theFuture ofScience andEthics

Rivista scientifica a cura del Comitato Etico
della Fondazione Umberto Veronesi

Volume 2 **numero 2** ■ dicembre 2017

Fondazione Umberto Veronesi
—per il progresso delle scienze

theFuture
ofScience
andEthics

Fondazione
Umberto Veronesi
– per il progresso
delle scienze

theFuture ofScience andEthics

Rivista scientifica
del Comitato Etico
della Fondazione Umberto Veronesi
ISSN 2421-3039
ethics.journal@fondazioneveronesi.it
Periodicità semestrale
Piazza Velasca, 5
20122, Milano

Direttore
Cinzia Caporale

Condirettore
Silvia Veronesi

Direttore responsabile
Donatella Barus

Comitato Scientifico
Roberto Andorno (University of Zurich, CH); Massimo Cacciari (Università Vita-Salute San Raffaele, Milano); Stefano Canestrari (Università di Bologna); Carlo Casonato (Università degli Studi di Trento); Roberto Cingolani (Direttore scientifico Istituto Italiano di Tecnologia-IIT, Genova); Giancarlo Comi (Direttore scientifico Istituto di Neurologia Sperimentale, IRCCS Ospedale San Raffale, Milano); Gilberto Corbellini (Sapienza Università di Roma e Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Lorenzo d'Avack (Università degli Studi Roma Tre); Giacinto della Cananea (Università degli Studi di Roma Tor Vergata); Sergio Della Sala (The University of Edinburgh, UK); Hugo Tristram Engelhardt jr. (Rice University e Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA); Andrea Fagiolini (Università degli Studi di Siena); Daniele Fanelli (London School of Economics and Political Science, UK); Gilda Ferrando (Università degli Studi di Genova); Giovanni Maria Flick (Presidente emerito della Corte costituzionale); Nicole Foeger (Austrian Agency for Research Integrity-OeAWI, Vienna, e Presidente European Network for Research Integrity Offices — ENRIO); Tommaso Edoardo Frosini (Università degli Studi Suor Orsola Benincasa, Napoli); Filippo Giordano (Libera Università Maria Ss. Assunta-LUMSA, Roma); Giorgio Giovannetti (Rai — Radiotelevisione Italiana S.p.A.); Massimo Inguscio (Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR); Giuseppe Ippolito (Direttore scientifico IRCCS Istituto Nazionale per le Malattie Infettive Lazzaro Spallanzani, Roma); Michèle Leduc (Directrice de recherche émérite au CNRS et Comité d'étique du CNRS, FR); Luciano Maiani (Sapienza Università di Roma e CERN, CH); Sebastiano Maffettone (LUISS Guido Carli, Roma); Elena Mancini (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Vito Mancuso (Teologo e scrittore); Alberto Martinelli (Università degli Studi di Milano); Roberto Mordacci (Università Vita-Salute San Raffaele, Milano); Paola Muti (McMaster University, Hamilton, Canada); Ilja Richard Pavone (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Renzo Piano (Senatore a vita); Alberto Piazza (Università degli Studi di Torino e Presidente dell'Accademia delle Scienze di Torino); Riccardo Pietrabissa (Politecnico di Milano); Tullio Pozzan (Università degli Studi di Padova e Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Francesco Profumo (Politecnico di Torino e Presidente Fondazione Bruno Kessler, Trento);

Giovanni Rezza (Istituto Superiore di Sanità-ISS); Gianni Riotta (Princeton University, NJ, USA); Carla Ida Ripamonti (Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori-INT, Milano); Angela Santoni (Sapienza Università di Roma); Pasqualino Santori (Presidente Comitato Bioetico per la Veterinaria-CBV, Roma); Elisabetta Sirgiovanni (Sapienza Università di Roma e New York University); Guido Tabellini (Università Commerciale Luigi Bocconi, Milano); Henk Ten Have (Duquesne University, Pittsburgh, PA, USA); Giuseppe Testa (Istituto Europeo di Oncologia-IEO, Milano); Chiara Tonelli (Università degli Studi di Milano); Silvia Veronesi (Avvocato); Riccardo Viale (Scuola Nazionale dell'Amministrazione-SNA e Herbert Simon Society); Luigi Zecca (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR).

Sono componenti di diritto del Comitato Scientifico della rivista i componenti del Comitato Etico della Fondazione Umberto Veronesi: Cinzia Caporale (Presidente del Comitato Etico) (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Vittorino Andreoli (Psichiatra e scrittore); Elisabetta Belloni (Segretario Generale Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale); Gherardo Colombo (già Magistrato della Repubblica italiana, Presidente Casa Editrice Garzanti, Milano); Carla Collicelli (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Domenico De Masi (Sapienza Università di Roma); Giuseppe Ferraro (Università degli Studi di Napoli Federico II); Carlo Flamigni (Comitato Nazionale per la Bioetica); Vittorio Andrea Guardamagna (Istituto Europeo di Oncologia-IEO); Antonio Gullo (Università degli Studi di Messina); Armando Massarenti (CNR Ethics); Lucio Militerni (Consigliere emerito Corte Suprema di Cassazione); Telmo Pievani (Università degli Studi di Padova); Carlo Alberto Redi (Università degli Studi di Pavia e Accademia Nazionale dei Lincei); Alfonso Maria Rossi Brigante (Presidente onorario della Corte dei conti); Marcelo Sánchez Sorondo (Cancelliere Pontificia Accademia delle Scienze); Paola Severino Di Benedetto (Rettore LUISS Guido Carli, Roma); Elena Tremoli (Università degli Studi di Milano e Direttore scientifico IRCCS Centro Cardiologico Monzino, Milano).

Coordinatore del Comitato Scientifico: Laura Pellegrini

Redazione: Marco Annoni (Caporedattore) (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Giorgia Adamo (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR); Chiara Mannelli (Università di Torino, Candiolo Cancer Institute, FPO - IRCCS); Annamaria Parola (Fondazione Umberto Veronesi); Roberta Martina Zagarella (Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR).

Progetto grafico: Gloria Pedotti

Volume 2 **numero 2** ■ Dicembre 2017*

SOMMARIO

ARTICOLI

CALL FOR PAPERS: CURABILI E INCURABILI

DOCUMENTI DI ETICA E BIOETICA

RECENSIONI

NEWS *a cura di Giorgia Adamo*

theFuture ofScience andEthics

** Il numero è stato chiuso il 31 gennaio 2018.*

Articoli

Che cos'è la frode scientifica

What is scientific fraud?

ENRICO M. BUCCI[1]
bucci@shro.org

ERNESTO CARAFOLI[2]
ernestocarafoli@gmail.com

AFFILIAZIONI
1. Temple University, Philadelphia, PA (USA)
e Resis, Torino
2. Politecnico di Zurigo (CH)

ABSTRACT

In tempi in cui la frode scientifica è sempre più percepita come un pericolo serio per la collettività, è facile imbattersi in articoli che si chiedono se essa non debba essere considerata un crimine *tout court* e come tale processata penalmente. Nel lanciarsi in questa discussione, spesso ci si dimentica però del fatto che la frode scientifica non è definita in maniera univoca, al di là della sua qualificazione come crimine o meno. In altre parole, i confini tra errore, cattiva condotta, frode scientifica vera e propria non sempre sono identificati con sufficiente chiarezza, il che complica in maniera considerevole l'applicazione di regole e norme che siano volti all'identificazione e all'eventuale punizione di coloro che si sono macchiati di "cattivi" comportamenti. "Cattivi" fino a che punto? Fino a meritare quale tipo di punizione? Questo è il problema. Con questo piccolo scritto vorremmo portare all'attenzione del lettore alcune nostre considerazioni in merito, partendo dal fatto che nella scienza i "cattivi" comportamenti sono sempre e comunque inaccettabili – questo occorre dirlo subito con molta chiarezza – ma che non si può sbrigativamente fare di ogni erba un fascio, proprio se si vogliono contrastare con efficacia deviazioni non tollerabili. Qui non vale la semplice regola del "senza se e senza ma"; cercheremo dunque di presentare e discutere alcuni distinguo necessari per evitare scivoloni etici e concettuali.

ABSTRACT

Nowadays, since scientific fraud is perceived as a serious societal threat, it is quite easy to find articles which pose the question of whether research misconduct should be considered a criminal offence and how would it be possible to proceed in a criminal trial against fraudsters. When discussing these topics, however, it happens to forget that scientific fraud still lacks a univocal definition, a fact which undermines its possible criminalization. In other words, often the borders between error, misconduct and true scientific fraud are not sufficiently clear, so that identifying and punishing researchers whose professional behaviour was bad is considerably complicated by this lack of clarity. What is the limit of a "bad" behaviour? Which is the most appropriate punishment? These questions clearly identify the problem. In this paper, we would like to bring to the attention of the reader some of our ideas on these topics. We would like to explicitely state that misconduct in science is never acceptable, but in order to proceed against serious offences it is necessary to weight the observed behaviour in an appropriate manner. To avoid some dangerous ethical and conceptual traps, we aim to introduce here a few definitions useful to examine any allegation of research misconduct.

KEYWORDS

Frode scientifica
Scientific fraud

Integrità nella ricerca
Research integrity

Condotte scorrette nella ricerca
Research misconduct

1. GENI O CATTIVI SCIENZIATI?

Nel 1982 fu pubblicato un libro che fece grande impressione nella comunità scientifica e al di fuori di essa. Si trattava di "Betrayers of the Truth", scritto da due giornalisti investigativi di *Science*, William Broad e Nicholas Wade. Il libro era dedicato alla novità del momento, vale a dire alla denuncia del comportamento fraudolento di alcuni scienziati. Fino a quel momento, i ricercatori scientifici erano stati considerati quasi dei preti laici, avvolti da un'aura di nobiltà intellettuale e interessati a null'altro che non fosse la ricerca della verità (o della sua migliore approssimazione possibile). Sulla scia di clamorosi casi che in quegli anni sconvolgevano la comunità scientifica, i due giornalisti scrissero quello che poi diventò una lettura obbligata per chi si occupa di frode scientifica. Il libro in questione ha un'appendice, dal titolo traducibile in "Casi accertati o sospetti di frode scientifica", che include un elenco di personaggi famosi nella storia di molte discipline scientifiche. Vi si elenca ad esempio il caso di Tolomeo, l'astronomo che visse ad Alessandria nel II secolo d.C., il quale scrisse nel suo Almagesto di aver compiuto delle osservazioni astronomiche impossibili da Alessandria. