

PREPRINT

L'affaire neutrino nel dialogo tra scienza e società

Tommaso Castellani

Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali, CNR, Roma

Abstract: l'annuncio che un fascio di neutrini sembrava aver viaggiato a velocità superiore a quella della luce ha avuto un'elevata risonanza mediatica, in particolare in Italia per via del coinvolgimento italiano nell'esperimento. Malgrado la prudenza nelle dichiarazioni dei fisici, l'opinione pubblica italiana ha recepito il risultato come rivoluzionario e ormai acquisito, e di conseguenza la scoperta dell'errore come un clamoroso fallimento del team di OPERA. Quest'articolo vuole essere una riflessione sulle possibili ragioni della discrepanza tra la percezione della vicenda da parte della comunità scientifica e dell'opinione pubblica italiana, analizzando il ruolo dell'*aspettativa* nella comunicazione scientifica e delle diverse *premesse implicite* tra comunità scientifica e cittadini. Nel corso dell'argomentazione vengono analizzati comunicati del Cern e articoli del quotidiano italiano Repubblica.it.

Tommaso Castellani

È laureato in Fisica con lode alla Sapienza Università di Roma, dove ha conseguito anche il Dottorato in Fisica. Come fisico teorico ha lavorato nell'ambito della meccanica statistica. Attualmente è assegnista di ricerca nel gruppo "Comunicazione della scienza ed educazione" dell'IRPPS-CNR di Roma, dove si occupa in prevalenza di aspetti sociologici della scienza, con particolare riferimento alle metodologie partecipative nell'ambito dei rapporti tra scienza e società. Svolge parallelamente un'intensa attività di divulgazione scientifica.

IRPPS-CNR, via Palestro 32, 00185 Roma

t.castellani@irpps.cnr.it

1. Introduzione

Nella storia della fisica moderna, il neutrino è una delle particelle elementari che ha prodotto il maggior numero di ipotesi teoriche ed esperimenti controversi, a partire dalla misura della sua massa fino al problema dei neutrini solari¹. Nel 2011, nel corso dell'esperimento OPERA, il neutrino è stato protagonista ancora una volta di un risultato in apparenza inspiegabile. L'esperimento OPERA è stato avviato per studiare il problema dell'oscillazione di neutrino, analizzando nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso il fascio di neutrini prodotto dal Super Proton Synchrotron del Cern di Ginevra². Nel corso delle misure effettuate, è risultato a un certo punto che il neutrino fosse in grado di viaggiare a velocità superiore a quella della luce.

La notizia ha avuto un enorme risalto sui media, finché gli stessi ricercatori di OPERA non hanno annunciato di aver trovato un possibile errore nella misura. La "storia mediatica" dell'*affaire neutrino* è stata già ricostruita altrove^{3,4,5}; in quest'articolo proponiamo una riflessione generale sulle possibili ragioni della discrepanza tra la percezione della vicenda da parte della comunità scientifica e dell'opinione pubblica italiana.

Nel paragrafo seguente ricostruiamo la comunicazione ufficiale del risultato da parte del Cern, mostrando che a livello verbale è stata usata la massima prudenza ed è stata rifiutata qualsiasi interpretazione rivoluzionaria per la fisica. Nel successivo mostriamo, attraverso l'analisi di articoli pubblicati su Repubblica.it (il maggior sito di informazione italiano secondo Nielsen Netratings), come la misura sia stata presentata come decisiva e rivoluzionaria. Ci occupiamo poi della comunicazione istituzionale e mediatica della notizia della possibile fonte di errore nella misura. Segue una riflessione sul ruolo dell'*aspettativa* nella comunicazione scientifica e un tentativo di interpretazione della vicenda basato sulla mancata considerazione delle diverse *premesse implicite* tra comunità scientifica e cittadini. In conclusione proponiamo alcuni possibili insegnamenti che noi scienziati possiamo apprendere dalla vicenda.

2. I primi comunicati del Cern

Il 22 settembre del 2011 una notizia mette in subbuglio la comunità dei fisici: presso i laboratori del Gran Sasso è stato osservato un fascio di neutrini che sembrerebbe aver viaggiato a velocità superiore a quella della luce. Dopo alcune anticipazioni³, il giorno 23 Cern rilascia un comunicato che annuncia un seminario di presentazione dell'inatteso risultato⁶:

The OPERA experiment, which observes a neutrino beam from CERN 730 km away at Italy's INFN Gran Sasso Laboratory, will present new results in a seminar at CERN this afternoon at 16:00 CEST. The seminar will be webcast at <http://webcast.cern.ch>. Journalists wishing to ask questions may do so via twitter using the hash tag #nuquestions, or via the usual CERN press office channels.

The OPERA result is based on the observation of over 15000 neutrino events measured at Gran Sasso, and appears to indicate that the neutrinos travel at a velocity 20 parts per million above the speed of light, nature's cosmic speed limit. Given the potential far-reaching consequences of such a result, independent measurements are needed before the effect can either be refuted or firmly established. This is why the OPERA collaboration has decided to open the result to broader scrutiny. The collaboration's result is available on the preprint server arxiv.org: <http://arxiv.org/abs/1109.4897>.

The OPERA measurement is at odds with well-established laws of nature, though science frequently progresses by overthrowing the established paradigms. For this reason, many searches have been made for deviations from Einstein's theory of relativity, so far not finding any such evidence. The strong constraints arising from these observations makes an interpretation of the OPERA measurement in terms of modification of Einstein's theory unlikely, and give further strong reason to seek new independent measurements.

[L'esperimento OPERA, che osserva ai laboratori italiani del Gran Sasso dell'INFN un fascio di neutrini proveniente dal CERN distante 730 km, presenterà nuovi risultati in un seminario al CERN questo pomeriggio alle 16:00 ora locale. Il seminario verrà trasmesso in rete all'indirizzo <http://webcast.cern.ch>. I giornalisti che desiderano porre domande possono farlo attraverso twitter usando l'hash tag #nuquestions, o attraverso i canali usuali dell'ufficio stampa del CERN,

Il risultato di OPERA è basato sull'osservazione di oltre 15000 eventi di neutrini misurati al Gran Sasso, e pare indicare che i neutrini viaggino a una velocità di 20 parti su un milione superiore a quella della luce, il limite cosmico di velocità della natura. Data la potenziale vasta portata delle conseguenze di un simile risultato, sono necessarie misure indipendenti prima che l'effetto possa o essere rifiutato o saldamente provato. Questo è il motivo per cui la collaborazione di OPERA ha deciso di aprire il risultato a un più ampio controllo. Il risultato della collaborazione è disponibile sul server di preprint [arxiv.org: http://arxiv.org/abs/1109.4897](http://arxiv.org/abs/1109.4897).

