

SAGGI – ESSAYS

TRASFORMARE L'INFORMAZIONE IN CONOSCENZA.
IL RUOLO DELLA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA
NELLA FORMAZIONE DI CITTADINI
EPISTEMICAMENTE RESPONSABILI

FROM INFORMATION TO KNOWLEDGE.
THE ROLE OF PUBLIC COMMUNICATION OF
SCIENCE IN EDUCATING EPISTEMICALLY
RESPONSIBLE CITIZENS

Monica Tombolato (Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo")

Nell'era del digitale formare cittadini scientificamente alfabetizzati, capaci di assumere comportamenti epistemicamente responsabili rispetto a questioni socio-scientifiche complesse, è diventata un'emergenza educativa. Lo dimostrano i gravi danni ai singoli e alla collettività causati dall'infodemia sul Covid-19 alimentata da *fake news* e casi mediatici di dissenso scientifico "artefatto". Interpretando la divulgazione scientifica come una forma di trasposizione didattica, il lavoro si pone un duplice obiettivo. Da un lato, intende chiarire quali sono i vincoli epistemologici e pedagogici a cui il processo di divulgazione deve assoggettarsi per poter soddisfare i bisogni educativi dei cittadini del XXI secolo. Dall'altro, intende fornire agli insegnanti qualche indicazione operativa sui processi di selezione e ricostruzione didattica delle discipline scientifiche affinché possano formare studenti capaci di beneficiare di contesti non formali e informali di comunicazione della scienza.

Educating scientifically literate citizens to act epistemically responsibly in relation to complex socio-scientific issues has become an educational emergency in the digital age. This is evidenced by

the serious damage to individuals and communities caused by the Covid-19 infodemic, fuelled by fake news and instances of false scientific dissent broadcast by the media. This paper, in which public communication of science is conceived as a form of didactic transposition, has a twofold objective. On the one hand, it aims to clarify the epistemological and pedagogical constraints to which the communication process must be subjected in order to meet the educational needs of 21st century citizens. On the other hand, it aims to provide teachers with some operational guidelines for the processes of selection and didactic reconstruction of scientific disciplines, so that they can educate students capable of taking advantage of non-formal and informal contexts of science communication.

1. Posizione del problema

Con l'avvento della società dell'informazione generata dalle nuove tecnologie informatiche, la possibilità per i cittadini di esercitare il *diritto di partecipare al progresso scientifico ed ai suoi benefici*, sancito dall'articolo 27 della Dichiarazione Universale dei Diritti Umani (1948), è vincolata alla loro capacità di partecipare al dibattito socio-scientifico in modo informato. Dal secondo dopoguerra s'intensificano, infatti, i rapporti fra scienza e società a causa del mutato *status* della ricerca che, da attività secondaria praticata dagli accademici nel tempo libero, diviene il principale motore dello sviluppo e del benessere socioeconomico delle nazioni, con un cospicuo aumento dei finanziamenti esterni in svariati settori (Greco & Pitrelli, 2009). La comunità scientifica si trova così a dover affrontare il delicato tema della *responsabilità sociale della scienza* con un gruppo di non specialisti – politici, manager, burocrati e i cittadini stessi – che, a causa della pervasività della cultura scientifica e tecnica e delle sue ricadute nella vita quotidiana, matura il bisogno di dialogare con i ricercatori al fine di comprendere meglio la *ratio* delle loro decisioni e delle loro azioni (Greco & Pitrelli, 2009).

In questo mutato scenario, l'accesso alla conoscenza scientifica non è più una prerogativa riservata a coloro che intendono farne una professione, ma diventa un *diritto* e un *dovere* di tutti coloro che ambiscono a guadagnare gli strumenti critici per gestire il sovraccarico informativo e assumere comportamenti epistemicamente ed eticamente responsabili rispetto a questioni socio-scientifiche complesse e controverse.

La diffusione su scala mondiale delle ICT (*Information and Communications Technology*) ha infatti velocizzato e amplificato a dismisura la circolazione e la produzione in rete di notizie (anche scientifiche), innescando un processo di democratizzazione dell'informazione che ha influenzato profondamente il modo in cui formiamo e giustifichiamo le nostre convinzioni. Tale rivoluzione digitale che ha condotto a un'informazione più plurale, libera e facilmente accessibile (almeno in alcuni Paesi) ha, tuttavia, provocato collateralmente un mutamento nell'atteggiamento delle persone verso la conoscenza facendola apparire sempre più "a portata di un clic" (Nichols, 2017; Sloman & Fernbach, 2018).

Googlare è il neologismo coniato per identificare la ricerca di informazioni in rete servendosi di un motore di ricerca. Se tale pratica è indiscutibilmente utile per acquisire conoscenze semplici o non controverse, essa si rivela invece altamente rischiosa nel caso di questioni complesse, in particolare di carattere scientifico e/o tecnologico. Come sostiene Tom Nichols (2017), l'enorme quantità di informazioni che l'innovazione tecnologica ci mette a disposizione non ha condotto a un nuovo e più democratico illuminismo. Al contrario, sempre più frequentemente persone senza competenze specifiche rivendicano il diritto di contraddire i giudizi di esperti autorevoli in nome di un'idea distorta di libertà di pensiero e di espressione.

La fine della competenza non è solo un rifiuto del sapere esistente. È fondamentalmente un rifiuto della scienza e della razionalità obiettiva, che costituiscono le fondamenta della civiltà moderna. [...]. Abbiamo chiuso il cerchio, partendo dall'età premoderna, in cui la saggezza popolare colmava inevitabili lacune nella conoscenza umana, attraverso un periodo di rapido sviluppo fortemente basato sulla specializzazione e la

competenza, fino a un mondo postindustriale e orientato all'informazione, dove tutti i cittadini si ritengono esperti di qualsiasi cosa (Nichols, 2017, p. 23).

Sullo sfondo dell'analisi di Nichols, che ben fotografa la fase critica attraversata dalla cultura moderna, il contributo discute il ruolo della comunicazione scientifica, interpretandola come forma di trasposizione didattica (Chevalard, 1991; Martini, 2018), nella formazione di cittadini capaci di partecipare attivamente a una società pervasa dalla scienza e dalle sue applicazioni tecnologiche.

Il lavoro è articolato in tre parti. Nella prima parte chiariremo la differenza tra informazione e conoscenza per confutare il falso mito secondo cui una maggiore quantità di informazioni si traduce *eo ipso* in un sapere qualitativamente superiore. Successivamente individueremo alcuni vincoli epistemologici e pedagogici a cui il processo di divulgazione scientifica deve assoggettarsi per favorire nei non esperti una migliore comprensione della conoscenza scientifica e una fiducia razionale, non fideistica, nella ricerca. Infine, forniremo agli insegnanti qualche indicazione operativa sui processi di selezione e ricostruzione didattica delle discipline scientifiche affinché possano formare studenti capaci di beneficiare di contesti non formali e informali di comunicazione della scienza.

2. *Informazione vs conoscenza: i pericoli del sovraccarico informativo*

La rivoluzione avviata da Alan Turing e compiutasi con l'avvento delle ICT è stata definita da Luciano Floridi (2017) la quarta rivoluzione epocale dopo quelle di Copernico, Darwin e Freud, in quanto, al pari delle altre, ha innescato un profondo cambiamento nel modo di concettualizzare il mondo e noi stessi.

Con la comparsa e l'impiego delle ICT, spiega Floridi, la realtà in cui viviamo si sta gradualmente trasformando in un'infosfera abitata da organismi informazionali (noi) interconnessi con altri agenti, biologici e artificiali. Questa svolta epocale, oltre a innumerevoli vantaggi, comporta, tuttavia, anche nuovi pericoli che la re-

cente emergenza sanitaria ha contribuito a rendere evidenti. Possiamo senz'altro affermare che l'innovazione tecnologica e digitale ha attutito le conseguenze della pandemia e dei lockdown a cui siamo stati costretti, supportandoci sul piano professionale (*smart working*), sanitario (telemedicina), educativo (didattica a distanza), sociale e affettivo (videochiamate, *social network*, ecc.). In breve, ha permesso che il mondo non si fermasse (almeno non completamente) e ciò ci ha mostrato quanto la nostra esistenza (almeno quella della maggioranza delle persone nel nostro Paese)¹ sia davvero *onlife* (sia *online* che *offline*) secondo un'espressione di Floridi (2017). Questo è il lato positivo della medaglia.

Il lato negativo è che l'uso epistemicamente ingenuo di dispositivi tecnologici sempre più sofisticati e *user-friendly* per acquisire, diffondere e scambiare informazioni può generare un sovraccarico informativo e metterci nella condizione «di subire una deprivazione epistemica», ovvero una riduzione di credenze vere o giustificate e un contemporaneo incremento di credenze false o ingiustificate (Piazza & Croce, 2019). Questo fenomeno diviene particolarmente pericoloso quando il tema d'interesse è di natura scientifica, come dimostrano i gravi danni ai singoli e alla collettività causati dall'infodemia sul Covid-19.

