove totalmente la distinzione tra esperti e non esperti. La vera divisione è tra specialisti dotati di *expertise*, certificata o meno, e tra non esperti che possono anche possedere certificazioni che attestano la loro conoscenza ma in uno specifico ambito sono totalmente non esperti: per esempio, un medico di fronte a un tema ambientale non può essere un esperto; allo stesso modo, un cittadino attivo in un'associazione ambientalista può possedere molte conoscenze e competenze. Il fattore discriminante nell'*expertise* non è quindi un attestato di conoscenza bensì l'esperienza consolidata.

Nel dettaglio, una prima definizione di *Citizen Science* è stata coniata dall'ornitologo statunitense Rick Bonney (2014) che, parlando in particolare di conservazione della natura, la definiva «uno strumento attraverso cui i non esperti contribuiscono alla ricerca, e che gli scienziati possono usare per fare divulgazione». Il sociologo britannico Alan Irwin (1995) afferma invece che attraverso la *citizen science* i cittadini che non sono scienziati professionisti possono partecipare alla ricerca scientifica in due modi: affiancando gli scienziati nella ricerca, per esempio raccogliendo e condividendo osservazioni e misurazioni, e assicurandosi che la ricerca si occupi dei problemi più cari alla società. Alla federazione ornitologica *National Audubon Society* vanno invece attribuiti due degli esempi più emblematici di *Citizen Science*. Alla fine del XIX secolo in Nord America si tenevano le tradizionali *Christmas Sides Hunts*, ossia battute di caccia natalizie in cui vinceva la squadra che riusciva a uccidere il maggior numero di uccelli, indipendentemente dalla specie o dal loro possibile utilizzo. Nel 1900 l'ornitologo della *Audubon Society* Frank Chapman propose di sospendere la battuta di caccia e iniziare a contare gli uccelli delle diverse specie per censirli invece di ucciderli. La *Christmas Sides Hunt* divenne quindi *Christmas Bird Count* ed è una tradizione che continua ancora oggi. Il secondo esempio risale al settembre 1987, anno in cui la *National Audubon Society* annuncia di stare monitorando le piogge acide perché insoddisfatta delle azioni governative. Le misurazioni avvengono tramite cittadini volontari che raccolgono in poco tempo un gran numero di dati usando delle semplici cartine di tornasole per misurare l'acidità delle precipitazioni.

Anche la diffusione dei prodotti informatici permette il moltiplicarsi di episodi di *Citizen Science*. Per esempio, nel 1999 chiunque possedesse un computer poteva utilizzare il programma di calcolo dell'Università di Berkeley *Seti@home*, che lavorava ai dati radioastronomici del progetto Seti (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) mentre il computer era in stand-by. I dati raccolti hanno permesso lo sviluppo di un programma di calcolo distribuito che permette la partecipazione a progetti analoghi sempre attraverso il proprio personal computer.

Nel 2014 il concetto di *Citizen Science* viene inserito nel dizionario Oxford English, che lo definisce come «la raccolta e l'analisi di dati relativi al mondo naturale da parte di un pubblico, che prende parte a un progetto di collaborazione con scienziati professionisti»²⁹. Ad ogni modo sono rilevanti due aspetti chiave: una crescente responsabilità dei cittadini e un interesse in aumento degli scienziati riguardo alle questioni democratiche e di *policy*.

Negli anni sono nate diverse associazioni per la *Citizen Science*, come la Citizen Science Association negli Stati Uniti, la Australian Citizen Science Association e la European Citizen Science Association (ECSA). L'ECSA definisce la scienza cittadina come un campo sperimentale

²⁹ Oxford English Dictionary List of New Words, in *Oxford English Dictionary*, 13 September 2014.

che utilizza modelli alternativi di democrazia e produzione di conoscenza pubblica. L'Associazione ha anche stilato un decalogo di principi della *Citizen Science* con vari gradi di coinvolgimento, come nell'articolo 1 – «i cittadini possono agire come utenti, collaboratori, o responsabili del progetto, e ricoprono un ruolo significativo nel progetto» – o nell'articolo 4 – «le persone coinvolte in progetti di *Citizen Science* possono, se vogliono, prendere parte a più fasi del processo scientifico» (ECSA, 2015).

Tutto ciò in futuro potrebbe dar vita a una scienza partecipata in ogni suo aspetto, dove i cittadini diventano parte integrante del processo scientifico. Nella *knowledge society*, ai non esperti è richiesto di formarsi e informarsi su questioni scientifiche della vita quotidiana, e agli scienziati è domandato di inserirsi nei processi di formazione del consenso nell'opinione pubblica. Ciononostante, la *Citizen Science* non riguarda solo il progresso tecnologico ma anche il più ampio tema dell'*Open Science*, finalizzata al rendere la conoscenza scientifica un bene comune a tutto tondo.

2.2.9. Critiche alla *Citizen Science*

Nemmeno la *Citizen Science* è esente da criticità, come l'attendibilità della qualità dei dati. Infatti, essa non è ancora riconosciuta convenzionalmente come vera scienza che crea dati in larga scala seri e affidabili per la comunità scientifica. È anche fondamentale il coinvolgimento delle realtà locali per il reclutamento di volontari, a cui si lega la seconda criticità, ossia il problema dell'etica della proprietà. Se i cittadini volontari diventano co-produttori della conoscenza scientifica e quindi co-proprietari dei dati, si solleva il problema del diritto d'autore. Da un lato gli scienziati si arrogano l'esclusiva titolarità dei dati; d'altro canto, i cittadini vorrebbero un valore di ritorno tangibile che non sia la sola paternalistica occasione di imparare qualcosa dalla ricerca scientifica. Infine, l'ultima criticità è il reclutamento. Infatti, a livello locale è difficile garantire la coesione nei gruppi di lavoro, che spesso abbandonano i programmi di *Citizen Science* per mancanza di motivazione e riconoscimento legata al punto precedente.

2.3. L'era post-accademica della scienza

2.3.1. Il rapporto *Science: The Endless Frontier* e il tramonto dell'era accademica della scienza

Secondo Greco (2009a), l'era della scienza accademica è ormai finita e siamo entrati nella cosiddetta «era post-accademica della scienza». L'era accademica della scienza non indica l'attività svolta nelle accademie nel XVIII secolo, bensì quella realizzata da scienziati professionisti nelle università a partire dal XIX secolo. In questo caso, la scienza è un mondo perlopiù chiuso, separato e autoreferenziale e la ricerca viene effettuata da piccoli gruppi di scienziati all'interno del contesto della comunità scientifica, quindi per esempio in università o in enti di ricerca. Le domande di ricerca scientifica sono decise dalle aspettative degli scienziati o dalla comunità scientifica stessa. È chiaro quindi che la maggior parte delle relazioni sociali degli scienziati si sviluppino all'interno della comunità scientifica e che i rapporti con il resto della società siano poco numerosi (Ziman, 2002). Col passare dei decenni, le conoscenze scientifiche cominciano ad essere impiegate sistematicamente per produrre innovazione tecnologica che provoca a sua volta un impatto sociale. Fino agli inizi del Novecento, vi è una sorta di mecenatismo di stato nei confronti degli scienziati, tale da affidare loro una piccola quantità di risorse e assicurare loro la possibilità di svolgere la ricerca in autonomia. Il punto di svolta nei rapporti tra stato e scienza che determina l'avvento dell'era post-accademica avviene alla fine della Seconda guerra mondiale. Nel luglio 1945, negli Stati Uniti il direttore dell'*US Office of Scientific Research and Development* Vannevar Bush redige per il Presidente Truman il rapporto *Science: The Endless Frontier*, finalizzato a intensificare i legami tra ricerca scientifica e mondo politico. Bush era già consigliere del presidente Franklin Delano Roosevelt e coordinatore dei ricercatori americani coinvolti nella guerra, inclusi i fisici che di lì a poco avrebbero ultimato il Progetto Manhattan. Il Rapporto Bush designa la scienza, e soprattutto la scienza di base, come fondamento su cui costruire e consolidare la sicurezza nazionale, sia economica che sociale che militare. Il nuovo rapporto tra politica e scienza immaginato da Bush prevede che l'amministrazione statunitense continui a mobilitare gli scienziati come accaduto durante il conflitto mondiale, fornendo loro risorse sia finanziarie che umane per condurre in autonomia le proprie ricerche anche in materie che non hanno un'immediata ricaduta tecnica e pratica. In particolare, Bush (*ivi*) cita tre aspetti fondamentali:

- 1) il primo aspetto è l'utilitarismo, perché il governo è responsabile riguardo alla garanzia del finanziamento della ricerca scientifica che fornisce nuove conoscenze che possono tradursi in prosperità, salute e sicurezza per la nazione.

- 2) Il secondo è l'autonomia. Il finanziamento alla ricerca deve essere attribuito solo in base al merito scientifico giudicato da coloro che hanno la necessaria competenza professionale per farlo.
- 3) L'ultimo è *laissez-faire*. Per promuovere la ricerca industriale è bene permettere alle imprese private di valutare liberamente quali risultati della ricerca di base siano suscettibili di essere sfruttati per scopi commerciali.

Dopo le esplosioni di Nagasaki e Hiroshima le idee di Bush verranno messe da parte e attuate solo qualche anno dopo, sia in campo civile che militare. Per esempio, nel 1950 in ambito civile viene fondata la *National Science Foundation*, con lo scopo di coordinare gli studi di ricerca nelle università statunitensi.

Grazie al rapporto Bush il legame tra scienza e politica diventa strettissimo e gli scienziati hanno per la prima volta risorse finanziarie, pari a qualche punto percentuale del PIL, e umane senza precedenti. In alcune discipline i ricercatori si organizzano in gruppi sempre più grandi, in forte correlazione con le apparecchiature e i finanziamenti a disposizione che ormai travalicano i laboratori universitari: inizia ad affermarsi la *Big Science*, iniziata inconsapevolmente proprio col progetto Manhattan. Un'ultima innovazione consiste nel fatto che i finanziamenti vengono concessi attraverso criteri politici, decisi in sedi politiche, come nel Congresso nel caso statunitense. Da ciò deriva la necessità di creare un nuovo modello di rapporti tra scienza e società che tenga in considerazione il consenso sociale che gli scienziati devono ricercare.

L'era post-accademica della scienza (Ziman, 2002), iniziata con il Rapporto di Vannevar Bush, è per Greco (2009a) innanzitutto caratterizzata da decisioni rilevanti per lo sviluppo della conoscenza scientifica che sono assunte sempre più dalla comunità scientifica in compartecipazione con una serie eterogenea e variabile di altri gruppi sociali. In secondo luogo, questa nuova era comporta una ridefinizione del ruolo che la comunicazione della scienza al pubblico di non esperti ha avuto per lo sviluppo della scienza, oltre che per la crescita culturale e civile della società nel suo complesso. Perciò, l'ipotesi è che la comunicazione pubblica della scienza assuma un ruolo rilevante per lo sviluppo della scienza stessa (Greco, 1999). Infine, il sistema di comunicazione pubblica della scienza è dinamico e formato da molteplici flussi rilevanti di comunicazione bidirezionale tra un insieme di gruppi sociali diversi chiamati a loro volta ad assumere, in compartecipazione, decisioni rilevanti per lo sviluppo scientifico.

2.3.2. Nel segno di Galileo. Il *Modello Venezia* di Pietro Greco

Inoltre, sempre Greco (s.d.) aggiunge che nell'era post-accademica si possa applicare il cosiddetto *Modello Venezia*. Come nel capoluogo veneto l'arcipelago di isole è interconnesso, anche nell'agone che conduce alle decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza vi sono gruppi sociali in relazione tra loro tramite flussi di informazione. Ogni ponte comunicativo è influenzato da parametri quali valori, i quali possono differire tra la comunità scientifica e i vari gruppi della società civile, visioni del mondo, conoscenze specifiche, obiettivi, aspettative, modalità comunicative. Di conseguenza, non vi è alcun modello universale di comunicazione pubblica della scienza e ciascun canale comunicativo è significativo e va studiato con una visione sia analitica che sintetica (*ivi*). Questa visione si sottrae al relativismo perché vi è una diversa intensità con cui i gruppi partecipano allo sviluppo della scienza e della conoscenza scientifica. Secondariamente, nella scienza vi è una sorta di principio di indeterminazione legato alle variabili del rigore, della comunicabilità e dei soggetti che comunicano la scienza. Secondo questo principio, non si può spiegare un concetto con il massimo del rigore e contemporaneamente con il massimo della comunicabilità, ed è ciò che differenzia la comunicazione della scienza da altri generi di comunicazione pubblica.

Il *Modello Venezia* si conclude con il paragone tra la comunicazione seicentesca di Galileo e quella attuale (Greco, 2009a, p. 216). Come con la pubblicazione del *Sidereus Nuncius*, anche oggi i confini tra scienza e società non sono netti e la comunicazione è una necessità sia per lo scienziato, che deve acquisire consenso, sia per la società, per via della rilevanza della scienza nello sviluppo economico e tecnologico.

2.4. SARS-CoV-2: effetti sui rapporti nella comunità scientifica e tra scienza e pubblico

2.4.1. Introduzione

La diffusione del Coronavirus-2 (SARS-CoV-2³⁰) è diventata un fenomeno su scala globale in cui la comunicazione scientifica svolge un ruolo cruciale. Forte preoccupazione in tal senso è stata espressa anche dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), che in una nota ufficiale del 2 febbraio 2020³¹ parla esplicitamente per la prima volta di “infodemia”, ossia una sovrabbondanza di informazioni – alcune accurate e altre no – tale da rendere difficile per le persone trovare fonti affidabili quando ne hanno bisogno. Durante la pandemia da Coronavirus-2 si è consolidata una nuova metodologia di comunicazione delle ricerche e degli studi scientifici. Le due domande di ricerca di questa breve parte intendono indagare i cambiamenti che la SARS-CoV-2 ha apportato alla ricerca accademica e al processo di *peer review*, quindi all'interno della comunità scientifica; in secondo luogo analizzeremo i cambiamenti avvenuti nella comunicazione tra il mondo scientifico e il pubblico, con attenzione all'assenza di intermediazione tra ricercatori e società e al modello di *Citizen Science*.

2.4.2. Gli effetti sulla ricerca

Innanzitutto, di certo un rapido scambio di informazioni si è rivelato essenziale per tracciare il modello di trasmissione del virus, il suo profilo virologico, il periodo di incubazione, il quadro clinico dei pazienti e prove affidabili sulla sicurezza e l'efficacia degli interventi da mettere in atto. Sandal (2020) e Meneganzin (2020) individuano alcuni aspetti fondamentali della ricerca, in particolare quella biomedica, che sono stati totalmente rivoluzionati dall'emergenza sanitaria:

1. la velocizzazione dei tempi della *peer review*: dai mesi richiesti di norma si è passati anche alle 24-48 ore;
2. il moltiplicarsi degli archivi di *preprint*, ormai diventati strumenti di lavoro e di informazione a tutti gli effetti;
3. una maggiore rapidità nell'assegnazione dei fondi della ricerca;
4. la spinta alla collaborazione tra ricercatori di diverse istituzioni in tutto il mondo;
5. una grande mole di dati liberamente accessibile a tutti;

³⁰ La sindrome respiratoria acuta grave Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) è il nome dato al Nuovo Coronavirus del 2019. COVID-19 è il nome dato alla malattia associata al virus (Ministero della Salute, 2020).