La misura di OPERA è in contrasto con consolidate leggi della natura, pur se la scienza frequentemente progredisce rovesciando i paradigmi stabiliti. Per questa ragione sono state compiute molte ricerche di deviazioni dalla teoria della relatività di Einstein, finora non trovando nessuna evidenza di questo tipo. I forti vincoli derivanti da queste osservazioni rendono un'interpretazione della misura di OPERA in termini di modifica della teoria di Einstein improbabile, e forniscono ulteriori forti ragioni per richiedere nuove misure indipendenti.] *

[* La traduzione di questo comunicato e dei seguenti è a cura dell'autore.]

Seguono citazioni tra virgolette di Antonio Ereditato (portavoce di OPERA), Sergio Bertolucci (research director) e Dario Autiero (coordinatore dell'esperimento), tutte dello stesso tenore delle ultime righe del comunicato: l'interpretazione della misura in termini di modifica della teoria di Einstein è "improbabile".

Zurigo, 23 settembre 2011, ore 16,00: di fronte a una platea gremita e palpitante e a un numero enorme di spettatori sul web, Philippe Bloch, direttore del Dipartimento di Fisica del CERN, fa i saluti di benvenuto⁷:

« It's four o'clock right on the Rolex watch that's here... okay, I know you all know why we are here today: because you have read the press release and also the mail that was sent by the director general this morning. So, I would like maybe first to recall the aim of this seminar: our colleagues from OPERA have made an intriguing measurement and after – I'm sure – a lot of hard work, they've done during many months in order to try to pin it down and understand it, they have decided to make it public. I think the aim of this seminar is really to share this with you, to show you what they have done and, of course, to trigger questions from your side and later from the community. This is the aim of this seminar. »

[Sono le quattro in questo momento sull'orologio Rolex che è lì... ok, so che tutti sapete perché siamo qui oggi: perché avete letto il comunicato stampa e anche l'email che è stata mandata dal direttore generale stamattina. Quindi, vorrei forse per prima cosa ricordare lo scopo di questo seminario: i nostri colleghi di OPERA hanno fatto una misura affascinante e dopo – sono certo – un sacco di duro lavoro, che hanno fatto in molti mesi per cercare di fissarlo e capirlo, hanno deciso di renderlo pubblico. Penso che lo scopo di questo seminario sia davvero di condividere questo con voi, di mostrarvi quello che hanno fatto e, certamente, di stimolare questioni da parte vostra e in seguito dalla comunità. Questo è lo scopo di questo seminario.]

Il seminario è tenuto da Dario Autiero, che dopo un'ora di illustrazione dell'esperimento arriva alle ultime due slide, dedicate alle conclusioni. Nella slide "Conclusions (1)" si riassume il setting sperimentale, e appare la seguente frase:

- We cannot explain the observed effect in terms of known systematic uncertainties. Therefore, the measurement indicates a neutrino velocity higher than the speed of light [formula] with an overall significance of 6.0σ .

[- Non possiamo spiegare l'effetto osservato in termini di incertezze sistematiche note. Pertanto, la misura indica una velocità dei neutrini più alta della velocità della luce con una significatività complessiva di 6.0σ .]

Riproduciamo interamente i tre punti della slide "Conclusions (2)":

- A possible δt energy dependence was also investigated. In the energy domain covered by the CNGS beam and within the statistical accuracy of the measurement we do not observe any significant effect.

- Despite the large significance of the measurement reported here and the stability of the analysis, the potentially great impact of the result motivates the continuation of our studies in order to identify any still unknown systematic effect.

- We do not attempt any theoretical or phenomenological interpretation of the results.

[- Una possibile dipendenza dell'energia da δt è stata anche analizzata. Nell'intervallo di energie coperto dal fascio CNGS ed entro l'accuratezza statistica della misura non osserviamo alcun effetto significativo.

- Malgrado l'ampia significatività della misura qui illustrata e la stabilità dell'analisi, il potenziale grande impatto del risultato motiva il proseguimento dei nostri studi al fine di individuare qualsiasi effetto sistematico ancora sconosciuto.

- Non azzardiamo alcuna interpretazione teorica o fenomenologica dei risultati.]

Le ultime parole pronunciate da Autiero sono identiche a quelle scritte sulla slide: "We do not attempt any theoretical or phenomenological interpretation of the results".

Dopo un lungo applauso, Bloch spiega di voler "organizzare la discussione" dividendo le domande in tre parti: una prima serie di domande saranno dedicate alla misura della distanza, una seconda serie alla misura del tempo, una terza serie all'analisi. Solo alla fine si lascerà spazio a domande di altro tipo, "theoretical, interpretations, doubts or whatever", ma quella discussione resterà interna ("... somehow will be an internal discussion inside the auditorium") perché i colleghi hanno deciso di non dare interpretazioni del risultato.

Sul canale YouTube del Cern vengono in seguito pubblicate alcune interviste ai protagonisti dell'esperimento. Antonio Ereditato⁸:

« You know, we would like to be very prudent at the moment. We would like just to say that we made a measurement, this measurement is accurate, and therefore we would leave to the entire community – which is actually the goal of this seminar today – the... in such a way that the whole community could tell us... give us interpretations or suggestions and certainly – one thing that is fundamental – redo the experiment in different conditions (different groups, different people) and hopefully to find the same result. »

[Sapete, vorremmo essere molto prudenti al momento. Vorremmo solo dire che abbiamo fatto una misura, questa misura è accurata, e quindi vorremmo lasciare all'intera comunità – ciò è effettivamente lo scopo di questo seminario oggi – il... in modo che l'intera comunità ci possa dire... darci interpretazioni o suggerimenti e certamente – una cosa che è fondamentale – rifare l'esperimento in condizioni differenti (gruppi differenti, persone differenti) e sperabilmente trovare lo stesso risultato.]

Dario Autiero:

« We have chosen not to interpret our results in terms of new physics. [...] We are just presenting today our result as experimentalists. »

[Abbiamo scelto di non interpretare i nostri risultati in termini di nuova fisica. [...] Stiamo solo presentando oggi il nostro risultato da sperimentali.]

Dal punto di vista *verbale*, in queste dichiarazioni sono indubitabilmente presenti:

- a. la volontà di non interpretare il risultato, e in particolare di non interpretarlo in termini di eventuale rivisitazione della teoria della relatività di Einstein;
- b. la consapevolezza di possibili errori nella misura, sfuggiti all'attenzione degli sperimentatori.

3. La risonanza sui media

A causa del coinvolgimento italiano nell'esperimento, era prevedibile che in Italia il risultato avrebbe avuto una risonanza particolare. Vediamo dunque come l'opinione pubblica recepisce la notizia.

Analizziamo gli articoli sul tema apparsi sul quotidiano on line "Repubblica.it", che l'agenzia Nielsen Netratings ha riconosciuto come il principale sito d'informazione italiano, tra il 22 e il 25 settembre 2011. La ricerca è stata effettuata inserendo la chiave "neutrino *oppure* neutrini" nel motore di ricerca del sito. Come spiegheremo nel seguito, sono stati omessi dalla lista articoli in cui compare il termine "neutrino" ma che non si riferiscono alla notizia della misura di OPERA. In Tab. 1 sono riportate date e titoli dei 10 articoli trovati.

Data	Titolo <i>eventuale sottotitolo</i>
22-9-2011	"Neutrini più veloci della luce" Messo in discussione Einstein <i>Clamorosi risultati di uno studio del Cern e dell'Infn guidato da un fisico italiano: particelle sparate da Ginevra al Gran Sasso hanno infranto il muro considerato invalicabile dalla fisica. Margherita Hack: "Sarebbe una rivoluzione"</i>
23-9-2011	La scoperta del neutrino più veloce della luce
23-9-2011	Un passo verso la fantascienza ipotizzabili anche i viaggi nel tempo
23-9-2011	Neutrini più veloci della luce c'è la conferma ufficiale <i>Nel percorrere i 730 km che separano il Cern dal Gran Sasso ci hanno messo 60 nanosecondi meno del previsto, rivela l'analisi dei dati sull'esperimento. Oggi i dettagli</i>
23-9-2011	Tra Lucrezio ed Einstein
24-9-2011	Il neutrino anti-Einstein divide gli scienziati
24-9-2011	Troppo presto per archiviare Einstein nella fisica le rivoluzioni sono rarissime
24-9-2011	I cervelli in fuga dalle Torri all'inseguimento dei neutrini
24-9-2011	Ereditato, l'eccellenza targata Federico II

24-9-2011	Un balzo enorme del sapere umano si potrà scardinare il concetto di tempo
-----------	--

Tab. 1 – Articoli di Repubblica.it contenenti la parola neutrino al singolare o al plurale pubblicati tra il 22 e il 25 settembre 2011

Malgrado il tono prudente dei fisici del Cern, la necessità di “fare notizia” induce i giornalisti a concentrarsi quasi unicamente sulle possibili prospettive “rivoluzionarie” della misura, anziché sul ruolo “interlocutorio” del risultato, in attesa di interpretazione e/o di smentita. I due approcci sono riconoscibili nei titoli e sottotitoli degli articoli dalle espressioni riportate in Tab. 2.

Prospettiva “rivoluzionaria”	Prospettiva “interlocutoria”
Scoperta Un passo verso la fantascienza Un balzo enorme del sapere umano Scardinare il concetto <i>Infranto il muro</i> <i>Rivoluzione</i>	Divide gli scienziati Troppe presto

Tab. 2 – Espressioni riferibili una prospettiva “rivoluzionaria” o “interlocutoria” in titoli e sottotitoli (in corsivo) degli articoli della Tab. 1

Si noti come nei 10 titoli compaia ben 4 volte la parola “Einstein”. Da un’analisi delle occorrenze nei testi degli articoli, risulta che “Einstein” compare 20 volte ed è l’ottava parola più comune (la prima è neutrino/neutrini con 39 occorrenze; “Ereditato”, il portavoce di OPERA, compare 23 volte). Numerose ricerche indicano Einstein come lo scienziato dal nome più conosciuto, e il ruolo particolare della parola “Einstein” nella comunicazione della scienza è stato più volte sottolineato. In questo caso è inevitabile che la sua presenza sia associata alla notizia della possibile violazione della sua teoria, pur espressamente rifiutata nei comunicati del Cern.

Se l’approccio sensazionalistico è in qualche modo prevedibile da parte di un quotidiano, più sorprendente è un comunicato dell’allora Ministro dell’Istruzione, Università e Ricerca del 23-09-2011. Il comunicato è divenuto molto famoso in Italia perché, nella seconda parte, fa riferimento a un “tunnel tra il Cern ed i laboratori del Gran Sasso, attraverso il quale si è svolto l’esperimento”, plateale errore che ha generato un’ondata di ironia e indignazione sul web. Ma degna di nota è anche la prima parte dello stesso comunicato⁹:

« Rivolgo il mio plauso e le mie più sentite congratulazioni agli autori di un esperimento storico. Sono profondamente grata a tutti i ricercatori italiani che hanno contribuito a questo evento che cambierà il volto della fisica moderna. Il superamento della velocità della luce è una vittoria epocale per la ricerca scientifica di tutto il mondo. »

Le espressioni “esperimento storico”, “cambierà il volto della fisica moderna”, “vittoria epocale” (che peraltro non sarebbe la scoperta che la velocità della luce non è insuperabile, ma l’averla superata) rientrano tutte nella prospettiva “rivoluzionaria”. Insomma, malgrado la prudenza del Cern, *l’opinione pubblica raccoglie l’idea che si è di fronte a un conclamato risultato rivoluzionario per la scienza.*

Come si può ricavare utilizzando il motore di ricerca di Repubblica.it, riferimenti ai neutrini e al tunnel del Cern compaiono nei giorni seguenti in articoli di ogni ambito, anche in seguito alla risonanza in rete dell’errore del comunicato del

Ministero. La parola “neutrino” si può trovare anche in articoli di sport e spettacoli, perfino in un commento calcistico si trova l’espressione “veloce come i neutrini”.