Si parla di *infodemia*, secondo la definizione fornita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), quando durante un'epidemia circola in ambienti digitali e fisici un eccesso di informazioni, anche false o fuorvianti, che provoca confusione e disorientamento nelle persone alla ricerca di notizie per formarsi opinioni su un dato argomento.

La sovrabbondanza di informazione si trasforma così in disordine informativo, categoria generale a cui si possono ricondurre

¹ Secondo il quinto rapporto Auditel-Censis (19/12/2022), la maggioranza degli italiani è in grado di partecipare pienamente alla vita digitale. Tuttavia, rimane il problema del *digital divide* di chi (soprattutto anziani soli, poco scolarizzati) è privo di connessione o ha una connessione di bassa qualità, o di chi accede a Internet solo tramite smartphone con le limitazioni che ne conseguono.

esempi di *disinformazione*, *misinformazione* e *cattiva informazione*, secondo la classificazione proposta da Wardle e Derakhshan in un rapporto pubblicato dal Consiglio d'Europa (2017).

Disinformazione e *cattiva informazione* sono accomunante dall'intento lesivo nei confronti di un certo bersaglio (una persona, una categoria professionale, una minoranza, una nazione, ecc.), ma differiscono per il contenuto diffuso: completamente falso nel primo caso, autentico ma sottoposto a distorsione e riformulazione nel secondo.

Colpevoli di disinformazione e/o cattiva informazione sono i *produttori* di *fake news*, dove per *fake news* intendiamo, seguendo Piazza e Croce (2019), non solo le asserzioni deliberatamente false ma anche quelle letteralmente vere che tuttavia, per come sono formulate, inducono a compiere inferenze fallaci (in entrambi i casi l'intento è fornire ai fruitori informazioni ingannevoli in relazione a un certo bersaglio).

La *misinformazione* riguarda invece i *propagatori*² di *fake news*, ovvero le persone che non si limitano a consumare passivamente informazioni fuorvianti o false (come fanno i *ricettori*) ma, in buona fede o per superficialità, le condividono con la propria rete di contatti.

Pur non agendo con intento di dolo, i propagatori hanno alimentato il fenomeno infodemico durante l'emergenza sanitaria e amplificato i danni causati dai produttori favorendo la proliferazione di credenze false e fomentando atteggiamenti di sospetto nei confronti degli esperti e delle istituzioni.

Tuttavia, l'uso irresponsabile e/o epistemicamente ingenuo di piattaforme e social media non è l'unica causa della patologia informativa su cui l'OMS ha più volte richiamato l'attenzione. Come sottolineano Ferrazzoli e Maga (2021), anche i *media mainstream* e in alcuni casi gli stessi esponenti della comunità scientifica non si sono dimostrati all'altezza dei bisogni (in)formativi dei cittadini. I

² Produttori, propagatori e ricettori sono le categorie proposte da Piazza e Croce (2019) per descrivere i ruoli che ciascun utente può rivestire nella diffusione di *fake news*.

primi valutando talvolta superficialmente l'attendibilità e l'autorevolezza delle fonti oppure coinvolgendo scienziati in dibattiti polarizzati su posizioni opposte e inconciliabili – almeno in apparenza – che hanno contribuito a disorientare la popolazione. I secondi piegandosi a logiche mediatiche di spettacolarizzazione della scienza, attraverso la partecipazione a discussioni dai toni accesi attorno a decisioni complesse³, non di loro esclusiva competenza. Significativo, a questo proposito, l'appello rivolto nel novembre 2020 da 240 ricercatori del CNR ai loro colleghi, affinché evitassero, nelle loro dichiarazioni pubbliche,

frasi a effetto, che espresse con linguaggi imprecisi e fuorvianti finiscono con il confondere le persone, facendo loro assumere comportamenti pericolosi e screditando la scienza, [così come] contrapposizioni che originano da opinioni e non da dati, [...] protagonismi eccessivi, competenze dilatate e antagonismi personali fuori luogo (Ferrazzoli & Maga, 2021, p. 106).

A tutto ciò si aggiunge il fatto, incontestabile, che la scienza è difficile da comprendere ma anche da far comprendere. Praticarla con successo non implica anche saperla spiegare con efficacia, come dimostra il corto circuito nell'informazione che si è venuto a creare anche a causa di esperti poco attenti alla ricezione pubblica delle posizioni scientifiche di cui si facevano portavoce.

Al fine di migliorare la qualità della divulgazione pubblica della scienza che oggi, per le ragioni sopra esposte, non può essere più considerata residuale rispetto alla comunicazione intraspecialistica (Greco & Pitrelli, 2009), avanziamo una proposta che riteniamo possa contribuire al dibattito sui modelli di comunicazione scienti-

³ Ad esempio, quando ordinare un lockdown. Decisioni di questo tipo non sono di competenza di un solo esperto scientifico, ma richiedono la collaborazione sinergica tra esperti in diversi campi.

fica alternativi alla tradizionale concezione *diffusionista* (generalmente nota in letteratura come modello del *deficit*⁴) basata sulla metafora della comunicazione come *trasferimento*⁵ (es. Bucchi, 2008; Bucchi & Trench, 2016). Nel paragrafo successivo intendiamo difendere l'idea che la divulgazione della scienza, per qualificarsi come risorsa educativa, debba essere assoggettata a vincoli di tipo epistemologico (relativi al sapere) e pedagogico (relativi ai soggetti destinatari) in quanto rappresenta una peculiare forma di trasposizione didattica del sapere esperto e non una sua mera traduzione da un contesto specialistico a uno divulgativo (Thorp, 2021).

3. La divulgazione scientifica come forma di trasposizione del sapere esperto

Come è noto, la teoria della trasposizione didattica elaborata da Yves Chevallard (1991) concerne la trasformazione del sapere prodotto dalle comunità scientifiche di riferimento in un sapere adatto a essere insegnato e appreso a scuola e/o in altri contesti educativi. Questo costrutto non allude a un'operazione di mera semplificazione del sapere esperto, bensì a una sua decostruzione e ricostruzione in una nuova forma coerente con gli obiettivi formativi che si intendono perseguire. In questo processo di scolarizzazione da sapere *sapiente* a sapere *da insegnare* occorre esercitare una doppia vigilanza – epistemologica e pedagogica – per evitare che la trasformazione di fatto si risolva in una mera riproduzione, annullando le necessarie differenze tra i due tipi di saperi, oppure nella costruzione di un sapere fittizio non più solidale col sapere d'origine. Nel

⁴ Secondo Bucchi (2008, p. 392) sarebbe più corretto parlare di concezione *diffusionista* in quanto incorpora, oltre all'asimmetria informativa tra esperti e pubblico come presupposto e giustificazione dell'interazione comunicativa (*deficit*), anche la nozione di comunicazione come trasferimento unidirezionale e non problematico di conoscenze (metafora del *trasferimento*).

⁵ Al modello del *deficit* vengono in genere contrapposti, in seguito alla *svolta sociologica* della comunicazione della scienza, il modello del *dialogo* e il modello della *partecipazione*. Secondo Bucchi (2008), a cui rinviame per ulteriori approfondimenti, «questi modelli dovrebbero essere concepiti come tipi ideali, piuttosto che come categorie mutualmente esclusive» (p. 392).

primo caso il sapere da insegnare, in quanto isomorfo al sapere esperto, risulterebbe di fatto inaccessibile agli studenti. Nel secondo caso invece, perdendo aderenza epistemologica al sapere d'origine, perderebbe *eo ipso* il suo potenziale formativo (Martini, 2011).

In maniera analoga a chi si occupa di trasporre i saperi della scuola, sosteniamo che chi si impegna (giornalisti, esperti o scienziati) in attività di divulgazione scientifica dovrebbe interrogarsi sul lavoro di adattamento e di trasformazione del sapere scientifico in funzione degli scopi della comunicazione, del contesto in cui avviene e dei destinatari a cui ci si rivolge (colleghi dello stesso settore, colleghi di settori affini, esperti di altri campi, pubblico generalista). Questa posizione trova conforto in numerosi contributi teorici ed empirici nell'ambito della comunicazione della scienza che, a partire dagli anni Novanta, hanno progressivamente messo in luce i limiti della metafora del *trasferimento* e dei suoi presupposti. A essere messe sotto accusa sono la convinzione che sia possibile «“prendere” un'idea dalla comunità scientifica e “trasportarla” verso il pubblico» senza significativa alterazione della conoscenza trasmessa, e l'ipotesi correlata che, in contesti diversi, la medesima conoscenza possa produrre «gli stessi atteggiamenti e perfino gli stessi tipi di comportamenti» (Bucchi, 2008, p. 386).

Inquadrando la comunicazione scientifica nel più ampio contesto dei rapporti tra scienza e società, i critici del modello del *deficit* concordano sull'assumere come presupposto dell'interazione comunicativa non l'asimmetria informativa tra esperti e pubblico, bensì le domande e le preoccupazioni dei cittadini, aprendo il dibattito – tuttora in corso – su quale tipo di conoscenza scientifica sia per loro più importante acquisire (Bucchi & Trench, 2016, pp. 155-157).

Nella prospettiva teorica della trasposizione didattica, avanzare una proposta in questo senso implica vincolare al rispetto di istanze epistemologiche e pedagogiche il processo di selezione e ricostruzione del sapere esperto in funzione degli obiettivi da perseguire.

Operativamente ciò potrebbe tradursi nelle seguenti fasi:

- si stabilisce l'obiettivo della comunicazione (che deve essere chiaro in *primis* al divulgatore);
- si individuano di conseguenza, in relazione al tipo di pubblico, i vincoli pedagogici di *significatività* (rilevanza) e di *accessibilità* dei contenuti comunicati. I primi sotto forma di quesiti con cui interrogare il sapere esperto (al fine di identificare il sottoinsieme di componenti da trasporre), i secondi sotto forma di fattori da attenzionare durante il processo di ricostruzione;
- si analizza, alla luce dei quesiti precedentemente individuati, il sapere esperto, come viene costruito e legittimato dalla comunità scientifica di riferimento e/o utilizzato nelle varie pratiche sociali e professionali (Martinand, 1986; Martini, 2018), operando una selezione degli elementi da trasporre (identificazione effettiva delle componenti da trasporre rispettando il principio di *vigilanza epistemologica*);
- si ricostruisce didatticamente il sottoinsieme di sapere esperto individuato come rilevante per il pubblico in relazione all'obiettivo stabilito nel rispetto dei criteri di accessibilità.

Proponiamo, per chiarire, un esempio ispirato alla recente pandemia e infodemia da Covid-19.

- Assumiamo che tra gli scopi della divulgazione scientifica vi sia rispondere ai timori dei cittadini relativamente a questioni socio-scientifiche controverse – come quelle relative alla recente emergenza sanitaria – così che possano guadagnare in merito una maggiore consapevolezza e prendere decisioni informate.
- Chi ha l'onere di questo compito dovrebbe innanzitutto chiedersi, alla luce della molta disinformazione e misinformazione diffusa in rete, degli episodi di disaccordo tra scienziati trasmessi dai media e della valanga di dati, tabelle, grafici, proiezioni statistiche da cui siamo stati travolti, quali conoscenze servono davvero al cittadino per potersi

formare credenze razionali che possano indurlo ad assumere comportamenti responsabili in situazioni di incertezza e di rischio (Massarenti & Mira, 2020). A questo riguardo, diversi studiosi (es. Duschl, 2008; Sandoval, 2016) sostengono che occorre interrogarsi non solo su ciò che è importante sapere, ma soprattutto su *come* sappiamo ciò che sappiamo e sul *perché* è ragionevole crederci anche in presenza di alternative rivali. Questi interrogativi generali, a partire dai quali è possibile articolare quesiti più specifici, fungono da *criteri di significatività* con cui selezionare elementi del sapere esperto che siano rilevanti per i cittadini rispetto all'obiettivo da conseguire.

I *criteri di accessibilità* riguardano invece la possibilità di trasformare il sottoinsieme di sapere esperto individuato come rilevante per renderlo adatto a essere compreso in modo significativo e a generare credenze in grado di orientare l'agire. Tra le variabili individuali dell'apprendimento, come si può facilmente intuire, gioca un ruolo fondamentale la conoscenza di sfondo (*background knowledge*) dei soggetti a cui è rivolta la comunicazione. Pur non potendo, per ovvie ragioni, accedere a questo tipo di informazione direttamente, chi si occupa di divulgazione scientifica può cercare di *decostruire le proprie evidenze* per evitare di dare per scontato conoscenze che invece dovrebbero essere esplicitate ai fini di garantire una migliore comprensione. Un modo per farlo consiste nel tenere in debito conto i più diffusi stereotipi e le principali misconcezioni rilevate dalle ricerche in ambito psicologico e didattico. Alcuni studi (es. Strike & Posner, 1992) suggeriscono, infatti, che l'adesione a un nuovo punto di vista su un particolare problema non sia un processo lineare e razionale, basato esclusivamente sulla presunta evidenza dei dati portati a suo favore. Al contrario, tale processo dipende in maniera significativa da

come tali dati si inquadrano in un'ampia ecologia mentale⁶ che sembra organizzare e vincolare l'apprendimento in un modo simile ai paradigmi nella scienza.

Un ulteriore fattore da attenzionare per migliorare la qualità della trasposizione è rappresentato da alcuni tipi di *bias* che, perlopiù inconsapevolmente, influenzano le nostre decisioni e i nostri comportamenti (es. Gigerenzer, 2003; Kahneman, 2012). Tra i più diffusi che hanno contribuito al proliferare di *fake news* durante la pandemia citiamo, a titolo d'esempio, il *bias di overconfidence* – la tendenza a sovrastimare le nostre capacità e i nostri giudizi – il *bias dell'ordine di grandezza* – la difficoltà a fare delle stime corrette dei diversi ordini di grandezza – il *bias informativo* – la convinzione che una maggiore quantità di informazioni conduca a prendere decisioni migliori sebbene tali informazioni aggiuntive siano irrilevanti ai fini della decisione – e, in particolare, il *bias di conferma* e l'*effetto del falso consenso*.

Il *bias di conferma* consiste nella nostra tendenza naturale a ricercare, accettare e interpretare prove a favore delle nostre convinzioni, contrariamente a quanto insegna il principio di falsificabilità (Popper, 1972), tratto distintivo della razionalità scientifica. L'effetto del *falso consenso* è invece la tendenza, statisticamente infondata, a credere che le proprie convinzioni e preferenze siano condivise da un'ampia maggioranza. Tali *bias*, i cui effetti sono amplificati da fenomeni come le bolle epistemiche e le camere d'eco (Nguyen, 2020), sono connessi a molti tipi di disordine informativo in quanto compromettono la nostra capacità razionale di valutare notizie e argomenti mentre alimentano il conformismo sociale, la diffidenza verso gli esperti nonché la polarizzazione e manipolazione delle opinioni.

⁶ Il costrutto di ecologia mentale include una varietà di componenti tra cui, ad esempio, conoscenze attinenti ad altri ambiti della realtà, impegni epistemologici, credenze religiose, convinzioni ontologiche e metafisiche, stereotipi di tipo metodologico su come funziona la scienza, aspetti emotivi e affettivi, l'esperienza passata, e così via (Strike & Posner, 1992).

- Una volta individuati criteri pedagogici di significatività e di accessibilità si procede ad analizzare il sapere esperto per selezionare gli elementi da trasporre. In relazione agli interrogativi individuati (criteri di rilevanza) tale selezione, affinché venga garantito il rispetto dei *vincoli epistemologici*, deve includere oltre ai risultati (prodotti) della ricerca – fatti, numeri, evidenze – (*cosa sappiamo*), anche le pratiche epistemiche disciplinari con cui la comunità scientifica li ha prodotti e legittimati (*come sappiamo quel che sappiamo*) unitamente ai criteri epistemici in base a cui i suoi membri valutano l'affidabilità di prodotti e pratiche e a dei meta-criteri per giustificare tali valutazioni (*perché ci crediamo*) (Sandoval, 2016).
- Infine, identificato un sottoinsieme di elementi appartenenti alle tre categorie (prodotti, pratiche, criteri) si procede con il lavoro di trasformazione e adattamento che richiede di saper decidere, tenendo conto delle preoccupazioni dei cittadini, delle misconcezioni e *bias* più diffusi (criteri di accessibilità), cosa dire e cosa omettere (relativamente a ciascun elemento selezionato) per evitare un carico cognitivo eccessivo (Landriscina, 2007), come organizzare il discorso rispettando propedeuticità e gradualità, quali metafore e/o analogie eventualmente utilizzare per agevolare la comprensione senza distorcere i contenuti, i tipi di mediatori (Damiano, 2013) più pertinenti rispetto all'informazione da veicolare (es. descrizioni verbali, immagini, grafici, infografiche).

In sintesi, la comunicazione della scienza è un lavoro complesso che, come sostiene Holden Thorp (2021), caporedattore della rivista *Science*, non può essere svolto da qualsiasi scienziato dopo un breve *training*. Tuttavia, riteniamo che per migliorare la qualità di fruizione dell'informazione scientifica divulgata in contesti non formali e informali non basti unicamente formare comunicatori esperti. Al contrario, sosteniamo che per massimizzare i risultati in questo senso anche la scuola debba impegnarsi a educare

cittadini epistemicamente responsabili che sappiano assumersi la responsabilità delle proprie credenze epistemiche e di come esse informano il loro agire⁷.