³¹ Disponibile in https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200202-sitrep-13-ncov-v3.pdf?sfvrsn=195f4010_6 [Accesso: 15-09-2020].

6. il tramonto dei congressi scientifici intercontinentali a favore di quelli in streaming, sempre più spesso anche con la partecipazione del pubblico;
7. una comunicazione più chiara al grande pubblico.

Ci soffermeremo in particolare sui primi due aspetti.

2.4.2.1. La velocizzazione dei tempi di *peer review*

Uno dei principali *gold standard* che garantisce un buon livello di certezza sull'accuratezza delle conclusioni di una ricerca è la *peer review*. Questo processo solleva lo scienziato dall'obbligo di valutare di volta in volta e personalmente la veridicità degli enunciati; al tempo stesso la qualità delle pubblicazioni aumenta e anche i non esperti associano questo metodo ad affidabilità e sicurezza. Ci sono tre tipologie di *peer review*: a singolo cieco, in cui gli autori dello studio non conoscono i revisori; a doppio cieco, in cui i *referees* non conoscono gli autori e viceversa, ed è il metodo che permette la maggiore imparzialità da pregiudizi di vario tipo, come quelli di genere, di provenienza o di reputazione; infine, vi è la *peer review* aperta, in cui né i nomi degli autori né dei revisori sono celati.

In presenza dell'attuale emergenza sanitaria, sono saltati i tempi di *peer review* e pubblicazione su riviste scientifiche che prima richiedevano diversi mesi o anni. La revisione è dispendiosa anche in termini economici oltre che temporali: sulle riviste cartacee i costi di pubblicazione possono superare i tre zeri (Greco, 2013). L'attuale comunicazione relativa alla COVID-19 sembra aver superato anche la tendenza di taluni gruppi di ricerca che nascondono i dati di rilevanza pubblica in attesa che vengano pubblicati ufficialmente su una rivista ad alto impatto, dopo i lunghi tempi della revisione paritaria e nel timore che una condivisione troppo precoce acceleri il lavoro di gruppi di ricerca concorrenti (Meneganzin, 2020).

Kupferschmidt (2020) scrive su *Science* che questa è «una cultura della ricerca completamente nuova», come dimostrato dal secolare *New England Journal of Medicine* che ha ricevuto un articolo e lo ha revisionato e pubblicato ufficialmente nel giro di 48 ore. Anche gli archivi online di *preprint*, ossia articoli non ancora revisionati tra pari e pubblicati ufficialmente, svolgono un ruolo fondamentale, ospitando la pubblicazione di centinaia di nuove ricerche che rimbalzano immediatamente sui social media. Sta aumentando perfino l'uso di piattaforme online come GISAID e NextStrain che permettono di condividere e analizzare immediatamente dati genomici ed epidemiologici, accelerando la pubblicazione dei dati e la collaborazione tra gli scienziati.

Tuttavia, dietro questa impennata di pubblicazioni vi è anche una percentuale di risultati discutibili. All'inizio dell'emergenza sanitaria, la prima ipotesi – che è rimasta tale – riguardo allo *spillover* (salto di specie) dagli animali all'uomo era stata avanzata da un articolo sul *Journal*

of *Medical Virology* e ipotizzava il legame tra pipistrelli, serpenti ed essere umano (Ji *et al.*, 2020). Un altro studio che ha aumentato la confusione del pubblico è datato 31 gennaio e sembrava individuare somiglianze tra HIV e SARS-CoV-2 in virtù di una manipolazione genetica volta a creare un'arma biologica per poi essere ritrattato e ritirato due giorni dopo (Pradhan *et al.*, 2020). Ma d'altronde molti dei problemi dovuti al processo di revisione tra pari erano già stati individuati da Sokal (si veda cap. 1, § 1.3.7).

2.4.2.2. Gli archivi di *preprint* come strumenti di lavoro e di informazione a tutti gli effetti

Gli archivi online di *preprint* (letteralmente le “prestampe”) esistono da decenni; i primi ad essere istituiti sono stati quelli di scienze sociali e di materie come la fisica e la matematica, in quanto ritenute discipline a basso rischio nel caso di pubblicazione di risultati errati o comunque da poter perfezionare nel tempo. Le scienze mediche e della vita invece sono state considerate per lungo tempo troppo rischiose da trattare senza opportune verifiche. Il cambio di rotta avviene nel 2013 con la fondazione dell'archivio online *bioRxiv*, dedicato alla biologia e alla biomedicina, e poi dell'analogo *medRxiv* a metà del 2019.

Lo scopo degli archivi online per i *preprint* è la rapida diffusione delle nuove ricerche: per gli autori della ricerca è importante condividere il prima possibile il proprio lavoro, anche per garantire di non farsi battere sul tempo da altri. Il controllo è piuttosto blando e consiste nell'accertamento della mancanza di plagio, dell'assenza di contenuti offensivi e il mancato rischio per la salute pubblica. Non sono tuttavia verificati i metodi, le conclusioni o la qualità della ricerca.

Nel corso del 2020 sta aumentando in maniera esponenziale l'uso dello strumento di lavoro degli archivi di *preprint*. Non è una novità in periodo di emergenza pandemica, visto che durante le epidemie di Zika (2015-16) e di Ebola in Africa occidentale (2014-16) gli articoli in attesa di pubblicazione formale condivisi su apposite piattaforme hanno accelerato la diffusione di dati e di risultati di ricerca, come sottolineato dall'epidemiologo Marc Lipstich (Johansson *et al.*, 2018). I *preprint* in questione erano stati resi pubblici oltre cento giorni prima della loro pubblicazione sulle riviste scientifiche, ma nonostante gli evidenti vantaggi per l'aumento della velocità di possibili misure di contenimento, questo tipo di pubblicazione ha a malapena superato il 5% del volume totale di articoli su Ebola e Zika. Durante l'epidemia di SARS (2002-2004), invece, più del 90% degli articoli scientifici sulla malattia fu pubblicato dopo la fine dell'epidemia.

Con la pandemia di SARS-CoV-2 la situazione si è ribaltata: Cianci (2020) riscontra che nel solo mese di febbraio gli articoli sulle piattaforme di *preprint* erano oltre 280, contro circa 260 paper su riviste con revisione paritaria. Ora i numeri sono cresciuti ancora, specialmente

su BioRxiv e medRxiv: da luglio 2019 al 30 marzo 2020, *medRxiv* ha pubblicato 1.944 *preprints*, di cui il 52% circa tra febbraio e marzo 2020, parallelamente all'inizio della diffusione dell'epidemia. Per quanto riguarda la distribuzione geografica dei progetti di ricerca, negli ultimi due mesi 361 *preprints* sono stati attribuiti alla Cina, seguita dagli Stati Uniti con 255 e il Regno Unito con 154 articoli inviati. Negli ultimi due mesi è riscontrabile un aumento relativamente più elevato degli invii da altri Paesi.

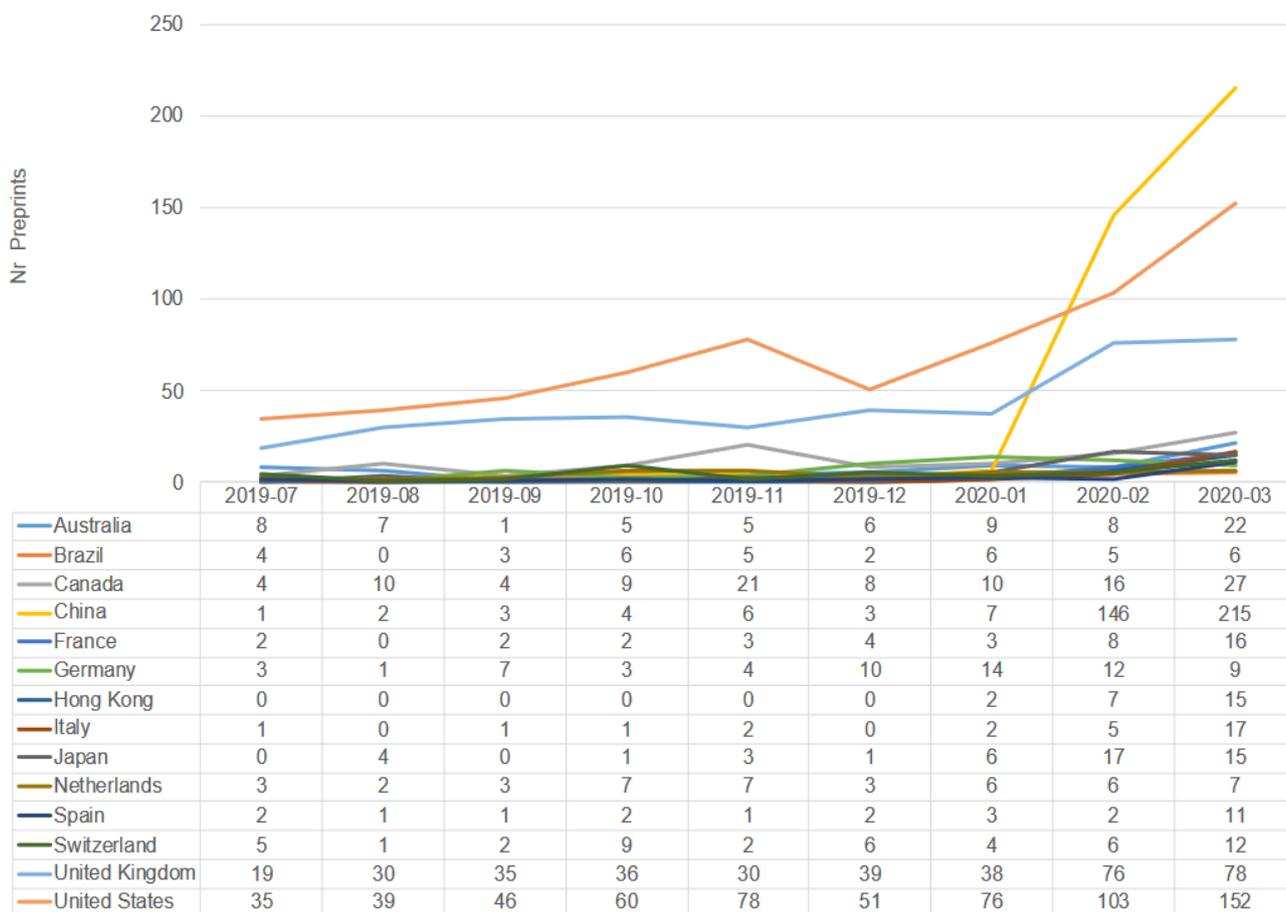


Figura 1 Numero di preprints pubblicati mensilmente per Paese. Fonte: MedRxiv, elaborazione di Cianci (2020)

Tuttavia, come riporta Wudan Yan (2020) sul New York Times, c'è sempre il rovescio della medaglia. Da dicembre le visualizzazioni e i download su medRxiv sono aumentati di oltre cento volte, e non solo ad opera di ricercatori e medici ma anche di persone con scarsa o nessuna conoscenza scientifica, alla ricerca di nuove conoscenze per orientare meglio le loro decisioni quotidiane. Da un lato i media vogliono mantenere i lettori e gli spettatori aggiornati, ma d'altro canto vi sono anche agenti che puntano alla disinformazione cercando di alimentare narrazioni complottiste. Bisogna documentarsi con i *preprint* tenendo quindi presente che essi sono dei work in progress che accelerano in taluni casi positivamente la diffusione di informazioni ma non dovrebbero essere considerati completamente affidabili di per sé né come evidenze scientifiche né come base per qualsiasi decisione di politica pubblica.

2.4.3. Gli effetti sulla comunicazione tra scienza e società

2.4.3.1. L'assenza di figure di intermediazione: scienziati sui social media

La dimostrazione che nel mondo della ricerca dell'era post-accademica si sta passando dalla competizione alla cooperazione globale proviene anche dal rapporto tra scienza e non esperti. Dopo aver approfondito i vari modelli di comunicazione pubblica della scienza nei precedenti paragrafi, il parametro che si sta diffondendo durante l'emergenza pandemica è quello di *Citizen Science*. Anche l'utilizzo dei social media è cambiato: da febbraio, medici, virologi, bioinformatici ed epidemiologi di tutto il mondo stanno utilizzando i social network e app di messaggistica come Skype o WhatsApp per confrontarsi tra loro e con il pubblico per contrastare la diffusione dell'epidemia. Per esempio, su Twitter molti esperti adottano l'hashtag #nCoV2019 (ossia una delle prime denominazioni del Nuovo Coronavirus) per diffondere gli ultimi dati disponibili sulla diffusione e l'origine della malattia, per pubblicare articoli *debunking* oppure per fare brainstorming e scambiarsi idee che aiutino l'avanzamento della ricerca.

Un altro social in cui vi è la dimostrazione che il bisogno di figure di intermediazione tra scienziati e pubblico sta venendo meno è Reddit. Lo scorso 6 febbraio, infatti, due professori di medicina e una dottoranda in immunologia hanno risposto per quasi due ore ai dubbi e alle domande sul coronavirus degli utenti in un canale tematico³² dedicato alle discussioni sulla scienza (Valigia Blu, 2020). Reddit è stato fondato nel 2005 e venduto nel 2006 a Condé Nast per poi essere rilasciato in open-source dal 2008. Il nome deriva dalla fusione delle parole "read" (leggere) ed "edit" (rivedere, curare) e alla somiglianza con la frase "read it", cioè "leggilo". È suddiviso in canali tematici specializzati, tra cui il cosiddetto "iama". IAmA è l'acronimo di "I am a" ed è il canale in cui qualsiasi utente, dopo aver dato prova della sua identità, può avviare sezioni di Q&A chiamate AmA (ossia "Ask me Anything") con gli altri *redditor*. Agli AmA prese parte perfino l'allora presidente degli Stati Uniti Barack Obama, mentre nel 2016 fu aperto un *thread* per condividere notizie verificate sull'attentato all'aeroporto Ataturk di Istanbul a cui partecipò anche un impiegato dell'ambasciata statunitense in Turchia, anticipando di molto le altre testate giornalistiche. Riguardo alla pandemia sono invece intervenuti all'AmA il dott. Carlos del Rio, professore di medicina nella divisione di malattie infettive e condirettore dell'*Emory Center* per la ricerca sull'AIDS; il dott. Saad Omer, direttore dello *Yale Institute for Global Health* e professore di medicina nella sezione di malattie infettive alla *Yale School of Medicine*; e Dorothy Tover, dottoranda a Stanford presso

³² L'intera discussione è disponibile in:

https://www.reddit.com/r/science/comments/ezstsw/science_discussion_series_the_novel_coronavirus/
[Accesso: 15-09-2020].

il Dipartimento di Microbiologia e Immunologia. Nella discussione sono stati pubblicati 1400 commenti e sono state trattate sia le informazioni correlate alla diffusione del contagio, sia quelle più tecniche legate per esempio al vaccino.

2.4.4. I progetti di *Citizen Science*

Riguardo alla *Citizen Science*, i progetti sono innumerevoli: sul sito del progetto Horizon2020 *EU-Citizen.Science*³³ vi è una lista di iniziative di *citizen science* e *crowdsourcing* correlate alla pandemia del Nuovo Coronavirus. La scienza è sempre meno una scatola nera: alcuni progetti, come *Crowdfight COVID-19* oppure il *COVID-19 Pandemic Shareable Scientist Response Database*, permettono ai ricercatori specialisti della COVID-19 di mettersi in contatto con volontari di altre materie che possono contribuire alla ricerca. Negli USA invece c'è l'iniziativa dei medici della University of California San Francisco denominata *COVID-19 Citizen Science* che permette a ciascun cittadino maggiorenne di caricare i dati sull'app apposita per permettere il tracciamento del virus e comprendere i fattori che determinano una incidenza diversa della malattia per fascia d'età (Norris, 2020).

Un altro esempio è *Folding@home*, ossia un programma che viene eseguito in background e in stand-by dal computer per aiutare l'università di Stanford a eseguire simulazioni di ripiegamento delle proteine. Esiste anche la versione che si basa sulla *gamification* chiamata *Foldit*³⁴, nata nel 2008 e di cui di recente è uscito l'aggiornamento a tema coronavirus. Attraverso le centinaia di migliaia di giocatori, si ottengono migliaia di combinazioni di proteine difficili da ottenere attraverso un software automatizzato. Se la proteina creata dall'utente si rivelasse efficace, una possibile replica in laboratorio permetterebbe di ricercare un sistema in grado di bloccare l'interazione con le cellule umane e arrestare l'infezione.

Ma la scienza cittadina non riguarda solo la ricerca biomedica. In Italia, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), l'Unità Comunicazione e Relazioni con il Pubblico della Direzione Centrale Servizi per la Ricerca, Alessandro Farini (ricercatore dell'Istituto nazionale di ottica) e Luca Perri (astrofisico e divulgatore scientifico) hanno realizzato il progetto *#scienzasulbalcone*³⁵. L'esperimento era finalizzato alla misurazione dell'inquinamento luminoso e si basava su tre assunti: il primo era realizzare una vasta raccolta di dati altrimenti irrealizzabile; approfittare del lockdown per fare qualcosa di utile e significativo per la comunità scientifica e la società partecipando ad un progetto scientifico di alto impatto sociale; infine, contribuire a rendere i cittadini sempre più parte integrante del processo scientifico e

³³ Disponibile in: <https://eu-citizen.science/>

³⁴ Disponibile in <https://fold.it/> [Accesso: 15-09-2020].

³⁵ Disponibile in: <https://www.cnr.it/it/scienzasulbalcone> [Accesso: 15-09-2020]

del cambiamento sociale, che non può prescindere dalle conoscenze sviluppate in ambito scientifico.

In conclusione, l'attuale pandemia di SARS-CoV-2 pone un problema politico particolarmente interessante perché il suo contenimento si avvale quasi esclusivamente sui dati della popolazione e sulla fiducia reciproca tra cittadini, esperti e *decision-makers*. Questo problema sembra aver contribuito al notevole sforzo di utilizzare gli approcci della *Citizen Science* per affrontare l'emergenza. Anche l'isolamento sociale ha spinto molti ad impegnarsi con la scienza cittadina più che in passato e la maggior parte della società ha convenuto che fosse necessario monitorare il virus, comprendere meglio la scienza, sviluppare strategie e trattamenti per contenere la sua diffusione anche per il futuro. Il forte senso di urgenza e l'uniformità delle priorità hanno permesso il superamento del disallineamento delle conoscenze ed esperienze tra gli epidemiologi, i cittadini e i *policy makers* (Cohen, 2020). I benefici dell'aumento di letteratura scientifica e della cooperazione sia nella ricerca che nei rapporti tra scienza e pubblico a fronte dell'emergenza COVID-19 sono evidenti e stanno realizzando la tanto auspicata scienza democratica.

CAPITOLO TERZO

LA SCIENZA SECONDO IL PUBBLICO:

DALLA SCIENZA NELLA SOCIETÀ ALLA SCIENZA PER LA SOCIETÀ, CON LA SOCIETÀ

3.1. L'attuale scenario nell'Unione Europea

3.1.1. "Scienza e società" nella *European Research Area*

Nello scorso capitolo abbiamo spiegato come la comprensione e la percezione della scienza da parte del pubblico si misuri principalmente attraverso il parametro del grado di alfabetizzazione scientifica. Il principale strumento usato nell'Unione Europea è l'Eurobarometro, ossia uno studio sullo stato dell'opinione pubblica nei Paesi membri dell'UE commissionato periodicamente per cogliere meglio le percezioni e le aspettative dei cittadini in merito alle sue attività e a quelle europee nell'insieme. Si tratta di un aiuto prezioso alla preparazione, alla decisione e alla valutazione del lavoro delle istituzioni europee. Nel mese di marzo del 2000 il Consiglio europeo di Lisbona ha adottato la *European Research Area* (ERA), al fine di promuovere la ricerca e la cooperazione tra tutti gli attori nel campo della scienza e della tecnologia all'interno dell'Unione Europea. L'indagine Eurobarometro del 2001 ha mostrato un divario tra scienza e società: gli europei si sentono male informati e poco coinvolti nella scienza e nella tecnologia, da cui deriva preoccupazione e scetticismo. Inoltre, ha evidenziato una divergenza tra gli obiettivi dei cittadini europei e quelli stabiliti dall'Unione Europea in ambito scientifico e tecnologico e ha dimostrato la necessità di intensificare l'informazione scientifica per stimolare i cittadini europei a impegnarsi maggiormente nella scienza (Commissione Europea, 2001). Per affrontare questi problemi, nel dicembre di quello stesso anno è stato introdotto un piano d'azione chiamato "Scienza e società" nell'ambito dell'ERA. Alcuni dei principali obiettivi di questo piano d'azione sono (Commissione Europea, 2005):

1. la promozione dell'educazione e la cultura scientifica dei cittadini europei, per favorire il dialogo tra società e comunità scientifica, sensibilizzare gli scienziati sulle preoccupazioni e sulle esigenze della società civile e incentivare le carriere scientifiche;
2. avvicinare le *policy* scientifiche alle esigenze della società civile e rafforzare la loro partecipazione nei dibattiti derivanti dall'innovazione scientifica. Questo

obiettivo deve creare le condizioni che consentano di prendere decisioni politiche che soddisfino nella maniera più adeguata i bisogni della società, che siano fondate su basi scientifiche più salde e che tengano conto delle preoccupazioni dei cittadini;

3. il coinvolgimento di un maggior numero di donne, non sufficientemente rappresentate in ambito scientifico, attraverso l'integrazione dei generi nella ricerca europea;
4. il rafforzamento delle basi etiche delle attività scientifiche e tecnologiche e l'individuazione di possibili rischi che comportino l'applicazione del principio di precauzione. I provvedimenti da mettere in atto devono promuovere una "ricerca responsabile" in Europa, dove le esigenze di libertà di ricerca si adattino alle responsabilità sociali e ambientali legate allo sviluppo e all'applicazione scientifica.

Nel 2005 è stata commissionata una nuova indagine per valutare ulteriormente la posizione dei cittadini europei su scienza e la tecnologia. È stato dimostrato che c'è un interesse latente nella società in queste materie e un tacito desiderio di più informazioni; ciononostante, i cittadini si considerano poco informati sulle questioni afferenti alla scienza e alla tecnologia (*ivi*).

In quell'anno si è sostenuto che dal 2001 erano stati compiuti dei chiari passi in avanti in termini di conoscenze scientifiche di base. Il divario tra scienza e società esisteva ancora, anche se l'indagine aveva rivelato una percezione molto positiva e ottimistica dei vantaggi che la scienza e la tecnologia possono effettivamente apportare all'umanità in termini di ricerca medica, miglioramento della qualità della vita e opportunità per le generazioni future.

La strategia "Scienza e Società" è stata rinnovata e sono state definite quattro aree prioritarie: ricerca e innovazione, investimento nelle persone/modernizzazione dei mercati del lavoro, sblocco del potenziale commerciale – in particolare delle PMI – e il cambiamento energetico/climatico.

L'altro momento chiave è stato la revisione del Trattato di Lisbona, dove molti Stati membri hanno dato priorità agli investimenti pubblici in R&S: in 20 Stati membri, infatti, la quota di Ricerca e Sviluppo sul totale del bilancio pubblico è aumentata dopo l'anno 2000. Tuttavia, i contributi deludenti di alcuni Stati membri hanno provocato un miglioramento complessivo piuttosto marginale, dall'1,82% del PIL nel 2000 all'1,9% del PIL nel 2008. Ciò ha comportato il fallimento dell'obiettivo originario della Strategia di Lisbona di destinare il 3% del PIL alla R&S.

3.1.2. Livello della percezione pubblica di scienza, ricerca e innovazione nell'Unione Europea

In una società ed economia sempre più basate sulla conoscenza, la promozione della scienza e dell'innovazione deve essere una priorità centrale per l'Unione Europea. Attraverso il programma di ricerca e innovazione dell'Unione Europea *Horizon 2020*, di cui parleremo tra pochi paragrafi, tra il 2014 e il 2020 l'UE si è impegnata a investire quasi 80 miliardi di euro per la ricerca e l'innovazione, che corrisponde a un aumento del 30% sulla somma spesa per la ricerca scientifica rispetto al settennio precedente, nonostante una leggera riduzione del bilancio comunitario complessivo.

Riguardo all'alfabetizzazione scientifica in UE, il Rapporto Eurobarometro *Public Perceptions Of Science, Research And Innovation* (2014) mostra che più della metà dei cittadini europei ha studiato materie del campo scientifico o tecnologico. Quasi un quarto (23%) ha un familiare con un lavoro o una laurea in scienze o tecnologia (abbrev. S&T). In 20 Stati membri la maggioranza assoluta degli intervistati dichiara di aver studiato materie scientifiche o tecnologiche, con oltre sette intervistati su dieci in Estonia (78%), Polonia (76%) e Regno Unito (71%); invece, gli intervistati in Slovenia (27%), Slovacchia (22%) e Repubblica Ceca (22%) sono i meno propensi a studiare S&T.

L'Eurobarometro *Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology* (2013) segnala invece che esiste una forte correlazione tra interesse e informazione: più alto è il livello di interesse per gli sviluppi della scienza e della tecnologia, maggiore è la sensazione di sentirsi informati su tali sviluppi. Quasi un europeo su cinque è interessato ai cambiamenti scientifici e tecnologici, ma non si sente informato su di loro (18%), mentre il 40% non è interessato né informato. La fonte di informazione più citata nell'indagine è la televisione (65%), seguita da internet (35%) e dai giornali (33%).

Riguardo al rapporto tra scienza e pubblico, il 55% dei soggetti intervistati ritiene che, ogniquale volta ci siano da prendere decisioni di *policy* in ambito scientifico, sia necessario un dialogo pubblico. Inoltre, più i cittadini hanno una percezione soggettiva di solida documentazione sugli sviluppi della scienza e della tecnologia, tanto più sono d'accordo sul fatto che la loro opinione debba essere presa in considerazione quando le decisioni vengono prese in questo settore. Gli scienziati universitari sono considerati i più qualificati per spiegare l'impatto degli sviluppi scientifici o tecnologici (66%), seguiti dagli scienziati nei laboratori privati (35%).

Oltre a ciò, l'impatto della scienza e della tecnologia sulla qualità della vita è considerato positivo quando l'attenzione è rivolta a rendere la vita più facile, più confortevole e più sana (66%) rispetto a quando si considera la sola salute (50%). Otto intervistati su dieci concordano

poi sul fatto che l'UE dovrebbe promuovere attivamente a livello mondiale il rispetto dei principi etici europei per la conduzione della ricerca scientifica, mentre il 76% concorda sul fatto che il finanziamento europeo della ricerca scientifica al di fuori dell'UE dovrebbe essere vietato se tale ricerca fosse illegale nel quadro normativo comunitario.

3.1.3. Priorità per la scienza e l'innovazione tecnologica nei prossimi 15 anni

Nei prossimi 15 anni, le principali priorità nel settore scientifico e tecnologico per i cittadini europei dovranno essere salute, assistenza medica e creazione di posti di lavoro. Quest'ultima è citata come la principale priorità dalla maggior parte degli intervistati in 16 Stati membri, mentre la sanità e l'assistenza medica sono la prima priorità in Belgio, Repubblica Ceca, Estonia, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Austria, Portogallo, Slovacchia e Regno Unito. Al contrario, in Danimarca e Svezia è la lotta contro il cambiamento climatico ad essere considerata in cima alla lista delle priorità per la scienza e l'innovazione tecnologica.

Almeno la metà degli intervistati si aspetta che, tra 15 anni, la scienza e lo sviluppo tecnologico avranno un impatto positivo sulla salute e sull'assistenza medica (65%), istruzione (60%), trasporti e infrastrutture (59%), approvvigionamento energetico (58%), protezione dell'ambiente (57%), lotta contro il cambiamento climatico (54%) e qualità delle abitazioni (50%). Nella maggior parte di queste questioni l'impatto positivo potrà essere ottenuto attraverso la S&T piuttosto che attraverso le azioni o i comportamenti degli individui, secondo gli intervistati nei paesi nordici, in Irlanda, Malta e Spagna. All'opposto, relativamente pochi intervistati in Austria, Germania, Grecia e Italia sono ottimisti sul fatto che risultati positivi possano essere raggiunti attraverso entrambe le vie.

I risultati di questo rapporto dell'Eurobarometro sono rilevanti perché possono influenzare le decisioni prese nell'ambito di Horizon 2020, dato che indicano i settori sui quali, secondo i cittadini europei, dovrebbe concentrarsi la ricerca, in modo da occuparsi delle questioni che stanno loro più a cuore.

3.2. Lo scenario italiano

3.2.1. Risultati del rapporto *Observe Science in Society* 2020

Per quanto riguarda l'Italia, i dati più aggiornati li fornisce il rapporto *Observe Science in Society* nell'"Annuario Scienza Tecnologia e Società 2020". Iniziando dagli investimenti, l'Italia spende in Ricerca e Sviluppo l'1,4% del PIL, rispetto alla media europea pari al 2% e alla media danese, tedesca e svedese che supera il 3%. Nel mondo universitario e della ricerca, ci attestiamo al tredicesimo posto per numero di laureati e laureate, dottorati e dottorate nelle discipline scientifiche, pur con un lieve miglioramento riguardo alla parità di genere (35%), che

si allinea ai dati della Svizzera e della Danimarca. Analogamente l'Italia è al ventiduesimo posto in Europa per la presenza femminile tra i docenti universitari (37% contro il 56 della Lituania).

Nessuna istituzione italiana compare nella classifica delle prime 10 che beneficiano dei finanziamenti di Horizon 2020: la prima delle italiane è il Cnr seguito dal Politecnico di Milano, dall'Università di Bologna e dall'IIT.

Nel campo della produzione scientifica, la classifica vede al primo posto gli Stati Uniti con oltre 4 milioni di articoli e la Cina con 2,6 milioni. L'Italia si posiziona all'ottavo posto con 663 mila articoli, ma è solo al ventiduesimo per quanto riguarda gli articoli scientifici più citati; infine, nessuna delle nostre istituzioni di ricerca compare tra le più citate. Vi è poi anche una sezione dedicata agli scienziati più citati a livello internazionale: al primo posto c'è Carlo Croce (scienze biomediche), al secondo Daniela Bertoletto (fisica delle alte energie ovvero delle particelle), al terzo l'immunologo Alberto Mantovani (Università di Milano). Sui media nazionali solo quest'ultimo viene spesso interpellato o menzionato; gli altri sono sconosciuti agli organi di informazione e alla cittadinanza.

Nella società civile, al primo posto fra i mass media usati per informarsi in merito alla scienza e alla tecnologia c'è la televisione, con il 77% degli italiani che dichiara di guardare almeno una volta al mese trasmissioni divulgative; vi è poi la lettura di articoli scientifico-tecnologici su quotidiani (più del 66%), che scavalca siti web e blog (63%), riviste divulgative (60%) e radio con il 33%. Bisogna segnalare che tutti i media riportano un trend positivo negli ultimi 3 anni nonostante l'evidente aumento dell'uso del web rispetto agli altri mezzi. Inoltre, l'alfabetizzazione scientifica italiana continua a crescere. L'11% degli italiani si colloca al livello di alfabetismo più basso, rappresentato soprattutto da persone anziane ovvero meno scolarizzate. Infine, riguardo al *digital divide*, 19 cittadini italiani su 100 non hanno mai usato internet da alcun dispositivo, sia esso pc, tablet o smartphone, dimezzando il 45% del 2009.

3.2.2. Perché è importante considerare l'alfabetizzazione scientifica: le responsabilità degli scienziati e dei *policy-makers*

Iniziative comunitarie come Horizon 2020 pongono al centro della propria proposta i cittadini, delineando una politica scientifica innovativa, aperta e in linea con le esigenze della società. In un documento della conferenza a febbraio 2018, l'*High-Level Strategy Group on Industrial Technologies* sottolinea le notevoli disparità nella crescita del PIL tra gli Stati membri dell'UE (dallo 0,4% al 4,4%) e le differenze nei tassi di disoccupazione (dal 4,6% al 15,5%) e di disoccupazione giovanile (dall'8,3% al 35,7%). In tal senso, si sostiene che la mancanza di attuazione dell'innovazione tecnologica e lo scarso allineamento tra le politiche comunitarie e le politiche nazionali di Ricerca e Innovazione (abbrev. R&I) siano i due punti chiave alla base

delle disuguaglianze tra gli Stati membri. Nel documento si asserisce anche la stretta relazione tra democrazie forti e stabili e crescita economica. Il sostegno di una società inclusiva e democratica deve essere infatti la missione chiave per un'Unione con più uguaglianza sociale ed economica (High-Level Strategy Group on Industrial Technologies, 2018).

Vi è quindi l'urgente necessità di agire per ridurre la disuguaglianza e sostenere la democratizzazione dei processi di R&I con più opportunità di partecipazione attiva per i cittadini. Tale partecipazione non dovrebbe limitarsi alla mera accettazione o rifiuto di azioni già decise dall'alto, bensì dovrebbe assumere la forma di una partecipazione attiva e proattiva alla formulazione delle politiche, dell'agenda, dei progetti e allo stesso processo di Ricerca e Innovazione. La democratizzazione svolge il ruolo chiave di allineare le politiche di innovazione e le nuove innovazioni tecnologiche ai valori e alle esigenze dei cittadini, degli attori sociali e della politica. Senza tale allineamento è meno probabile che i benefici desiderati dell'innovazione si manifestino (Bedsted *et al.*, 2018).

3.3. Dalla scienza nella società alla scienza per la società, con la società

3.3.1. Politiche della ricerca: forme di *governance*

Il termine *governance* (dall'inglese: direzione, governo, dominio) ha carattere polisemico visto che comprende una molteplicità di processi, comunque sempre afferenti al governo e alla regolamentazione di ambiti sociali, economici o politici, sia pubblici che privati. In particolare, Mayntz (1999) dà una definizione di *governance* distinta dal significato di guida o conduzione politica, che consiste in un nuovo stile di governo, separato dal modello del controllo gerarchico e contraddistinto da un grado maggiore di cooperazione, coinvolgimento e interazione su piano orizzontale tra lo stato e attori non statuali all'interno di reti decisionali. Rhodes (1996) la definisce «governo senza governo», a cui possiamo attribuire i cinque principi affermati dalla Commissione Europea (2009, p. 9): *openness*, ossia comunicazione accessibile al pubblico attraverso l'apertura dei canali di comunicazione tra i vari attori; *participation*, cioè il coinvolgimento dei cittadini nelle *policies*; *accountability*, ossia il render conto pubblicamente delle azioni delle istituzioni comunitarie; *effectiveness*, quindi la capacità di raggiungere gli obiettivi e le finalità prefissati; infine *coherence*, coerenza tra le istituzioni e le *policies* intraprese. Questi principi promuovono a loro volta quelli di proporzionalità e di sussidiarietà.

Hagendijk e Irwin (2006) hanno individuato 6 forme di *governance* incluse nel progetto *Science and Technology and Governance in Europe* (STAGE):

1. *Discretionary governance*: le politiche vengono decise senza un'interazione esplicita con il pubblico e sono valutate caso per caso. La *governance* scientifica in Portogallo e in Grecia rientra in questa modalità: la *governance* spetta al solo

- governo che attua l'interesse pubblico, ma non vengono inclusi né i punti di vista dei vari pubblici, né viene sviluppata una cultura della cittadinanza scientifica.
2. *Corporatist governance*: esistono differenze di interesse tra i vari *stakeholder* che possono essere poi risolte attraverso deliberazioni e negoziazioni. Questa modalità è tipica di Finlandia, Svezia, Norvegia e Danimarca e anche allo stesso *policy-making* dell'UE.
 3. *Educational governance*: questo modello si basa sulla *Public Scientific Literacy* (si veda cap.2 § 2.2.3), quindi presuppone che i dibattiti riguardanti la politica scientifica e tecnologica si fondino su una mancanza di conoscenza scientifica da parte del pubblico. Da parte dello Stato c'è quindi l'interesse di educare il pubblico attraverso la diffusione di informazioni scientifiche al fine di creare un pubblico correttamente informato. Un esempio è l'agenzia nazionale portoghese *Ciencia Viva* che ha promosso numerosi progetti di istruzione sulla cultura scientifica.
 4. *Market governance*: si basa sul concetto che la scienza e la tecnologia possano essere governate attraverso i meccanismi economici della domanda e dell'offerta. Il valore della scienza risiede nel valore aggiunto creato attraverso la sua commercializzazione e nel contributo alla generazione di ricchezza nella società. Il pubblico partecipa come cliente e consumatore e la consultazione pubblica è uno strumento di marketing.
 5. *Agonistic governance*: avviene in condizioni di confronto e di scontro tra parti contrapposte, implicando la perdita di controllo da parte dello Stato (intenzionale o, più in generale, non), in quanto molteplici *stakeholder* lottano per ottenere influenza.
 6. *Deliberative governance*: è il modello ideale di *governance* e si basa sul principio secondo cui le scelte di *policy* in ambito scientifico possano basarsi su un forte sostegno pubblico derivante da un dibattito continuo e aperto sulla scienza. Gli accordi consensuali sviluppati nell'ambito di questa sfera pubblica servono come base di legittimità per le decisioni. Gli individui non sono consumatori di scienza, bensì *scientific citizens* che considerano la scienza un bene comune.

3.3.2. Ricerca e Innovazione Responsabile (*Responsible Research and Innovation - RRI*)

In Europa, la nascita di istituzioni sovranazionali, come il CERN (Conseil européen pour la recherche nucléaire) o l'ESA (European Space Agency) è avvenuta in parallelo con la costruzione di programmi quadro sulla scienza e tecnologia, come il FP5, FP6, FP7 e Horizon2020. Tuttavia, quindici anni fa la Commissione Europea (1995) ha parlato di “paradosso europeo”, che consiste nel fatto che l'Unione Europea presenta una performance scientifica d'eccellenza e migliore dei rivali ma allo stesso tempo vi è una forte debolezza nel trasformarla in innovazione e in vantaggi sui mercati internazionali. Dieci anni dopo, Dosi, Llerena e Labini (2005) hanno confutato questo paradosso, sostenendo che il sistema della ricerca scientifica e dell'industria siano deboli in generale e quindi è necessario agire con politiche strutturate per rilanciare la ricerca e l'innovazione.

La parola innovazione viene nominata quasi 170 volte all'interno delle 57 pagine della proposta di regolamento³⁶ della Commissione Europea (2018) che istituisce *Horizon Europe*. Questo Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'Innovazione presenta la maggior parte dei pilastri focalizzati sulla «massimizzazione del potenziale di innovazione europeo», rendendo la Ricerca e l'Innovazione (R&I) il «nucleo della produttività e della competitività di un'economia avanzata come quella dell'Unione Europea». In realtà, l'innovazione in questo senso è declinata soprattutto nella veste di prodotti e servizi competitivi orientati al mercato. L'UE è anche pioniera di un altro metodo: RRI, ossia Ricerca e Innovazione Responsabile. La definizione data da von Schomberg (2011, p. 9) stabilisce che RRI è «un processo trasparente e interattivo mediante il quale gli attori sociali e gli innovatori diventano reciprocamente responsabili l'uno dell'altro in vista dell'accettabilità [etica] e della sostenibilità sociale del processo di innovazione e dei suoi processi e prodotti [al fine di consentire un adeguato inserimento dei progressi scientifici e tecnologici nella nostra società]». La Ricerca e Innovazione Responsabile è un approccio che quindi implica che tutti gli attori sociali coinvolti – scienziati, cittadini, *policy makers*, imprenditori e altri enti della società civile – collaborino per allineare i processi di R&I ai valori e alle aspettative della società, attraverso lo sviluppo di modelli previsionali per prevenire situazioni di rischio legate al progresso tecnologico e grazie all'unione tra sostenibilità economica, ambientale e sociale (Marschalek, 2017).

L'espressione «ricerca responsabile» (*responsible research*) è apparsa per la prima volta nel 6th Framework Programme, in cui «la ricerca e l'applicazione responsabile della scienza e della tecnologia» è stata usata in termini di cooperazione tra varie istituzioni e attività. Si

³⁶ Disponibile in: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-horizon-europe-regulation_en.pdf [Accesso: 17-09-2020].

supponeva, quindi, di favorire il dialogo in un contesto globale e la ricerca sull'etica della scienza e della tecnologia (The Sixth Framework, 2002). La locuzione «Ricerca e Innovazione Responsabile» (*Responsible Research and Innovation*) è stata inserita per la prima volta nel 7th Framework Programme (Regolamento (UE) n. 1291/2013, 2013). È stato poi il già citato regolamento per l'istituzione del programma Horizon 2020 a evidenziare la cooperazione tra scienza e società e il rafforzamento della fiducia del pubblico nella scienza. In realtà, uno dei primi precursori di questo approccio è stato il filosofo francese Michel Serres (1972) che più di quarant'anni fa invitava i filosofi a lavorare fianco a fianco degli scienziati e ingegneri per poter affrontare adeguatamente le problematiche direttamente legate allo sviluppo tecno-scientifico.

La RRI prevede sei dimensioni, adottate anche per la formulazione di Horizon 2020 (Commissione Europea, 2013b):

1. coinvolgimento pubblico (*public engagement*), che comporta la formulazione di obiettivi sulla base della rappresentazione di diverse istanze settoriali (sociali, economiche, etiche, ecc.), l'elaborazione di soluzioni congiunte e la prevenzione di possibili fallimenti di future innovazioni (in termini di valore pubblico).
2. Uguaglianza di genere (*gender equality*), per contrastare la scarsa presenza delle donne sia in termini di percentuale di personale che di contenuti di ricerca.
3. Etica (*ethics*), che riguarda sia la ricerca sia la società: è necessario evitare di portare a termine ricerche o pratiche inaccettabili e allo stesso tempo garantire l'accettabilità etica degli sviluppi scientifici e tecnologici.
4. Istruzione scientifica (*science education*) al fine di suggerire nuovi mezzi per promuovere una società scientificamente alfabetizzata, di stimolare l'interesse nelle giovani generazioni, di formare i futuri ricercatori e anche di istruire altri cittadini affinché diventino partecipanti responsabili nel processo di R&I.
5. *Open access*, che affronta le questioni dell'accessibilità e della proprietà dell'informazione scientifica. Infatti, un accesso libero e anticipato al lavoro scientifico potrebbe migliorare la qualità della ricerca e facilitare una rapida innovazione, collaborazioni tra pari e un dialogo produttivo con la società civile.
6. *Governance*. Questo aspetto invita a «progettare la scienza per e con la società» assumendosi la responsabilità politica di mettere in atto modelli che integrino le altre cinque dimensioni per prevenire sviluppi dannosi o non etici nella R&I.

La RRI è fondamentale per i ricercatori e gli altri individui coinvolti nella R&I, poiché per poter partecipare a molti dei bandi di Horizon 2020 bisogna tener conto delle sei dimensioni sopracitate. Ma dato che sono molto complesse, per molti risulta difficile creare dei progetti o

programmi realmente inclusivi, equi sotto il punto di vista del genere, integri sotto il profilo etico e trasparenti per quanto riguarda i risultati.

Bucchi (2016) afferma che per poter pienamente realizzare la Ricerca e Innovazione Responsabile occorre superare due criteri che attualmente orientano le azioni dei laboratori e delle istituzioni di ricerca. Il primo criterio è la nozione di innovazione come accadimento lineare e inevitabile che giustifica qualsiasi azione e che determina processi neutrali e a-valoriali. Il secondo è riferito al principio di responsabilità individuale e d'impresa come approccio con cui distinguere tra cattiva e buona innovazione. Nella realtà sia l'innovazione che la ricerca sono connotate da imprevedibilità, di conseguenza bisogna realizzare processi di *governance* partecipata della ricerca che allineino gli interessi dei ricercatori, le esigenze dei cittadini e le responsabilità delle istituzioni, analizzando anche l'influenza dei vari contesti economici, sociali, culturali, ecc.