Per quantificare l’impatto della notizia sull’opinione pubblica osserviamo il numero di articoli pubblicati ogni anno su Repubblica.it che contengono la parola “neutrino”, al singolare o al plurale. Questi numeri, riportati in Tab. 3, mostrano un’impennata nel 2011, con ben 164 articoli (contro la media di 6.5 dei quattro anni precedenti), tutti pubblicati dopo il 22 settembre.

Anno	Numero di articoli
2007	7
2008	4
2009	5
2010	10
2011	164
2012 (I sem.)	85

Tab. 3 – Numero di articoli contenenti la parola “neutrino” al singolare o al plurale in diverse annate di Repubblica.it. Il 2012 è considerato fino al 30 giugno, pochi giorni prima dell’annuncio del Cern relativo al bosone di Higgs

Sottolineiamo inoltre che, dal 1 gennaio 2007 al 21 settembre 2011, i pochi articoli contenenti la parola “neutrino” erano tutti riferiti a notizie su esperimenti di fisica.

4. L’errore nella misura

Il 18 Novembre 2011 un altro comunicato del CERN annuncia che i risultati della misura sono stati ripetuti⁵:

[...] This test confirms the accuracy of OPERA’s timing measurement, ruling out one potential source of systematic error. The new measurements do not change the initial conclusion. Nevertheless, the observed anomaly in the neutrinos’ time of flight from CERN to Gran Sasso still needs further scrutiny and independent measurement before it can be refuted or confirmed. [...]

[Questo test conferma l’accuratezza delle misure del tempo di OPERA, escludendo una potenziale sorgente di errore sistematico. Le nuove misure non cambiano le conclusioni iniziali. Ciò nonostante, l’anomalia osservata nel tempo di volo dei neutrini tra il CERN e il Gran Sasso necessita ancora ulteriori controlli e misure indipendenti prima che possa essere confutata o confermata.]

Malgrado la “conferma”, il tono prudente non cambia. Il comunicato annuncia anche che il team ha sottoposto un articolo al Journal of High Energy Physics (JHEP), cioè che al *preprint* è seguito un articolo per un giornale soggetto a peer review.

Il 23 febbraio 2012 viene pubblicato però un comunicato in cui si annuncia la scoperta di una possibile fonte di errore. Nei cinque mesi precedenti, numerosi articoli scientifici erano apparsi nel tentativo di dare una giustificazione teorica alla misura. Il comunicato fa riferimento a due possibili origini dell’errore, una delle quali potrebbe portare a una sottostima del tempo di volo dei neutrini⁵:

The OPERA collaboration has informed its funding agencies and host laboratories that it has identified two possible effects that could have an influence on its neutrino timing measurement. These both require further tests with a short pulsed beam. If confirmed, one

would increase the size of the measured effect, the other would diminish it. The first possible effect concerns an oscillator used to provide the time stamps for GPS synchronizations. It could have led to an overestimate of the neutrino's time of flight. The second concerns the optical fibre connector that brings the external GPS signal to the OPERA master clock, which may not have been functioning correctly when the measurements were taken. If this is the case, it could have led to an underestimate of the time of flight of the neutrinos. The potential extent of these two effects is being studied by the OPERA collaboration. New measurements with short pulsed beams are scheduled for May.

[La collaborazione OPERA ha informato i suoi enti finanziatori e i laboratori ospitanti di aver identificato due possibili effetti che potrebbero avere un'influenza sulle sue misure del tempo dei neutrini. Questi richiedono entrambi test ulteriori con un fascio a impulso breve. Se confermati, uno aumenterebbe l'entità dell'effetto misurato, l'altro la diminuirebbe. Il primo possibile effetto riguarda un oscillatore usato per fornire i timestamp per la sincronizzazione del GPS. Esso potrebbe aver condotto a una sovrastima del tempo di volo dei neutrini. Il secondo riguarda il connettore della fibra ottica che porta il segnale esterno del GPS all'orologio centrale di opera, che potrebbe non aver funzionato correttamente quando le misure sono state effettuate. Se questo fosse il caso, potrebbe aver condotto a una sottostima del tempo di volo dei neutrini. La potenziale rilevanza di questi due effetti è in corso di studio da parte della collaborazione OPERA. Nuove misure con fasci a impulso breve sono programmate per maggio.]

Come viene recepito quest'annuncio dall'opinione pubblica? Seguendo sempre come riferimento Repubblica.it, in titoli e articoli troviamo parole come “abbaglio”, “flop”, “dietrofront”. L'articolo del 24-2-2012 intitolato “La scienza inesatta – la ricerca è piena di abbagli” ha il seguente incipit: “La cattiva notizia [...] è che la scienza può sbagliare”. Un altro articolo, intitolato “La vendetta di Einstein”, inizia così: “Il buon vecchio Einstein si è salvato. La sua teoria della relatività, messa in forse dagli esperimenti del Cern sui neutrini veloci, si è salvata anch'essa”. Coerentemente con la prospettiva “rivoluzionaria” assunta nel comunicare l'annuncio di settembre, la nuova notizia viene comunicata come un clamoroso fallimento: nei 7 articoli dedicati alla notizia abbiamo trovato una ricorrenza di termini legati all'area semantica dell'insuccesso o addirittura della frode (“smentita/smentite”: 8 occorrenze, “torto”: 3 occorrenze, “frodi”: 3 occorrenze, “truffatore”: 2 occorrenze. Per fare un confronto con parole “neutre” che ci aspettiamo ricorrenti: “misura/misurazione” ed “Ereditato” hanno 4 occorrenze ciascuna).

Sarà in seguito reso noto al pubblico poi che circa 30 persone del team di OPERA avevano rifiutato di mettere la firma sul *preprint* (che ha 185 autori) perché non convinti dell'opportunità di pubblicare così presto il risultato, anche se solo in formato *preprint*. Accusato di aver avuto troppa fretta e di non aver effettuato ulteriori verifiche, il 31 marzo Ereditato si dimette da portavoce del team di ricerca di OPERA, dopo aver tentato invano di gestire pesanti malumori interni.

L'8 giugno giunge un nuovo comunicato del CERN: a una conferenza a Kyoto, Bertolucci conferma che in tutti gli esperimenti si misura un tempo di volo dei neutrini consistente con la velocità della luce. Nel comunicato si legge il seguente commento⁵:

This is at odds with a measurement that the OPERA collaboration put up for scrutiny last September, indicating that the original OPERA measurement can be attributed to a faulty element of the experiment's fibre optic timing system.

“Although this result isn't as exciting as some would have liked,” said Bertolucci, “it is what we all expected deep down. The story captured the public imagination, and has given people the opportunity to see the scientific method in action – an unexpected result was put up for scrutiny, thoroughly investigated and resolved in part thanks to collaboration between normally competing experiments. That's how science moves forward.”

[Questo è in contrasto con la misura che la collaborazione OPERA ha aperto a un controllo lo scorso settembre, indicando che la misura originale dell'esperimento OPERA può essere attribuita a un elemento difettoso della fibra ottica del sistema di sincronizzazione dell'esperimento.

“Anche se questo risultato non è eccitante come qualcuno avrebbe desiderato,” ha detto Bertolucci, “è quello che tutti in fondo ci aspettavamo. La storia ha catturato l'immaginazione del pubblico, e ha dato alla gente l'opportunità di vedere il metodo scientifico in azione – un risultato inatteso è stato aperto a un controllo, analizzato a fondo e parzialmente risolto grazie alla collaborazione tra esperimenti normalmente in competizione. Questo è come la scienza progredisce.”]

Due frasi colpiscono l'attenzione in questo comunicato: l'affermazione che la non correttezza della misura “è quello che tutti in fondo ci aspettavamo”, e l'affermazione che tutta la faccenda abbia “dato alla gente l'opportunità di vedere il metodo scientifico in azione”.

Torneremo più avanti sulla prima frase, palesemente in contrasto con quanto percepito dall'opinione pubblica. Riguardo alla seconda, siamo davvero così sicuri che “la gente” abbia visto “il metodo scientifico in azione”?

5. Il ruolo dell'*aspettativa* nella comunicazione della scienza

Per interpretare l'*affaire neutrino* abbiamo bisogno prima di tutto di un modello che ci permetta di individuare gli attori e le loro relazioni. Storicamente i tentativi di descrivere l'attività scientifica hanno generato numerose scuole di pensiero, che potremmo raggruppare schematicamente in tre blocchi, che corrispondono per grandi linee a tre diversi modelli interpretativi della scienza (Fig. 1). Un primo modello, che per semplicità chiameremo “Galileiano”, è quello dello scienziato che interagisce con la natura, attraverso il risultato di un esperimento. In questo paradigma si muovono i primi filosofi della scienza *ante litteram*, tra cui Bacone, Galileo, Cartesio. Un secondo modello, che potremmo chiamare “umanizzato”, mette in evidenza il ruolo della soggettività dello scienziato, che non può non farsi influenzare dai suoi desideri e dalle sue aspettative sul risultato dell'esperimento. Un modello ancora più elaborato, a cui diamo il nome generico di “modello complesso”, tiene conto del sistema di relazioni reciproche e pluridirezionali tra il risultato e i desideri e aspettative del ricercatore, dei supervisor della ricerca, della comunità scientifica, dei finanziatori della ricerca, dei cittadini. L'interpretazione dell'attività scientifica come sistema complesso ha avuto tra i suoi diretti o indiretti sostenitori Kuhn, Merton, Latour, Barnes e molti altri. Nella nostra analisi faremo riferimento a questo modello.

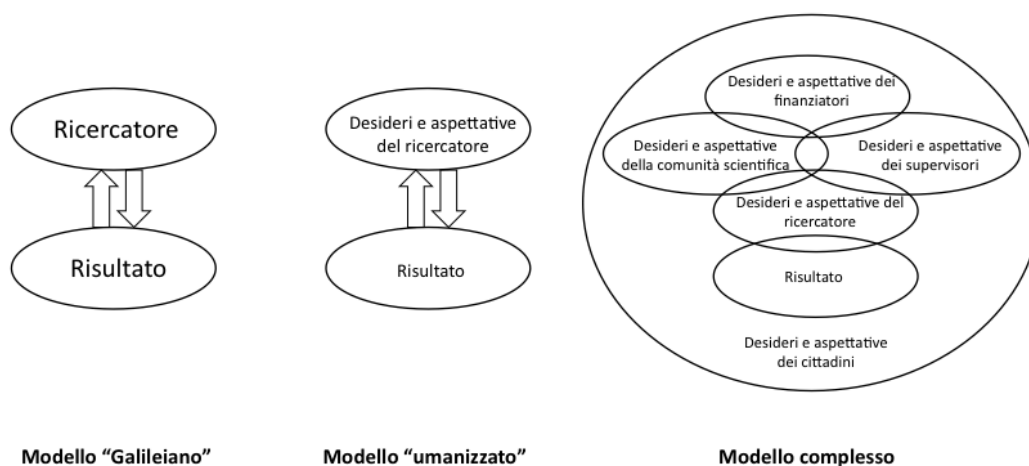


Fig. 1 – Schemi di tre modelli semplificati per descrivere l'attività scientifica

Per garantire un buon funzionamento del “sistema complesso” scienza è cruciale la qualità delle relazioni tra i componenti. Per molto tempo si è ragionato sulla sola relazione scienziato-natura, in seguito si è prestata attenzione alla comunicazione tra i vari attori. Mentre la comunicazione interna alla comunità scientifica ha ormai alle spalle una tradizione di efficacia ed efficienza consolidata, seppure si discute giustamente su come migliorarla e su come far fronte ai nuovi problemi (allargamento della comunità scientifica, internet, ecc.), la comunicazione scienziati-cittadini è stata a lungo considerata poco più di un “accessorio” non indispensabile al funzionamento del sistema scienza. Una volta riconosciuto il ruolo dei “cittadini” nel sistema, la comunicazione della scienza è diventata oggetto di studio e infine una disciplina accademica. All'interno di essa si è avviato lo sviluppo di modelli di comunicazione scienza-società, dapprima unidirezionali (come il *deficit model*, basato su una semplice trasmissione di informazioni da scienziati a cittadini), poi sempre più bidirezionali e partecipati¹⁰.

Tra le relazioni del sistema, quella che resta a tutt'oggi maggiormente problematica è quella tra “risultato” e “cittadini”. Il ricercatore non tollera facilmente interferenze esterne su scelte “scientifiche” che ritiene di sua esclusiva pertinenza, nemmeno in casi in cui le conseguenze di un determinato risultato abbiano un elevato impatto sociale. Rifiutando *in toto* la possibilità di quest'interazione, lo scienziato favorisce però lo sviluppo nei cittadini di atteggiamenti di tipo difensivo o perfino paranoico, come le numerose teorie complottistiche che si trovano leggendo in rete. L'interazione tra aspettative dei cittadini e risultato, lasciata incontrollata, ha prodotto spesso situazioni di imbarazzo per gli scienziati. Un caso famoso in Italia è quello del prof. Di Bella, un medico che nel 1998 sostenne di aver individuato una cura alternativa per il cancro. Quando, in seguito alla sperimentazione condotta scientificamente, il ministero dichiarò inefficace la cura, i cittadini si mobilitarono in massa per chiedere che lo stato ne garantisse comunque la gratuità nell'ambito del sistema sanitario nazionale^{11,12}. Situazioni di questo tipo non sono causate dalla sola aspettativa dell'opinione pubblica: talvolta è l'aspettativa della comunità scientifica stessa, che naturalmente influisce sul processo di accettazione o rifiuto di un risultato, a generare *impasse*. Per esempio l'aspettativa della comunità dei fisici della materia contribuì in modo determinante a favorire lo “scandalo Schön”, considerato una delle più grandi frodi scientifiche di tutti i tempi¹³.

Poiché l'aspettativa dei cittadini è determinante nel favorire od ostacolare l'evoluzione di un programma di ricerca scientifica¹⁴, gli scienziati devono assumersi la loro parte di responsabilità sul modo in cui quest'aspettativa evolve. Per quanto l'emergere di determinate aspettative sia un processo non razionale e non deterministico, modalità e contenuti dei messaggi della comunità scientifica verso i cittadini possono giocare un ruolo centrale. È stato più volte ribadito che lo scienziato, nei confronti dei cittadini, non possa – nemmeno volendolo – limitarsi a riferire i “fatti oggettivi”¹⁵. Ciò implica una *scelta* in termini di comunicazione, che può essere consapevole o inconsapevole.

Se nei casi in cui risultati scientifici hanno immediata ricaduta sociale (cura contro il cancro, fusione fredda, ecc.) è naturale che si generino aspettative “spontanee” illusorie, nel caso dell'*affaire neutrino* l'aspettativa illusoria è stata sollecitata prevalentemente dai fisici del Cern. Per questo la vicenda si presta particolarmente a essere analizzata dal punto di vista della comunicazione della scienza.

Per quanto riguarda le conseguenze, l'aspettativa illusoria ha reso inevitabile da parte dei mezzi di comunicazione la percezione dell'errore nell'esperimento come un fallimento (malgrado gli obiettivi di OPERA non siano affatto legati alla misura di velocità dei neutrini). Non sappiamo quale impatto effettivo sull'immagine della scienza abbia avuto sui cittadini questo tipo di comunicazione, impatto che ci proponiamo di analizzare in un lavoro futuro; è ragionevolmente ipotizzabile del resto che possa aver favorito atteggiamenti di sfiducia nei confronti della scienza. A ciò può aver contribuito anche l'ultima fase della vicenda: la già citata frase di Bertolucci che il fatto che la misura di settembre non fosse corretta “è quello che tutti in fondo ci aspettavamo”, può essere stata percepita dall'opinione pubblica in due modi:

- a) un clamoroso *bluff*: per non ammettere l'errore, gli scienziati hanno finto di aver sempre sostenuto un altro punto di vista;
- b) un colpevole silenzio degli scienziati: se l'aspettavano, ma non si sono curati di dirlo.

Tutti coloro che hanno avuto modo di interagire con i fisici nei mesi successivi all'esperimento sanno che entrambe queste spiegazioni sono errate. La schiacciante maggioranza dei fisici ha in effetti fin da subito sempre privatamente e pubblicamente detto e scritto che si aspettava un errore nella misura. Ma poiché ciò non è stato affatto percepito dai cittadini, nei quali è cresciuta invece l'aspettativa di un risultato scientifico rivoluzionario, almeno stando all'interpretazione di Repubblica.it, entrambe le interpretazioni della frase di Bertolucci sono perfettamente legittime. Ed entrambe gettano discredito sulla comunità scientifica e sulla scienza. L'aspettativa, anziché favorire un atteggiamento positivo e di fiducia verso la scienza, le si è rivolta contro. Nel prossimo paragrafo ci proponiamo di indagare quali meccanismi abbiano portato allo sviluppo di quest'errata aspettativa.

6. Comunicazione verbale e non verbale: le premesse implicite

Confrontando il modo in cui la notizia è apparsa sui giornali con la prudenza dei comunicati del Cern, può nascere la tentazione di scaricare sui giornalisti la sola responsabilità dell'andamento della vicenda. Anche la “fuga di notizie” avvenuta il pomeriggio del 22 settembre, attraverso la violazione dell’“embargo” da parte di alcune agenzie stampa e, in Italia, con una telefonata del prof. Antonino Zichichi a un quotidiano^{3,4}, non ha certo contribuito a una comunicazione equilibrata. Ma l'idea che

i media non siano all'altezza di comunicare la scienza, con una conseguente valutazione negativa in blocco del loro comportamento, non ci sembra produttiva. I mezzi d'informazione hanno ruoli e scopi diversi dalla ricerca o dalla scuola, che noi scienziati dovremmo conoscere e accettare, senza per questo rinunciare a mirate critiche, con l'obiettivo costruire un'interazione migliore. Il modo in cui i giornali hanno trattato l'argomento è la conseguenza di una relazione tra scienza e media e non di uno solo dei due attori; e gli esiti della vicenda non possono essere scaricati solo sui media. Malgrado titoli e toni sensazionalistici, per esempio, quasi tutti i giornali hanno riportato correttamente fin da subito le dichiarazioni di prudenza dei comunicati e delle interviste: perché esse sono state del tutto ignorate?