Nel prossimo paragrafo forniremo agli insegnanti qualche suggerimento a riguardo assumendo a riferimento il *framework* di PISA 2025 (OECD, 2023).

4. Educazione scientifica e divulgazione scientifica: un rapporto fruttuoso

Pensare e agire da cittadino informato e responsabile in una società fondata sulla conoscenza si configura come il traguardo di un apprendimento *lifelong* e *lifewide*. Istruzione formale e divulgazione scientifica ricoprono in questo quadro ruoli differenti ma complementari. La comunicazione pubblica della scienza risponde all'esigenza di un aggiornamento continuo delle conoscenze che servono ai cittadini per compiere scelte razionali in situazioni di incertezza.

La scuola – secondo il quadro di riferimento per le scienze di Pisa 2025 – ha invece l'onere di formare *frutitori critici* di informazione scientifica, coltivando negli studenti la capacità di riconoscere e approfittare, in qualsiasi momento della vita, di qualunque forma di divulgazione della scienza volta a migliorarne la comprensione e a contrastare la disinformazione. Compito degli insegnanti è dunque far guadagnare ai futuri cittadini, in parallelo ai tre tipi di conoscenza specificati in PISA 2025 (dei contenuti, procedurale, epistematica⁸), anche disposizioni stabili e durevoli a impiegare correttamente tali conoscenze quando fruiscono di comunicazioni su temi scientifici in contesti mediatici e informativi, durante eventi divulgativi, in situazioni colloquiali, navigando su siti istituzionali o

⁷ Per un approfondimento sul problema di raccordare i differenti contesti formali, non formali e informali si rinvia a Frabboni e Pinto Minerva (1994).

⁸ Questa tripartizione, già presente in PISA 2015, riguarda i tipi di conoscenze necessarie per poter esercitare le tre competenze chiave riferite all'insegnamento delle scienze.

di informazione indipendente, partecipando a discussioni su forum e social media.

Un modo per farlo, che abbiamo dettagliato e commentato in un altro lavoro (Tombolato, 2023), consiste nell'avvalersi della storia e dell'epistemologia sociale della scienza per trasporre didatticamente le discipline scientifiche dando rilievo anche alla loro "sintassi" (Schwab, 1971). L'epistemologia sociale della scienza fornisce dei principi organizzatori che consentono di ricostruire didatticamente la disciplina come sistema correlato di prodotti e pratiche epistemiche esperte, governato da un insieme di regole che stabiliscono cosa è da considerarsi conoscenza in quello specifico dominio (Shulman, 1986). La storia della scienza offre, invece, un punto di vista privilegiato per comprendere come di fatto si costituiscono le norme che vincolano l'operare dei membri della comunità scientifica e come tali norme possono essere "disattese" (Shulman, 1986).

In sintesi, sosteniamo che l'approccio storico-epistemologico all'insegnamento della scienza può contribuire a una migliore fruizione di informazioni scientifiche divulgate in contesti non formali e informali in un duplice modo. Da un lato, nella misura in cui consente di accedere alla genesi *bottom-up* dell'oggettività scientifica, tale approccio può incoraggiare una fiducia razionale nella scienza come impresa collettiva che utilizza il disaccordo (su metodi, fatti, interpretazioni, fini, ecc.), la discussione critica e la revisione tra pari come strumenti per individuare e correggere i propri errori e favorire il progresso della conoscenza (Bistagnino, 2022). Dall'altro, offrendo uno spaccato delle dinamiche che regolano la produzione, l'evoluzione e la validazione del sapere accreditato, può consentire agli studenti di familiarizzare con i criteri epistemiche che consentono di discriminare tra conoscenze ottenute attraverso processi epistemiche affidabili e opinioni prive di fondamento e, colateralmente, aiutarli a sviluppare "anticorpi" contro il disordine informativo.

5. Conclusioni

Concludiamo citando le parole con cui Thorp (2021) esprime il suo punto di vista sulla divulgazione scientifica in quanto ben sintetizzano quanto abbiamo cercato di chiarire in questo lavoro: «It's not as easy as it looks» (p. 1537). In linea con la sua posizione, due sono i messaggi che abbiamo difeso. Il primo è che comunicare la scienza non è semplicemente un fatto di traduzione linguistica, bensì una forma di trasposizione del sapere esperto che richiede di integrare competenze disciplinari e comunicative con competenze epistemologiche e pedagogico-didattiche.