3.4. L'applicazione della RRI nell'Unione Europea

3.4.1. *European Research and Innovation: Horizon2020*, Programma Quadro per la Ricerca e Innovazione 2014-2020

La Strategia di Lisbona (§ 3.1.1) è stata superata dalla «Strategia 2020» (Commissione Europea, 2010b), la quale si basa sugli obiettivi della crescita intelligente – con un'economia basata su conoscenza (*knowledge economy*) e innovazione –, sostenibile – crescita a basse emissioni inquinanti, competitiva ed efficiente sul profilo delle risorse – e infine inclusiva – con lo scopo di avere un alto tasso di occupazione tale da favorire la coesione sociale e territoriale. Una delle sette iniziative faro è l'Unione dell'innovazione, che consiste nel miglioramento dell'accesso e dell'utilizzo dei finanziamenti per R&I, per trasformare idee innovative in prodotti e servizi che potranno stimolare crescita e occupazione. Quest'ultimo aspetto è implementato dal già nominato programma quadro di finanziamento per la ricerca e l'innovazione europea *Horizon 2020*. Questo programma è previsto per il settennio 2014-2020, ha un budget di circa 80 miliardi di euro e finanzia qualsiasi fase di azioni o progetti di ricerca che:

1. rafforzino l'eccellenza della ricerca europea, sia individuale che di gruppo;
2. consolidino la competitività e la leadership industriale dell'UE;
3. sviluppino soluzioni per sette attuali problematiche, come il cambiamento climatico, la ricerca marina, la salute, l'energia, l'inclusione sociale e la protezione del patrimonio culturale.

Il programma quadro si articola a sua volta su tre pilastri – *Excellent Science*, *Industrial Leadership* e *Societal Challenges* – e cinque azioni trasversali. Il primo dei tre pilastri si occupa

di ricerca di base, per premiare l'eccellenza e sostenere le idee più brillanti e attrarre ricercatori da tutto il mondo, anche ammodernando le infrastrutture di ricerca. Il pilastro *Excellent Science* comprende quattro obiettivi: *European Research Council* (ERC), ossia finanziare team individuali per realizzare ricerche di frontiera d'eccellenza; *Future and Emerging Technologies* (FET), per finanziare ricerche collaborative con lo scopo di produrre tecnologie altamente innovative tali da rivoluzionare il pensiero tradizionale; Azioni Marie Skłodowska-Curie (MSCA), cioè azioni finalizzate a sviluppare le carriere dei ricercatori attraverso mobilità internazionale e intersettoriale; *European research infrastructures (including e-Infrastructures)*, per garantire ai ricercatori europei l'accesso a infrastrutture di ricerca in tutto il mondo.

Il pilastro dell'*Industrial Leadership* è indirizzato alle imprese, soprattutto le PMI. L'intento è trasformare l'UE in un luogo più prestigioso per investire nella R&I e per aumentare lo sviluppo di tecnologie a sostegno di imprese e attività aziendali. È articolato in tre obiettivi: la *Leadership in Enabling and Industrial Technologies* (LEITs) fornisce un sostegno mirato alla ricerca, allo sviluppo di nuove tecnologie in alcuni settori chiave, come biotecnologie, nanotecnologie e spazio; l'*Access to risk finance* prevede meccanismi volti ad agevolare l'accesso ai finanziamenti con capitale di rischio; infine, *Innovation in SMEs* prevede un sostegno all'innovazione nelle PMI. Il terzo e ultimo pilastro – *Societal Challenges* – si occupa delle priorità politiche e delle principali sfide sociali previste dalla Strategia Europa 2020, puntando alle risorse intersettoriali e all'innovazione tecnologica. Anche questo pilastro si articola in sette obiettivi: *Health, demographic change and wellbeing*, che mira al miglioramento della salute e alla creazione di sistemi sanitari e assistenziali di alta qualità ed economicamente sostenibili; *Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research, and the bioeconomy*, che garantisce un sufficiente approvvigionamento di prodotti alimentari sicuri e qualitativamente elevati, unito a un uso efficiente delle risorse; *Secure, clean and efficient energy* volta al raggiungimento di un sistema energetico affidabile, sostenibile e competitivo; *Smart, green and integrated transport*, ossia la realizzazione di un sistema di trasporto europeo efficiente, rispettoso dell'ambiente, sicuro e a vantaggio dei cittadini; *Climate action, environment, resource efficiency and raw materials*, anch'esso rivolto a creare un'economia e una società sostenibili; *Europe in a changing world - Inclusive, innovative and reflective societies*, per supportare le società inclusive, innovative e riflessive, in un contesto globalizzato; *Secure societies - Protecting freedom and security of Europe and its citizens*, cioè provvedimenti che mirano a sostenere lo sviluppo e l'applicazione di nuova tecnologia, tale da scongiurare le minacce alla sicurezza globale dei cittadini, nel rispetto dei diritti fondamentali. Invece, in questa sede la principale azione trasversale da considerare tra quelle previste è *Science with and for Society*, volta a rafforzare la cooperazione tra scienza e società, a

promuovere una ricerca e un'innovazione responsabile, una cultura ed educazione scientifica e a favorire un impegno della società in questi settori. È questa l'azione su cui è posto l'accento del concetto di Ricerca Responsabile ed Innovazione (RRI).

Il rapporto³⁷ pubblicato nel 2015 dalla Commissione Europea sui primi risultati di Horizon 2020 mostra che nell'ambito dei primi 100 bandi sono state inviate 36732 proposte, di cui 31115 complete. Queste proposte hanno richiesto un contributo finanziario totale dell'UE di 80,3 miliardi di euro e sono state valutate da 9325 esperti. Solo 4315 proposte sono state selezionate per il finanziamento. Il tasso di successo complessivo delle proposte nell'ambito dei primi 100 bandi è di circa il 14%, rispetto a circa il 20% dell'intero 7° Programma Quadro. Le università sono al primo posto in termini di numero complessivo di candidature idonee, seguite dal settore privato e dalle organizzazioni di ricerca.

3.4.2. Oltre l'orizzonte di Horizon2020: Horizon Europe 2021-2027

Il successo dell'attuale Programma di R&I (Horizon 2020) e sui risultati da questo raggiunti hanno portato nell'aprile 2019 all'approvazione dell'accordo provvisorio da parte del Parlamento Europeo di *Horizon Europe*, il programma quadro di Ricerca e Innovazione dell'UE per i prossimi 7 anni (2021-2027). Con una dotazione finanziaria proposta per R&I e agenda digitale pari a 115,4 miliardi di euro, questo programma sarà il più ambizioso mai realizzato. L'avvio ufficiale è previsto per il 1° gennaio 2021 e si pone come obiettivo il rafforzamento della scienza e della tecnologia in Europa attraverso investimenti in ricerca d'avanguardia e personale specializzato; in secondo luogo la realizzazione delle priorità europee e il superamento di sfide globali che incidono sulla qualità della vita; infine, l'incentivo alla competitività industriale dell'Europa sostenendo l'innovazione.

Il Programma, inoltre, introdurrà le seguenti cinque novità rispetto a Horizon 2020:

1. *European Innovation Council* (EIC) che sarà un referente unico istituito dalla Commissione per individuare, finanziare e portare dal laboratorio scientifico al mercato le innovazioni tecnologiche più promettenti, in modo da supportare le start-up e le PMI nello sviluppo delle loro idee d'avanguardia.
2. Nuove missioni per la ricerca e l'innovazione, che saranno incentrate sulle sfide per la società, incluse quelle della vita quotidiana, e la competitività industriale. La progettazione di queste missioni vedrà la partecipazione dei cittadini, degli *stakeholder*, del Parlamento Europeo e degli Stati membri;

³⁷ Disponibile in:

https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/horizon_2020_first_results.pdf
[Accesso: 19-09-2020].

3. massimizzazione del potenziale di innovazione in tutta l'Unione Europea. Verrà raddoppiato il sostegno fornito agli Stati membri in ritardo nell'applicazione del proprio potenziale nazionale di ricerca e innovazione, anche con l'ausilio di Fondi strutturali e di coesione;
4. maggiore apertura: Horizon Europe si baserà sul principio della "scienza aperta" (*open science*), allo scopo di promuovere il libero accesso alle pubblicazioni e ai dati e consentire la diffusione sul mercato dell'innovazione derivante dai finanziamenti UE;
5. nuovi partenariati europei e una maggiore collaborazione con gli altri programmi UE.

I tre pilastri saranno: *Excellent Science*, per una maggiore diffusione di ricercatori, metodologie e conoscenze d'eccellenza; *Global Challenges and European Industrial Competitiveness*, con azioni congiunte per fronteggiare le sfide globali attraverso la competitività industriale e tecno-scientifica; infine, *Innovative Europe*, per promuovere nuove idee e forme di innovazione etica, responsabile e sostenibile, cooperando con altre *policy* europee.

CONCLUSIONI. VERSO LA *KNOWLEDGE SOCIETY*

Con Europa 2020, come già detto, la Commissione Europea intende contribuire alla costruzione di un'economia basata sulla conoscenza e sull'innovazione – o per meglio dire: *knowledge economy* – in tutta l'Unione Europea. L'approccio RRI permette di porre l'accento su tre caratteristiche (Owen *et al.*, 2012). La prima è la «scienza per la società», in cui la R&I è indirizzata alle sfide sociali, con l'ausilio della democrazia deliberativa. La seconda caratteristica è la «scienza con la società», che racchiude la necessità che la R&I sia reattiva alle esigenze e alle richieste provenienti dalla società in modo tale da poter indirizzare le proprie azioni di *policy* e allo stesso tempo modulare la propria traiettoria di fronte a situazioni di incertezza. La terza caratteristica è insita nella parola «responsabile» in «innovazione responsabile», che permette di rivalutare il concetto di responsabilità per gli scienziati, i *policy makers*, i partner commerciali, i finanziatori per la ricerca e che spinge questi attori ad agire in maniera collettiva ed istituzionalizzata, ove possibile.

La scienza moderna, la sociologia della conoscenza scientifica, la comunicazione pubblica della scienza e la *governance* scientifica si sviluppano in momenti diversi nel tempo. Nei capitoli precedenti abbiamo esplorato la sociologia come oggetto d'indagine sociologica e illustrato uno degli aspetti del rapporto tra scienza e società, ossia il pubblico secondo il punto di vista degli scienziati, attraverso i vari modelli di comunicazione pubblica della scienza. Aggiungendo a questa analisi anche il punto di vista del pubblico sulla scienza – attraverso una sintesi dello scenario illustrato da varie indagini periodiche condotte in UE e in Italia – e le varie soluzioni di *governance* europea, abbiamo dimostrato come la società sia sempre più basata sulla conoscenza, e allo stesso modo la conoscenza si incentri sempre più sulla società e soprattutto sulla vita sociale dei cittadini che la compongono.

Abbiamo anche definito il concetto “economico” di conoscenza come bene pubblico – più che non-appropriabile, meno che non-escludibile, cooperativa e cumulativa (Cerroni, 2006) – che è il concetto chiave della «società della conoscenza». All'interno della *knowledge society*, infatti, la nozione di conoscenza come bene pubblico è fondamentale, benché porti con sé delle problematiche: prima su tutte, la questione della proprietà intellettuale, intesa in senso ampio in riferimento ai prodotti culturali e alle merci; secondariamente, un possibile *knowledge divide* priverebbe il cittadino dei diritti di cittadinanza scientifica. Tuttavia, episodi attuali come l'emergenza sanitaria da pandemia di SARS-CoV-2 ci dimostrano che sia la ricerca sia la comunicazione pubblica possono avere luogo su binari non più esclusivamente istituzionali ma con compenetrazione tra vari livelli. Il senso di urgenza e il bisogno di cooperazione tra ricercatori in tutto il mondo hanno rivoluzionato i tempi della *peer review*, la quantità di

pubblicazioni sugli archivi di *preprint* e conseguentemente la diffusione libera dei dati senza *paywall*, ma anche il rapporto tra il mondo della scienza e della società attraverso numerosi progetti di *Citizen Science* e l'assenza di intermediari tra pubblico e scienziati nella comunicazione sui media non convenzionali.

A ben guardare, in questo 2020 abbiamo assistito al cambio di rotta – o un vero e proprio cambiamento paradigmatico, per dirla *à la Kuhn* – tra *Mode-1 Science* e *Mode-2 Science* (Gibbons *et al.*, 1994) descritto in ambito sociologico e caratterizzato: dall'emersione di una molteplicità di luoghi fisici e simbolici in cui la conoscenza si produce e circola incrementando la quantità e la qualità delle interazioni tra ricercatori dapprima limitate da impedimenti fisici e tecnici; dal contesto transdisciplinare che integra competenze diverse; dall'accantonamento della nozione di scienza “pura”, in modo tale da dare inizio a progetti di ricerca orientati all'innovazione anche in campo tecnologico.

Allo stesso modo, questi cambiamenti che investono in modo parallelo sia la scienza che la società sono previsti anche dalla nozione di Ziman (2002) di «era post-accademica della scienza». Questo processo inizia più lontano nel tempo, ossia alla fine della Seconda guerra mondiale, ma è da lì che gli scienziati abbandonano le proprie «torri d'avorio» e cominciano a condividere le decisioni scientifiche rilevanti con altri gruppi sociali. L'azione collettiva a cui assistiamo oggi tiene ancora conto di questo aspetto. Ma adottando l'espressione «società della conoscenza» (così come *Mode-2 Science* o scienza post-accademica) non si intende negare in senso dispregiativo che la conoscenza abbia rivestito un ruolo poco importante nei secoli passati; bensì che mai come in passato essa sia così rilevante e onnipervasiva dal punto di vista economico, sociale e politico. La competitività si basa sul sapere, la ricerca e l'innovazione, e la conoscenza è ormai il motore trainante dell'economia di quasi tutte le società nel mondo, tanto da dover introdurre anche il concetto di *knowledge economy* (Cerroni, 2013a).

L'ultimo aspetto di cui bisogna trarre le conclusioni è l'*open science*. Questo concetto, sebbene non sia ancora perfettamente definito in letteratura, è dotato di due ingressi (*id.*, 2013b). Il primo ingresso fa riferimento ai *peer*, i “pari”, ossia gli esperti scientifici che sono deputati a decretare la qualità della produzione accademica per pubblicarla su riviste specializzate. Come analizzato nel primo capitolo, questo processo ha dei problemi dovuti alla valutazione dell'oggettività della letteratura in analisi. Si fa strada quindi il concetto di “*poor review*”. Con l'*open access* alla conoscenza, si otterrebbe un controllo pubblico e collettivo sul processo di valutazione in cui tutti possono vagliare i dati, senza sbarramenti dovuti al budget o alla conoscenza, perché a contare è l'*expertise* (si veda cap. 2, § 2.2.8) e la cittadinanza.

Il secondo ingresso riguarda, infatti, ciascun cittadino della *knowledge society* (*ibid.*), in base ai nuovi diritti di cittadinanza, o *knowledge citizenship*. L'*open science* è quindi veicolo di

democrazia, a cui tutti deve essere garantita la partecipazione, come implicitamente sostiene anche la Costituzione italiana agli artt. 3, 9, 33: occorre rimuovere gli ostacoli di ordine economico e sociale, che, limitando la libertà e l'uguaglianza dei cittadini impediscono il pieno sviluppo della persona umana e l'effettiva partecipazione di tutti i lavoratori all'organizzazione politica, economica e sociale del Paese; va promosso lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica; infine, la scienza è libera e libero ne è l'insegnamento.

Come conclude Cerroni (*ibid.*), nella *knowledge society* ogni cittadino ha il diritto di accesso alla conoscenza conformemente alla legge e al fine di poter contribuire a sua volta con i propri progetti di ricerca e innovazione, senza dimenticare che i cittadini sono sia destinatari all'interno del processo di comunicazione sia esperti in altri campi di conoscenza, diventando a tutti gli effetti dei *knowledge-able citizens*. È, infine, questa la via su cui costruire la governance di una *democratic science-based society*.

BIBLIOGRAFIA

- Ancarani, V. (1996) *La scienza decostruita. Teorie sociologiche della conoscenza scientifica*. Milano: FrancoAngeli.
- Bachelard, G. (1938) *La formazione dello spirito scientifico*. Trad. it. Milano: Cortina.
- Barber, B. (1952) *Science and the Social Order*. Glencoe: Free Press.
- Barnes, B. (1982) *T.S. Kuhn and Social Science*. Londra: Macmillan Press; trad. it. (1985) *Thomas S. Kuhn: la dimensione sociale della scienza*. Bologna: il Mulino.
- Barrotta, P., Boffi, G., Longo, G., Negrotti, M. (2019). Filosofia della scienza e sociologia della conoscenza scientifica, *La filosofia della scienza in Italia*, a cura di P. Barrotta ed E. Montuschi, Roma: Armando Editore.
- Bauer, M. (2008) Public Understanding of Science: The Survey Research, in Bucchi M., e Trench, B. (a cura di), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge, pp. 111-130.
- Bauer, M., Gregory, J. (2007) *From Journalism to Corporate Communication in Post-war Britain*, in Bucchi, M., Bauer, M. (a cura di), *Journalism, Science and Society: Science Communication between News and Public Relations*. London: Routledge, pp. 33-52.
- Bauer, M., Jensen, P., (2011) The Mobilization of Scientists for Public Engagement, *Public Understanding of Science*, 20, 1, pp.3-25.
- Bedsted, B., Bitsch, L., Klüver, L., Øjvind Nielsen, R. and Jørgensen, M. L. (2018). Towards an inclusive European innovation policy, *JCOM* 17 (03), C03.
- Bellone, E. (1998) *Galileo, I grandi della scienza*. Roma: Le Scienze, Repubblica-L'Espresso.
- Ben-David, J. (1971) *The Scientist's Role in Society*. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Bettetini, G., Grasso, A. (1988) *Lo specchio sporco della televisione*. Torino: Einaudi.
- Bevilacqua, G. (2014) La comunicazione scientifica: il delicato rapporto tra scienza, media e pubblico. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.* XCVI (2014), pp. 387-390.
- Bianucci, P. (2020) Italia al 27° posto per la spesa in ricerca, all'8° per i risultati. *La Stampa* [Online] Disponibile in: <https://www.lastampa.it/scienza/2020/03/16/news/italia-al-27-posto-per-la-spesa-in-ricerca-all-8-per-i-risultati-1.38598972> [Accesso: 17-09-2020].

- Blagovesta N. (2019) *The RRI challenge. Responsibilization in a state of tension with market regulation*. Londra: ISTE Ltd.
- Bloor, D. (1994) *La dimensione sociale della conoscenza*. Milano: Raffaello Cortina.
- id. (1999) Anti-Latour, *Studies in History and Philosophy of Science*. 30(1):81-112.
- Bodmer W. (1985) *Public Understanding of Science: The BA, the Royal Society and COPUS*. Londra: Royal Society.
- Bonney, R., Shirk, J.L., Phillips, T.B., Wiggins, A., Ballard, H.L., Miller-Rushing, A.J., Parrish, J.K. (2014), Citizen Science. Next Steps for Citizen Science. Strategic investments and coordination are needed for citizen science to reach its full potential, *Science*, vol. 343, AAS.
- Bourdieu, P. (1986) *The forms of capital*. In J. Richardson (Ed.) *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. New York: Greenwood, pp. 241-258.
- id. (2001) *Il mestiere di scienziato*. Trad. it. (2001) Milano: Feltrinelli.
- Brown, P., Mikkelsen, E. (1990) *No Safe Place: Toxic Waste, Leukemia, and Community Action*. Berkeley: University of California Press.
- Bucchi, M. (2003) La grande scienza. Public understanding of science [Online] *Treccani.it, L'Enciclopedia Italiana*, disponibile su http://www.treccani.it/enciclopedia/la-grande-scienza-public-understanding-of-science_%28Storia-della-Scienza%29/ [Accesso: 06-09-2020].
- id. (2004) Sociologia della scienza, *Nuova informazione bibliografica, Il sapere nei libri* 3/2004:577-592.
- id. (2008a). *Of deficits, deviations, and dialogues. Theories of public communication of science*. In Bucchi, M., Trench, B. (a cura di), *Handbook of public communication of science and technology* (pp. 57-76). New York: Routledge.
- id. (2008b) Dal deficit al dialogo, dal dialogo alla partecipazione - e poi? Modelli di interazione tra scienza e pubblico, *Rassegna Italiana di Sociologia, Rivista trimestrale fondata da Camillo Pellizzi*, 3, pp. 377-402.
- id. (2010) *Scienza e società. Introduzione alla sociologia della scienza*. Milano: Cortina Raffaello.
- id. (2016) *Per un pugno di idee. Storie di innovazioni che hanno cambiato la nostra vita*. Milano: Bompiani.

- Bucchi, M., Mazzolini, R. G. (2003) Big Science, Little News: Science Coverage in the Italian Daily Press, 1946-1997, *Public Understanding of Science*, 12, pp. 7-24.
- Bucchi, M., Neresini, F. (2002) Biotech Remains Unloved by the More Informed, *Nature*, 416, p. 261.
- Bucciantini, M. (2003) *Galileo e Keplero. Filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*. Torino: Einaudi.
- Bunge, M. (1991) A Critical Examination of the New Sociology of Science: Part 1, *Philosophy of the Social Sciences*, 21, 4:524-560.
- Burget M., Bardone E., Pedaste M. (2016) *Definitions and Conceptual Dimensions of Responsible Research and Innovation: A Literature Review*. Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Burns T. W., O'Connor D. J., Stoklmayer S. M. (2003) Science Communication: A Contemporary Definition, *Public Understanding of Science*, 12, pp. 183-202.
- Bush, V. (1945) *Science, the Endless Frontier. A Report to the President*. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Busino, G. (2001) Intorno alle discussioni e ricerche recenti sulla sociologia delle scienze. *Revue européenne des sciences sociales* [Online], XXXIX-120 | 2001. Disponibile in: <http://journals.openedition.org/ress/661> [Accesso: 02-01-2020].
- Callon, M. (1999) The Role of Lay People in the Production and Dissemination of Scientific Knowledge, *Science, Technology & Society*, 4, 1, pp. 81-94.
- Casadei, F. (1994) *Il lessico nelle strategie di presentazione dell'informazione scientifica: il caso della fisica*, in De Mauro, T. (a cura di), *Studi sul trattamento linguistico dell'informazione scientifica*, Roma: Bulzoni, pp. 47-69.
- Cassirer, E. (1963) *Storia della filosofia moderna*. Torino: Einaudi.
- Cerroni A. (2006) *Scienza e società della conoscenza*. Torino: UTET università.
- id. (2013a) Questioni di cultura e di governance. *.eco* 194(4): 4-8.
- id. (2013b) Open Science in open society. *Scienzainrete* [Online] 27 agosto. Disponibile in: <https://www.scienzainrete.it/articolo/open-science-open-society/andrea-cerroni/2013-08-27> [Accesso: 19-09-2020].

- Cerroni, A., Giuffredi R. (2015). L'orizzonte di Horizon 2020: il futuro europeo nelle politiche della ricerca. *FUTURI*, 6, 29-39.
- Cerroni A., Simonella Z. (2014) *Sociologia della scienza: capire la scienza per capire la società contemporanea*. Roma: Carocci.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The Manufacture of Knowledge: An Essay on The Constructivist and Contextual Nature of Science*. New York: Pergamon Press.
- ead. (1995), Laboratory studies: the cultural approach to the study of science, *Handbook of Science and Technology Studies*, SAGE Publications, Inc., pp.140-166.
- Cianci, E. (2008) *Il "pensiero" scientifico. Processi di costruzione delle conoscenze biotecnologiche nel sistema scienza-società*. Tesi di dottorato in Antropologia ed Epistemologia della Complessità, Università degli Studi di Bergamo.
- Cianci, O. (2020) *Comunicare la ricerca scientifica ai tempi del coronavirus* [Online] Disponibile in: https://www.cergas.unibocconi.eu/wps/wcm/connect/abc758f5-e8c0-4ce8-a48e-2a37ccb26a3/Ciani_PreprintCOVID-19.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n5AutAI [Accesso: 13-09-2020].
- Cohen, K. (2020) Citizen Science in a Pandemic: A Fleeting Moment or New Normal? *hscif.org*. [Online] Disponibile in: <https://hscif.org/citizen-science-in-a-pandemic-a-fleeting-moment-or-new-normal/> [Accesso 14-09-2020].
- Collins, H. M., Evans, R. (2002) The Third Wave of Science studies: Studies of Expertise and Experience, *Social Studies of Science*, 32, 2, pp. 235-96.
- Coglan, D., Brydon-Miller, M. (2014) *The Sage Rncyclopedia of Action Research*, vol. 2. Londra: SAGE Publications Ltd.
- Collins, H., Pinch, T. (1993) *The Golem: What Everyone Should Know About Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Collins R., Restivo S. (1983) Development, Diversity, and Conflict in the Sociology of Science, *The Sociological Quarterly*, 24:2, pp.185-200.
- Commissione Europea (1995) *Green Paper on Innovation*.
- id. (2001) Europeans, Science and Technology *Eurobarometer 55.2*.
- id. (2005) Europeans, Science and Technology *Special Eurobarometer 224*.
- id. (2007) *Taking European Knowledge Society Seriously*, Report.

- id. (2008) Qualitative study on the image of Science and the Research Policy of the European Union. Study conducted among the citizens of the 27 member States *Pan-European Report*.
- id. (2009) *Global Governance of Science*, Report.
- id. (2010a) Science and Technology *Special Eurobarometer 340*.
- id. (2010b) *Europa 2020: una strategia per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva*.
- id. (2013a) Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology *Special Eurobarometer 401*.
- id. (2013b) *Options for strengthening RRI. Report of the expert group on the state of art in Europe on responsible research and innovation*. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea.
- id. (2014a) Public perceptions of science, research and innovation *Special Eurobarometer 419*.
- id. (2014b) *HORIZON 2020 in breve. Il programma quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione*. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea.
- id. (2018) Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing Horizon Europe – the Framework Programme for Research and Innovation, laying down its rules for participation and dissemination.
- id. (2019) *Horizon 2020. Work Programme 2018-2020. Science with and for Society*.
- Dalla Casa, S. (2018) La scienza democratica. *Il Tascabile* [Online] 20 aprile. Disponibile in: <https://www.iltascabile.com/scienze/citizen-science/> [Accesso: 10-09-2020].
- Da Rold, C. (2020) La disinformazione sul Coronavirus e cosa sappiamo finora. *Valigia Blu* [Online] 31 gennaio. Disponibile in: <https://www.valigiablue.it/coronavirus-disinformazione/> [Accesso: 12-09-2020].
- Dell'Atti M.L. (2014) Sociologia e dimensione sociale della scienza. *Ithaca: Viaggio nella Scienza* (IV): 45-52.
- Descola, P., Palsson, G. (1996) *Nature and Society. Anthropological Perspectives*. London: Routledge.
- Dosi, G., Llerena, P., Sylos Labini, M. (2005) *Science-Technology-Industry Links and the "European Paradox": Some Notes on the Dynamics of Scientific and Technological Research in Europe*. BETA, Document the travail n.2005-11.

- Drake, S. (1981) *Galileo*. Milano: Dall'Oglio.
- Dunwoody, S. (2008) *Scientific Journalism*, in Bucchi, M., e Trench, B. (a cura di), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge, pp. 15-26.
- Dubois, M. (1999) *Introduction à la sociologie des sciences*. Parigi: PUF.
- Durant, J., Miller, J. D., Tchernia, J., van Deelen, W. (1991) *Europeans, science and technology*, paper presented to the Annual American association for the advancement of science meeting, Washington (DC).
- Elias, N. (1982) *Scientific Establishments*, in Elias, Martins, Whitley (1982), pp. 3-69.
- Elias, N. Martins, H. Whitley, R. (1982) *Scientific Establishments and Hierarchies. Sociology of the Sciences*. Dordrecht: Reidel.
- European Citizen Science Association (2015) *Dieci principi di Citizen Science*. [Online] Disponibile in: https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2020/02/ecsa_ten_principles_of_citizen_science_it_0.pdf [Accesso: 11-09-2020].
- Evans, G., Durant, J. (1995), The Relationship between Knowledge and Attitudes in the Public Understanding of Science in Britain, *Public Understanding of Science*, 4, 1, pp. 57-74.
- Ferrero, A. (2014) *Qualsiasi cosa va bene: Feyerabend e la critica all'idea di metodo scientifico. Query - La scienza indaga i misteri*, n.17 [Online]. Disponibile su: <https://www.cicap.org/n/articolo.php?id=275797> [Accesso: 13-07-2020].
- Feyerabend, P. K. (1975) *Contro il metodo*. Trad. it. Milano: Feltrinelli.
- Fleck L. *Genesi e sviluppo di un fatto scientifico: per una teoria dello stile e del collettivo di pensiero*. (1983) trad. it. di M. Leonardi e S. Poggi, Bologna: Il Mulino.
- Gage, M.T. (1883) *Woman as an Inventor*. *The North American Review* (Maggio, 1883), 136, 318: 478-489.
- Galilei, G. (1610) *Sidereus Nuncius*. A cura di A. Battistini, tr. it. (1989) a cura di M. Timpanaro Cardini, Venezia: Marsilio.
- id. (1890-1909) *Lettera a Belisario Vinta*, in *Opere*, a cura di A. Favaro, Firenze: Barbèra.
- Gallino, L. (1995) *Sociologia della scienza*, Enciclopedia italiana V Appendice [Online]. *Treccani.it. L'enciclopedia Italiana*, disponibile su

http://www.treccani.it/enciclopedia/sociologia-della-scienza_%28Enciclopedia-Italiana%29/ [Accesso: 02-01-2020].

- Garfinkel, H., et al. (1981) The Work of a Discovering Science Constructed with Materials from the Optically Discovered Pulsar, *Philosophy of the Social Sciences*, 11, 2:131-158.
- Gaskell, G., Bauer M., a cura di (2002) *Biotechnology. The Making of a Global Controversy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gauchat, G. (2010) The Cultural Authority of Science: Public Trust and Acceptance of Organized Science, *Public Understanding of Science*, 20, 6, pp. 751-70.
- Geymonat, L. (1969) *Galileo Galilei*. Torino: Einaudi.
- Gattei, S. (2007) *La rivoluzione incompiuta di Thomas Kuhn*. Torino: UTET.
- Gilbert, G. N., Mulkay, M. (1984) *Opening Pandora's Box: A sociological analysis of scientists' discourse*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gingras, Y. (1995) Un air de radicalisme, *Actes de la recherche en sciences sociales*, 108: 3-18.
- Giudice, F. (s.d.) *La rivoluzione scientifica e le origini della scienza moderna* [Online]. Disponibile in: <http://ppp.unipv.it/PagesIt/StoriaScienza/PDF/rivscient.pdf> [Accesso: 02-01-2020]
- Giusto, N. (2015) *Actor - Network theory, problemi di agency* [Online]. Disponibile in: <https://www.culturedigitali.org/actor-network-theory-problemi-di-agency/> [Accesso: 07-08-2020].
- Gorman, M.J. (2002) La Rivoluzione scientifica: luoghi e forme della conoscenza. La comunicazione scientifica ed erudita, *Storia della Scienza* [Online] *Treccani.it. L'enciclopedia Italiana*, disponibile su http://www.treccani.it/enciclopedia/la-rivoluzione-scientifica-luoghi-e-forme-della-conoscenza-la-comunicazione-scientifica-ed-erudita_%28Storia-della-Scienza%29/ [Accesso: 02-01-2020].
- Govoni, P. (2002) *Un pubblico per la scienza. La divulgazione scientifica nell'Italia in formazione*. Roma: Carocci.
- Greco, P. (1999) Valorizzazione della divulgazione scientifico-naturalistica con riferimento all'educazione ambientale, in: *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali, Roma, Rendiconti della Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL*, serie V, vol. XXIII, parte II, tomo I.
- id. (2009a) *L'idea pericolosa di Galileo*. Torino: UTET.

- id. (2009b) *L'astro narrante. La Luna nella scienza e nella letteratura italiana*. Milano: Springer-Verlag Italia.
- id. (2013) I risparmi dell'Open Access. *Scienzainrete* [Online] 9 aprile. Disponibile in: <https://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/pietro-greco/risparmi-dellopen-access/aprile-2013> [Accesso: 12-09-2020].
- id. (s.d.) *Il modello Venezia. La comunicazione nell'era post-accademica della scienza* [Online] Disponibile in: <http://ics.sissa.it/conferences/csIntroduzione.pdf> [Accesso: 12-09-2020].
- Gregory, J., Miller, S. (1998) *Science in Public*. Cambridge (MA): Basic Books.
- Hack, M. (1991) *L'universo alle soglie del Duemila*. Milano: Rizzoli.
- Hagendijk, R., Irwin, A. (2006) Public Deliberation and Governance: Engaging with Science and Technology in Contemporary Europe, *Minerva*, 44, pp. 167-84.
- Hansen, A. (1992) Journalistic Practices and Science Reporting in the British Press, *Public Understanding of Science*, 3, pp. 111-134.
- Hess, D.J. (1997) *Science Studies: An Advanced Introduction*. New York: NYU Press.
- Hesse M. (1980) *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*. Bloomington, The Harvester Press-Indiana University Press.
- Hilgartner, S. (1997) The Sokal Affair in Context, *Science, Technology, & Human Values*, 22(4):506-522.
- High-Level Strategy Group on Industrial Technologies (2018) *Re-finding industry: report from the high-level strategy group on industrial technologies*. [Online] Disponibile in: https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_0220_18.pdf [Accesso 17-09-2020].
- Jasanoff, S. (2004) *States of Knowledge. The Co-Production of Science and Social Order*. London-New York: Routledge.
- Jasanoff, S., Markle, G. E., Petersen, J. C., Pinch, T. (1995) *Handbook of Science and Technology Studies, Revised Edition*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Irwin, A. (1995) *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Hove, East Sussex: Psychology Press.

- Ji W., Wang W., Zhao X., Zai J., Li X. (2020) Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. *Journal of Medical Virology*, 92:433–440.
- Johansson, M.A., Reich, N.G., Meyers, L.A., Lipsitch M. (2018) Preprints: An underutilized mechanism to accelerate outbreak science, *PLoS Med* 15(4): e1002549.
- Joss, S., Bellucci, S. (a cura di) (2002) *Participatory Technology Assessment: European Perspectives*. London: Centre for the Study of Democracy.
- Kuhn, T.S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: Chicago University Press, 1962; trad. it. (1969) *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi.
- id. (1977) *The Essential Tension*, Chicago: Chicago University Press; trad. it. (1985) *La tensione essenziale*. Torino: Einaudi.
- Kupferschmidt, K. (2020) A completely new culture of doing research. Coronavirus outbreak changes how scientists communicate. *Science* [Online] 26 febbraio. Disponibile in: <https://www.sciencemag.org/news/2020/02/completely-new-culture-doing-research-coronavirus-outbreak-changes-how-scientists> [Accesso: 13-09-2020].
- Lakatos I., Musgrave A., a cura di (1970) *Critica e crescita della conoscenza*. Milano: Feltrinelli.
- Latour B. (1984) *I microbi: trattato scientifico-politico*. Roma: Editori riuniti.
- id. (1987) *La scienza in azione. Introduzione alla sociologia della scienza*. Torino: Einaudi.
- id. (1992) *Aramis ou l'amour des techniques*. Paris: La Découverte.
- id. (1999a) On Recalling Ant, *The Sociological Review*, 47(1_suppl): 15–25.
- id. (1999b) For David Bloor... and Beyond: A Reply to David Bloor's "Anti-Latour", *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 30, n°1: 113-129.
- Latour, B., Woolgar, S. (1979) *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Los Angeles: Sage.
- Laudan, L. (1979) *Progress and its Problems*. Londra: Routledge & Kegan Paul.
- id. (1984a) *Science and Values*. Berkeley: University of California Press.
- id. (1984b) The Pseudo-science of Science?, in J.R. Brown (a cura di), *Scientific Rationality: The Sociological Turn*, Dordrecht: Reidel: 41-73.

- Lewenstein, B. (1995) *Science and the Media*, in Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J. C. e Pinch, T. J. (a cura di), *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks: Sage, pp. 343-359.
- Mamiani, M. (2002) *Storia della scienza moderna*. Roma-Bari: Laterza.
- Manghi, N. (2018) Breve introduzione alla lettura di Bruno Latour, *Quaderni di Sociologia*, 77: 101-106.
- Marschalek I. (2017) *Public Engagement in Responsible Research and Innovation. A Critical Reflection from the Practitioner's Point of View*. Vienna: University of Vienna.
- Masterman, M. (1970) *La natura di un paradigma*, trad. it. In Lakatos, Musgrave (1970), pp.129-163.
- Mayntz, R. (1990) La teoria della governance: sfide e prospettive, *Rivista Italiana di Scienza Politica*, xxix, n. 1, aprile 1999.
- Mazzonetto, M. and Simone, A. (2018). Introduction to "Science, society and citizens: suggestions (and hopes) on how to foster RRI in Horizon Europe". *JCOM* 17(03), C01.
- Mejlgaard, N., Woolley, R., Bloch, C., Bühner, S., Griessler, E., Jäger, A., Lindner, R., Bargmann Madsen, E., Maier, F., Meijer, I., Peter, V., Stilgoe, J. and Wuketich, M. (2018). A key moment for European science policy. *JCOM* 17(03), C05.
- Meneganzin, A. (2020) Coronavirus: quando l'emergenza sanitaria promuove una nuova cultura della ricerca. *Micromega*. [Online] 11 marzo. Disponibile in: http://lameladinewton-micromega.blogautore.espresso.repubblica.it/2020/03/11/coronavirus-quando-l%E2%80%99emergenza-sanitaria-promuove-una-nuova-cultura-della-ricerca/#_ftnref4 [Accesso: 13-09-2020].
- Miller, J.D. (2001) Public Understanding of Science at the Crossroads, *Public Understanding of Science*, 10, pp. 115-20.
- Merton, R.K. (1936) Puritanism, Pietism and Science, *The sociological review*, XXVIII: 1-30.
- id. (1938) Science, Technology and Society in Seventeenth Century in England, *Osiris*, IV: 360-632.
- id. (1942) Science and Technology in a Democratic Order, *Journal of Legal and Political Sociology*, I.

- id. (1968) *Social Theory and Social Structure*. New York: Simon and Schuster.
- id. (1973) *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: University of Chicago Press.
- Meschia, V. (2016) Citizen Science: la scienza di tutti. *Scienzainrete* [Online] 10 marzo. Disponibile in: <https://www.scienzainrete.it/articolo/citizen-science-scienza-di-tutti/valentina-meschia/2016-03-10> [Accesso: 10-09-2020].
- Mitroff, I. (1974) Norms and Counter-Norms in a Selected Group of the Apollo Moon Scientists: Case Study of the Ambivalence of Scientists. *American Sociological Review*, 39, 4: 579-95.
- Montalenti, G., Conso, G., Gabrieli, F., Pugliese Carratelli, G. (2006) *Federico Cesi e l'Accademia dei Lincei*. Quaderni del trentennale, 1975-2005, 11. Napoli: Istituto italiano per gli studi filosofici. Disponibile in: http://eprints.bice.rm.cnr.it/3261/1/Trentennale_11.pdf.
- Morteo, M. (2008) *Alla ricerca del cinema perduto in Rete: il webcinema*. Tesi di dottorato in Culture della Comunicazione, Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano.
- Mozans, H.J. (1913) *Woman in Science*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Mulkay, M.J. (1972) *The Social Process of Innovation: A Study in the Sociology of Science*. London: Macmillan.
- Nanetti, S. (2014). *La sociologia della scienza e il Programma Forte della Scuola di Edimburgo*. DOI: 10.13140/RG.2.1.3684.8242.
- Nisbet, M., Lewenstein, B. (2002) Biotechnology and the American Media: The Policy Process and the Elite Press, 1970-1999, *Science Communication*, 23, 4, pp. 259-391.
- Noble D. (1992) *Un mondo senza donne: la cultura maschile della Chiesa e la scienza occidentale*. Trad. it. (1994) Torino: Bollati Boringhieri.
- Norris, J. (2020) New COVID-19 'Citizen Science' Initiative Lets Any Adult with a Smartphone Help to Fight Coronavirus. UCSF Researchers Aim to Enroll One Million Individuals for Real-Time Epidemiology. *UCSF.EDU* [Online] 30 marzo. Disponibile in: <https://www.ucsf.edu/news/2020/03/417026/new-covid-19-citizen-science-initiative-lets-any-adult-smartphone-help-fight> [Accesso:15-09-2020].
- Nowotny, H., Scott, P., Gibbons, M. (2001) *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity Press.

- Observe Science in Society (2020) *Annuario scienza tecnologia e società 2020*, a cura di Pellegrini G., Rubin, A. Bologna: Il Mulino.
- Oldroyd, D. (2002) *Storia della filosofia della scienza*. Milano: Il Saggiatore.
- Oliverio, A. (2015) *Individuo, natura, società. Introduzione alla filosofia delle scienze sociali*. Milano: Mondadori.
- Owen, R., Macnaghten, P., Stilgoe, J. (2012) Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society, *Science and Public Policy* 39, pp. 751–760.
- Oxford English Dictionary List of New Words, “Citizen Science” in Oxford English Dictionary, 13 September 2014.
- Pais, A. (1982) *Subtle is the Lord...: The Science and Life of Albert Einstein*. New York: Oxford University Press.
- Parsons, T. (1951) *Il sistema sociale*. Torino: Einaudi.
- Peters, H.P. (1995) The Interaction of Journalists and Scientific Experts: Co-operation and Conflict Between Two Professional Cultures, *Media Culture & Society*, 17, pp. 31-48.
- Poincaré, H. (1917) *La morale et la science*, in *Dernières Pensées*, (2° ed.) p. 230. Parigi: Flammarion.
- Porro, M. (2020) La guerra dei microbi. Doppiozero [Online]. Disponibile in: <https://www.doppiozero.com/materiali/la-guerra-dei-microbi> [Accesso: 07-08-2020].
- Pradhan, P., Pandey, A.K., Mishra, A., Gupta, P., Tripathi, P.K., Menon, M.B., Gomes, J., Vivekanandan, P., Kundu, B. (2020) Uncanny similarity of unique inserts in the 2019-nCoV spike protein to HIV-1 gp120 and Gag, *bioRxiv*, 2020.01.30.927871.
- Prewitt K. (1982) The Public and Science Policy, *Science Technology and Human Values*, 36, pp. 5-14.
- Raichvarg, D., Jacques J. (1991) *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation de sciences*. Parigi: Seuil.
- Reddy, M. (1979) *The Conduit Metaphor. A Case of Frame Conflict in Our Language about Language*, in Ortony, A. (a cura di), *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 284-324.

- Regulation (EU) No 1291/2013 of the European Parliament and of the Council of 11.12.2013 establishing Horizon 2020-the Framework Programme for Research and Innovation (2014e2020) and repealing Decision No. 1982/2006/EC. Off J Eur Union.
- Rhodes, R.A.W. (1996) The New Governance: Governing without Government, *Political Studies*, 44, 4, pp. 652-67.
- Rip A. (2014) The past and future of RRI. *Life Sciences, Society and Policy* 10:17.
- Rosa, F. (2019) Profilo di Ludwik Fleck. *APhEx*, 19: 2-10.
- Rossi, P. (2000) *La nascita della scienza moderna in Europa*. Roma-Bari: Laterza.
- Rossiter, M. W. (1993) The Matilda Effect in Science, *Social Studies in Science*, XXIII: 325-341.
- Royal Society (2019) *History of the Royal Society* [Online]. Disponibile in: <https://royalsociety.org/about-us/history/> [Accesso: 02-01-2020].
- Sandal, M. (2020) Come la pandemia sta cambiando il mondo della ricerca scientifica. *Il Tascabile* [Online] 27 marzo. Disponibile in: <https://www.iltascabile.com/scienze/pandemia-ricerca-scientifica/> [Accesso: 13-09-2020].
- Science* (2002) From PUS to PEST. *Science*, vol. 298, 4 ottobre 2002, p. 49.
- Shapin, S. (1982) History of Science and its Sociological Reconstructions, *History of Science*, 20:157-211.
- id. (2003) *La rivoluzione scientifica*. Torino: Einaudi.
- Simone, A. (2018). Steering research and innovation through RRI. What horizon for Europe? *JCOM* 17(03), C02.
- Singer, C. (1961) *Breve storia del pensiero scientifico*. Torino: Einaudi.
- Sokal, A. (1996) A Physicist Experiments with Cultural Studies, *Lingua Franca*, May/June, pp. 62-64. [Online]. Disponibile in: https://physics.nyu.edu/faculty/sokal/lingua_franca_v4/lingua_franca_v4.html [Accesso: 07/08/2020].
- Sokal, A., Bricmont, J. (1997) *Imposture intellettuali. Quale deve essere il rapporto tra filosofia e scienza?*. Milano: Garzanti.
- Statera, G. (1978) *Sociologia della scienza*. Napoli: Liguori.

- id. (1997) *Scienza e società*, Enciclopedia delle scienze sociali [Online] *Treccani.it. L'enciclopedia Italiana*, disponibile in: http://www.treccani.it/enciclopedia/scienza-e-societa_%28Enciclopedia-delle-scienze-sociali%29/ [Accesso: 02-01-2020].
- Stephan, P. E. (1996) *The Economics of Science*, *Journal of Economic Literature*, 34, 3, pp. 1199-235.
- Stephens, L.F. (2005) *News Narratives about Nano S&T in Major U.S. and Non-U.S. Newspapers*, *Science Communication*, 27, 2, pp. 175-199.
- Stiglitz, J. (1999) *Knowledge as a Global Public Good*, In I. Kaul, I. Grunberg, M. A. Stern (eds.), *Global Public Good. International Cooperation in the 21st Century*. UNDP, pp. 308-325.
- The Sixth Framework Programme in brief (2002). [Online] Disponibile in: http://ec.europa.eu/research/fp6/pdf/fp6-in-brief_en.pdf [Accesso: 18-09-2020].
- Trench, B. (2006) *Science Communication and Citizen Science: How Dead is the Deficit Model?*, paper presented at PCST9, Seoul, May 17-19.
- Turney, J. (1998) *Frankenstein's Footsteps. Science, Genetics and Popular Culture*. New Haven: Yale University Press.
- Università Ca' Foscari Venezia (2020) *Horizon 2020, Programma Quadro di Ricerca e Innovazione* [Online] 18 settembre. Disponibile in: <https://www.unive.it/pag/12103/> [Accesso: 20-09-2020].
- Valigia Blu (2020) *Sul social network Reddit esperti e scienziati rispondono alle domande dei cittadini sul coronavirus*. *Valigia Blu* [Online] 10 febbraio. Disponibile in: <https://www.valigiablu.it/scienziati-coronavirus-reddit/> [Accesso: 15-09-2020].
- von Schomberg, R. (2011) *Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields*, *SSRN Electronic Journal*.
- Weber, M. (1904-05) *L'etica Protestante e lo spirito del capitalismo*, trad. it. Milano: Sansoni (1991).
- Weingold, M. E. (2001) *Communicating Science*, *Science Communication*, 23, 2, 310-22.
- Wudan Yan (2020) *Coronavirus Tests Science's Need for Speed Limits*. *New York Times* [Online] 14 aprile. Disponibile in: <https://www.nytimes.com/2020/04/14/science/coronavirus-disinformation.html> [Accesso: 15-09-2020].

- Wynne, B. (1995) *Public Understanding of Science*, in Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J.C., Pinch, T.J. (a cura di), *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks: Sage, pp. 361-389.
- Ziman J. (1987) L'individuo in una professione collettivizzata, *Sociologia e Ricerca Sociale*, 24, pp. 9-30.
- id. (1992) *Not Knowing, Needing to Know, and Wanting to Know*, in *When Science Meets the Public*, Lewenstein, B. V., Washington: American Association for the Advancement of Science, p. 13-20.
- id. (2002) *La Nuova Scienza*. Bari: Dedalo.
- Zola, E. (1871) *La Fortune des Rougon* (edition 1981, Paris: Flammarion).

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to analyse the macro-category “Science” following multiple perspectives. Specifically, sociology of science, sociology of communication, and Research and Innovation policies. The final aim is to underline the fact that modern society is heading towards the «knowledge society».

The relationship between science, media and public of non-experts evolved into different shapes and models over the centuries and was influenced by economic, political, and cultural events as well as technological advances. Modern science was institutionalised in European academies throughout the 17th century. Public communication of science began in 1610 with the publication of Galileo Galilei's *Sidereus Nuncius*. In the 20th century the sociology itself had to deal with scientific knowledge and technology. The technological and scientific development experienced a consistent growth over the last two centuries. This is the reason why we can define the contemporary society as *knowledge society*. It is based on the «diffusion of knowledge in economic, political activities and in the daily life of citizens». (Cerroni, Simonella, 2014).

The first chapter contains a detailed summary of the history of the sociology of science. Since World War II, social sciences scholars have understood that science and its governance are “social problems.” First of all, because political power increasingly depends on the contribution of science and technology. Secondly because the social and economic consequences of technological innovations affect the society as a whole (Bucchi, 2004). Since then, sociology of science has evolved and can be divided into three macro-phases (Collins, Restivo, 1983). The first, from 1850 to 1940, is linked to the development of the sociology of knowledge and philosophical debates on the nature of science. The second, from the 1940s to the 1960s, is characterized by the Mertonian paradigm, with which the discipline was institutionalised. The third phase started in the 1970s, when Mertonian hegemony was challenged by sociological constructivism, the Sociology of Scientific Knowledge, and more recent sociological and anthropological programmes.

The first paragraphs focus on the institutionalization of modern science and the origin of the sociology of science by Robert K. Merton. His most important contribution is represented by the four Mertonian norms (CUDOS-norms); communism – in opposition to secrecy; universalism – in opposition to particularism; disinterestedness – in opposition to interestedness; organized scepticism – in opposition to organized dogmatism.

Subsequently, the thesis analyses other theories that who subvert the Mertonian paradigm and who created the Sociology of Scientific Knowledge are illustrated. Notably Fleck, Kuhn,

Feyerabend, Lakatos, and groups of scientists such as the Science Studies Unit of Edinburgh with the Strong Programme in the Sociology of Knowledge and the “Bath School” with the Empirical Programme of Relativism. After mentioning the importance of the Science Wars and the role of Sokal regarding the problems linked to the peer-review process, the chapter moves on to the anthropological analyses by Bruno Latour and Karin Knorr-Cetina. The chapter highlights the contents of Laboratory Studies and Actor-Network Theory and hypothesising the end of the sociology of science as commonly understood. The passage from Mode-1 Science to Mode-2 Science concludes this part, suggesting that even if we live in an age of uncertainty, it is impossible to separate science from its relationship with society.

Sociologists of scientific communication also study the relationship between the public and the scientists, and the ways in which the scientific community itself relates to the public, and how the ordinary citizen perceives the work of researchers. Taking this into account, the second chapter contains an in-depth analysis of the public communication of science, analysing the Public according to scientists. It examines the beginning of public communication of modern science with Galileo Galilei’s *Sidereus Nuncius*, and its development to the present days. Various types of science communication and models are defined, such as Public Scientific Literacy, Public Understanding of Science, Public Engagement with Science and Technology and the Citizen Science model.

The first theories date back to the 1940s. These were the years in which the so-called “Hypodermic Needle Theory” (also known as Bullet Theory) emerged, according to which the mass media act directly on the inert population, modifying opinions and behaviour. In other words, the message “shot” by the medium, is “injected” directly into the individual’s brain. This direct exposure of the Public to the message, transferred to the field of scientific communication, identifies the scientists and the Public as protagonists of the process (Bevilacqua, 2014). Institutions then began to measure Public Scientific Literacy through surveys and tests, aiming at achieving an ideal situation in which people are interested in science and in understanding what scientific knowledge really is (Burns, O’Connor, Stocklmayer, 2003).

Several decades later, the empirical and theoretical research on the public communication of science changed completely. In 1985 the Royal Society, with the famous publication “Public Understanding of Science” (PUS), criticized the deterioration in the relationship between Science and public opinion, hoping for «a better understanding of science as a significant factor promoting the nation's well-being, raising the quality of public and private decisions and enriching the life of the individual» (Bodmer, 1985). The merit of PUS was that it

explicitly shifted the attention of analysts and politicians to the public and its understanding of Science and Technology.

In 2002, Public Understanding of Science was fiercely attacked and finally overcome: *Science* published “From PUS to PEST”, announcing the end of the previous model and the beginning of Public Engagement with Science and Technology. The PUS was replaced by a new conception of the relationship between science and citizens, i.e. the need to involve the public in decisions on scientific issues with social consequences.

The last communication model is the so-called Public Co-Production of Knowledge (Jasanoff, 2004), also commonly called Citizen Science. This model enhances the role of citizens in the exercise of their rights of scientific citizenship. Individuals are directly involved in the decision-making processes of knowledge production, often in hybrid situations where the demarcation between experts and non-experts is not rigid.

The chapter defines the “economic” concept of knowledge as a public good, i.e. more than non-exploitable, less than non-exclusive, cooperative, and cumulative. This is the key concept of the “knowledge society”, although it may raise some issues, i.e. intellectual property, with reference to cultural products and goods; secondly, a possible knowledge divide would deprive the citizens of scientific citizenship rights.

There is also a short part that deepens the SARS-CoV-2 pandemic, and in particular the effects caused by the changes that the virus has created within the scientific community and the communication between science and the public. Overcoming the pandemic relies almost exclusively on the data provided by the population and mutual trust between citizens, experts, and decision-makers. This problem seems to contribute to the huge effort to use Citizen Science to address the emergency. Social isolation has also encouraged many citizens to engage with Citizen Science more than in the past. Most people agreed that it was necessary to continuously monitor the virus, better understand science, develop strategies and treatments to contain its spread for the future. The strong sense of urgency and alignment of priorities overcame the misalignment of knowledge and experience between epidemiologists, citizens, and policy-makers (Cohen, 2020). The benefits of the increase of scientific literature and of the cooperation both in research and between science and the public in facing the COVID-19 emergency are evident and are realising democratic science.

The third and last chapter analyses science from the public's point of view. First of all, it illustrates data about the Italian situation immediately before COVID-19 pandemic and some Eurobarometer reports on European scientific literacy, public perception of science and technology in the EU and expectations of the technological impact on daily life. The latter aspect

is important because it directly affects the choices of policy-makers who must consider the transition from science in society to the current science for society, with society.

For example, an Eurobarometer published in 2014 shows that more than half of European citizens studied science or technology at various levels of education. At least half of the interviewed people (Commissione Europea, 2014) think that science and technology development will surely have a positive impact over the next fifteen years in areas such as health and medical care, education, transport and infrastructure, energy supply, environmental protection and the fight against climate change. It is therefore unthinkable to consider science communication, science, and society as separate elements.

In Italy, among the mass media used to find science and technology information, the television is in first place, with 77%; then there is the reading of scientific-technological articles in newspapers (more than 66%), websites and blogs (63%), popular magazines (60%) and radio (33%). All the media have had a positive trend in the last three years despite the evident increase in the use of the web compared to other media. Moreover, Italian scientific literacy continues to grow. 11% of Italians are at the lowest level of literacy, represented mainly by the elderly or less educated. Finally, about the digital divide, 19% of Italians have never used the internet from any device.

Over the last twenty years, several attempts were made to reduce the distance between science and society, which have led to the definition of a new approach called Responsible Research and Innovation. RRI, and in particular Public Engagement in RRI, implies that social actors (researchers, citizens, policy-makers, third sector organisations, enterprises, etc.) work together during the research and innovation process to better align this process and its outcomes with the values, needs and expectations of society. The RRI includes six dimensions, also adopted for the formulation of Horizon 2020 (European Commission, 2013b): public engagement, gender equality, ethics, science education, open access and governance. In order to participate in many of the Horizon 2020 calls, researchers must take into account the six dimensions mentioned above. In the European Union, this methodology was employed in the Horizon 2020 Framework Programme.

The last part of the thesis focuses on this European Union Framework Programme for Research and Innovation for the period 2014-2020. The EU has committed to invest almost 80 billion euros in research and innovation, which corresponds to a 30% increase on the amount spent on scientific research compared to the previous seven years, despite a slight reduction in the overall EU budget. Horizon 2020 finances any step of actions or research projects that strengthen the excellence of European research, both individual and team-based; strengthens the competitiveness and industrial leadership of the EU; develops solutions for seven

contemporary issues, such as climate change, marine research, health, energy, social inclusion and the protection of cultural heritage. This Framework Programme consists of three pillars – Excellent Science, Industrial Leadership, and Societal Challenges – and five cross-cutting actions.

The targets of the following Framework Programme are then presented. After the success of Horizon 2020, in April 2019 Horizon Europe 2021-2027 was approved by the European Parliament. It is the EU's Framework Programme for Research and Innovation for the next 7 years with a proposed budget for R&I and the Digital Agenda of €115.4 billion. The official launch is scheduled for 1 January 2021 and it aims to strengthen science and technology in Europe through investment in advanced research and expertise; secondly, to achieve European priorities and overcome global challenges affecting the quality of life; and thirdly, to boost Europe's industrial competitiveness by supporting innovation. The Programme will also introduce several innovations, compared to Horizon 2020.

The conclusions sum up the various relationships between science, society, and policy-makers, and consider possible future situations for a society that is increasingly establishing itself as a Knowledge Society. The RRI approach emphasises three characteristics (Owen et al., 2012). The first is the «science for society», in which R&I is addressed to social challenges, with the help of deliberative democracy. The second characteristic is the «science with society», which includes the need for R&I to be responsive to the requests and expectations coming from society so that it can choose wisely its policy actions. The third characteristic is the word «responsible» in «responsible innovation», which re-evaluates the concept of responsibility for scientists, policy-makers, business partners, research funders and motivates these actors to operate in a collaborative and institutionalised way, where possible. Knowledge society occurs when the role of knowledge from an economic, social, and political point of view is of fundamental importance in life processes, and which therefore establishes its growth and competitiveness on knowledge, research, and innovation. Considering all the elements mentioned in the three chapters, it is possible to conclude that this kind of knowledge society and governance of a democratic science-based society is possible if every citizen has the right of access to knowledge in accordance with the law and in order to be able to contribute with their own research and innovation projects, becoming to all intents and purposes knowledgeable citizens.