Vediamo dunque cosa è accaduto dopo l'iniziale fuga di notizie, quando i fisici di OPERA hanno avuto direttamente la parola: il seminario del pomeriggio del 23 è stato seguito in streaming da un numero enorme di spettatori. Occorre specificare che non si trattava di una conferenza stampa, ma di un normale seminario interno diretto a una platea di fisici. Non è raro che un seminario venga scelto come strumento per divulgare alla comunità scientifica risultati ancora da pubblicare, per sondare le possibili reazioni della comunità stessa (di cui fanno parte i potenziali *referee* dell'articolo). Ciò accade soprattutto per le ricerche in cui, come in questo caso, la comunità scientifica esercita una forte pressione a diversi livelli perché vengano raggiunti (e pubblicati) al più presto dei risultati. In questo caso il seminario specialistico è stato seguito però da un numero molto più grande di persone estranee alla fisica. A differenza di quanto accade solitamente, in cui la diffusione al grande pubblico di un risultato scientifico è nettamente separata da quella all'interno della comunità scientifica¹⁶, i cittadini hanno potuto seguire direttamente il processo di comunicazione standard della comunità scientifica, cioè un seminario specialistico. La scelta di questa modalità è stata compiuta dal Cern, che nel suo primo comunicato ha rimandato tutti i dettagli all'appuntamento in streaming con il seminario.

La stessa comunità scientifica non è apparsa tuttavia del tutto consapevole di questa apertura all'esterno, come dimostra l'affermazione di Bloch, durante la presentazione, di voler riservare le speculazioni sulle interpretazioni della misura a una "discussione interna" (seguita in diretta, però, in tutto il mondo). In generale, e ancor più in un sistema complesso, la comunicazione è condizionata in modo determinante dalle *premesse implicite* degli attori¹⁷. Nel caso del seminario al Cern, il messaggio è stato consegnato a destinatari con premesse implicite non condivise. Le premesse implicite degli scienziati differiscono infatti radicalmente da quelle del cittadino estraneo alla comunità scientifica: espressioni come "we would like to be very prudent", o "we do not attempt any theoretical or phenomenological interpretation" hanno un significato diverso per i destinatari dentro e fuori la comunità. Questa differenza di premesse si manifesta anche solo a livello terminologico: la "prudenza" scientifica non è la "prudenza" del linguaggio comune, legata principalmente al concetto di pericolo, rischio. Per fare un altro esempio, la parola "errore" è nel senso comune qualcosa *che non doveva avvenire*, mentre nella scienza è un ordinario passaggio del metodo di ricerca. Quello che per lo scienziato è un errore negli strumenti, o errore nel protocollo, o errore nell'interpretazione, diventa nel senso comune genericamente un *errore dello scienziato*, in un'accezione completamente diversa e negativa. Ricordiamo l'incipit di uno degli articoli di Repubblica.it dopo la comunicazione dell'errore: "La cattiva notizia [...] è che la scienza può sbagliare".

La differenza di premesse implicite ha un forte impatto anche a livello non verbale. Il seminario del 23 è stato percepito da tutti coloro che assistevano la prima

volta a un seminario del Cern come un *evento eccezionale*, anche solo per il fatto stesso di assistere per la prima volta a un seminario. Le dichiarazioni di Bloch ed Ereditato sullo scopo del seminario, che era di condividere un risultato con gli altri scienziati, non sono state comprese appieno, come è naturale che accada con chi non condivide le premesse implicite del metodo di lavoro della comunità scientifica. Per un giornalista, un annuncio pubblico di un risultato davanti a una platea ha ben altro significato che per uno scienziato.

Anche l'opinione pubblica ha recepito i comportamenti non verbali in misura maggiore di quelli verbali: la comparsa del neutrino sui giornali, e in particolare di articoli di fisici sconosciuti al grande pubblico sulle prime pagine dei quotidiani, ha rafforzato l'idea che fosse in corso una rivoluzione scientifica, così come le dimissioni di Ereditato hanno corroborato l'interpretazione che l'errore sia stato un netto fallimento. Le evidenze non verbali hanno messo del tutto in secondo piano le opinioni prudenti verbali degli scienziati, pur riportate dai giornali.

In un articolo sull'inserito domenicale del "Sole 24 Ore", il fisico Fernando Ferroni si è interrogato sulle difficoltà di comunicazione che hanno caratterizzato l'*affaire neutrino*¹⁸. Secondo Ferroni, rispetto all'usuale indifferenza dei media per gli esperimenti di fisica, che avvengono "al riparo da occhi indiscreti", nel caso del neutrino "il processo scientifico esperimento-risultati-verifica-errore (eventuale) è avvenuto invece sotto i riflettori dell'opinione pubblica mondiale". In realtà, pur se il processo è stato effettivamente seguito dal pubblico, lo è stato solo a livello superficiale e senza che gli "spettatori" potessero comprenderne davvero i passaggi. Per poter seguire un processo scientifico occorre condividere la conoscenza del metodo. Per poter riconoscere e interpretare correttamente i meccanismi della "scienza in azione" occorre conoscere le premesse implicite dietro tali meccanismi, premesse che non si possono condividere con episodi isolati di aperture all'esterno. Per rendere davvero partecipi i cittadini dei processi della "scienza in azione" occorre una comunicazione – bidirezionale – molto più stretta e molto più attenta alle questioni metodologiche. Nella non condivisione con i cittadini del meccanismo di funzionamento della ricerca scientifica (sia epistemologico che sociologico) possiamo individuare la principale causa della maggior parte delle incomprensioni fra scienza e società. La scelta di condividere apre l'ulteriore questione dell'accettazione dell'intervento dei cittadini nell'esprimere giudizi di valore sulle ricadute sociali dei risultati scientifici.