Il secondo è che la scuola può contribuire a migliorare la qualità di fruizione della divulgazione scientifica da parte dei futuri cittadini grazie a una progettazione curricolare informata dalla storia e dall'epistemologia della scienza che faccia guadagnare agli studenti, parallelamente ai concetti e alle teorie scientifiche di base, un'idea non ingenua delle regole e dei criteri in base a cui opera la comunità scientifica.

Bibliografia

- Bistagnino G. (2022) (a cura di). *Il disaccordo nella scienza e in politica: conflitti e dispute tra esperti e cittadini*. Pisa: Pisa University press.
- Bucchi M. (2008). Dal deficit al dialogo, dal dialogo alla partecipazione- e poi? *Modelli di interazione tra scienza e pubblico*. *Rassegna italiana di sociologia*, 49(3), 377-402.
- Bucchi M., & Trench B. (2016). Science Communication and Science in Society: A Conceptual Review in Ten Keywords. *Tecnoscienza*, 7(2).
- Chevallard Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Damiano E. (2013). *La mediazione didattica: per una teoria dell'insegnamento*. Milano: FrancoAngeli.
- Duschl R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education*, 32(1), 268-291.
- Ferrazzoli M., & Maga G. (2021). *Pandemia e infodemia. Come il virus viaggia con l'informazione*. Bologna: Zanichelli.

- Floridi L. (2017). *La quarta rivoluzione: come l'infosfera sta trasformando il mondo*. Milano: Raffaello Cortina.
- Frabboni F., & Pinto Minerva F. (1994). *Manuale di pedagogia generale*. Roma-Bari: Laterza.
- Gigerenzer G. (2003). *Quando i numeri ingannano. Imparare a vivere con l'incertezza*. Milano: Raffaello Cortina.
- Greco P., & Pitrelli N. (2009). *Scienza e media ai tempi della globalizzazione*. Torino: Codice.
- Kahneman D. (2012). *Pensieri lenti e veloci*. Milano: Mondadori.
- Landriscina F. (2007). Ma si fanno i conti con il carico cognitivo? *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 3(1), 63-74.
- Martinand J.L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Martini B. (2011). *Pedagogia dei saperi. Problemi, luoghi e pratiche per l'educazione*. Milano: FrancoAngeli.
- Martini B. (2018). La dialettica sapere formale/sapere della pratica alla luce della dialettica sapere/sapere da insegnare. *MeTis. Mondi educativi. Temi indagini suggestioni*, 8(2), 50-67.
- Massarenti A., & Mira A. (2020). *La pandemia dei dati. Ecco il vaccino*. Milano: Mondadori.
- Nguyen C.T. (2020). Echo chambers and epistemic bubbles. *Episteme*, 17(2), 141-161.
- Nichols T. (2017). *La conoscenza e i suoi nemici: l'era dell'incompetenza e i rischi per la democrazia*. Roma: Luiss University Press.
- OECD (2023). *PISA 2025 Science Framework* (Second draft). Disponibile in: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf [10/10/2023].
- Piazza T., & Croce M. (2019). Epistemologia delle fake news. *Sistemi intelligenti*, 31(3), 439-468.
- Popper K. (1972). *Congetture e confutazioni. Lo sviluppo della conoscenza scientifica*. Bologna: il Mulino.
- Sandoval W.A. (2016). Disciplinary insights into the study of epistemic cognition. In J.A. Greene, W.A. Sandoval & I. Braaten (eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 184-194). New York, NY: Routledge.
- Schwab J.J. (1971). La struttura delle discipline. In J.J. Schwab, L.H. Lange, G.C. Wilson & M. Scriven (a cura di), *La struttura della conoscenza e il curriculum*. Scandicci: La Nuova Italia.
- Shulman L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

- Sloman S., & Fernbach P. (2018). *L'illusione della conoscenza: perché non pensiamo mai da soli*. Milano: Raffaello Cortina.
- Strike K.A., & Posner G.J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R.A. Duschl & R.J. Hamilton (eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory in Practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY Press.
- Thorp H.H. (2021). It's not as easy as it looks. *Science*, 374(6575), 1537-1537.
- Tombolato M. (2023). Promuovere la competenza epistemica attraverso l'educazione scientifica. Il ruolo della storia della scienza e dell'epistemologia nella formazione degli insegnanti. *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, 15(25) (supplemento)), 286-296.
- Wardle C., & Derakshan H. (2017). *Information Disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making*. Disponibile in: <https://rm.coe.int/information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-researc/168076277c277c> [10/10/2023].