Ferroni prosegue constatando una "profonda dissincronia tra le logiche, i metodi, i presupposti logici e emotivi della comunità scientifica e quelli dell'opinione pubblica". Condividiamo quest'analisi: finché, del resto, gli "occhi indiscreti" saranno considerati tali, tale distanza resterà incolmabile.

7. Conclusioni

L'*affaire neutrino* è stato per la comunità dei fisici un episodio "difficile da metabolizzare"¹⁸. Se le esperienze negative di interazione tra scienza e società inducono talvolta a invocare una minore comunicazione della scienza, tale risposta non appare convincente: non è comunicando di meno, ma di più, che in una società democratica si possono risolvere e superare i conflitti.

Ma l'*affaire neutrino* non è un semplice problema di comunicazione della scienza. Come abbiamo argomentato in precedenza, il disallineamento tra comunità scientifica e società ha radici più profonde, sulle quali è possibile (e auspicabile)

interventire. Riassumendo, possiamo condensare in quattro punti la “lezione” che noi scienziati e comunicatori scientifici di tutti gli ambiti disciplinari dovremmo apprendere da questa vicenda:

1. È necessario avvicinare i cittadini alle premesse metodologiche della ricerca scientifica, rendendo i cittadini partecipi dei *processi* e non solo dei *risultati* della scienza. Senza ricadere nell’errore di seguire un “deficit model” metodologico, al lineare trasferimento di informazione è preferibile un approccio su diversi piani che coinvolga la scuola, i media, gli scienziati in un confronto aperto e costante, come peraltro già proposto e discusso in altri paesi¹⁹.
2. Occorre rinunciare all’idea ingenua che una visione acriticamente positiva della scienza, legata per lo più a elevate aspettative, faccia bene alla scienza stessa. È preferibile che gli scienziati rifiutino fin dall’inizio la fiducia incondizionata che spesso i cittadini ripongono nella scienza, piuttosto che vedersela negare all’improvviso qualora si giunga a una divergenza, a quel punto insanabile.
3. È opportuna una riflessione sul ruolo cruciale svolto dalle aspettative dei cittadini nell’indirizzare l’attività scientifica. L’impresa scientifica non è separabile da un confronto di valori, idee, opinioni: parafrasando Weber, nessuna scelta è oggettiva e nessuna scelta non è politica²⁰. È opportuno riflettere su come rendere partecipi alle scelte scientifiche che hanno ricadute sulla comunità i cittadini coinvolti, che sarà anche compito degli scienziati aiutare a essere preparati a compiere queste scelte.
4. La comunità scientifica deve ricercare l’interazione con i mezzi di comunicazione di massa proponendo e stimolando un rapporto di collaborazione proficuo per entrambi, che passi anche attraverso la partecipazione degli scienziati alle scuole di giornalismo, l’incoraggiamento dei giovani laureati in materie scientifiche a dedicarsi alla comunicazione, la partecipazione attiva della comunità scientifica alla divulgazione in tutte le forme.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Adriana Valente ed Emanuele Pontecorvo per le preziose discussioni.

¹ Bohme G. (edited by), “Confronting nature - The sociology of solar-neutrino detection”, Kluwer (1986)

² Acquafredda R. et al., “The OPERA experiment in the CERN to Gran Sasso neutrino beam”, JINST 4 P04018 (2009)

³ Bonaventura F., “Il caso dei neutrini e le (cattive) pratiche di comunicazione”, <<http://jeky111.sissa.it/?p=5446>> (2012)

-
- ⁴ Bettani F., “Il volo dei neutrini dal Gran Sasso ai social media”,
<<http://jekyl111.sissa.it/?p=6549>> (2012)
- ⁵ Greco P., Neutrini più veloci della luce per errore, Scienzainrete
<<http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/neutrini-piu-veloci-della-luce-errore>> (2012)
- ⁶ Cern Press Office, <<http://press.web.cern.ch>>
- ⁷ Cern document server, “New results from OPERA on neutrino properties”,
<<http://cdsweb.cern.ch/record/1384486>> (2011)
- ⁸ Cern TV, “OPERA: interviews of Antonio Ereditato and Dario Autiero”,
<<http://www.youtube.com/watch?v=HSMvSxYQrus>> (2011)
- ⁹ MIUR press office,
<http://www.istruzione.it/web/ministero/comunicati_11>
- ¹⁰ Valente A., “Comunicare la scienza per partecipare la scienza”, in *Partecipare la scienza*, edited by Valente A., Luzi D., Biblink (2004)
- ¹¹ Italian Study Group for the Di Bella Multitherapy Trials, “Evaluation of an unconventional cancer treatment (the Di Bella multitherapy): results of phase II trials in Italy”, *BMJ* 318:224 (1999)
- ¹² Castellani T., “Calibrazione e retroazione nell’attività dello scienziato”,
<<http://www.circolobateson.it>> (2007)
- ¹³ Reich E.S., “The rise and fall of a physics fraudster”, *Physics World*, 22 (5) (2009)
- ¹⁴ Borup M., Brown N., Konrad K., Van Lente H., “The Sociology of Expectations in Science and Technology”, *Technology Analysis & Strategic Management* Vol. 18, Nos. 3/4 (2006)
- ¹⁵ Valente A., “Riflessioni su ‘L’Agire Comunicativo’ di Habermas e la comunicazione scientifica”, in *Trasmissione d’élite o accesso alle conoscenze?*, edited by Valente A., Franco Angeli (2002)
- ¹⁶ Whitley R., “Knowledge producers and knowledge acquirers”, in Shinn T. and Whitley R. (eds.), *Expository Science. Forms and functions of popularisation*, *Sociology of the Sciences*, Yearbook IX, Dordrecht: Reidel (1985)
- ¹⁷ Sclavi M., “Arte di ascoltare e mondi possibili: come si esce dalle cornici di cui siamo parte”, *Le vespe* (2000)
- ¹⁸ Ferroni F., “Occhi indiscreti sul neutrino”, *Il sole 24 ore* 11-3-2012 (2012)
- ¹⁹ Pitrelli N., “La crisi del ‘Public Understanding of Science’ in Gran Bretagna”, *JCOM* 2 (1) (2003)
- ²⁰ Weber M., “Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre”, Mohr (1922)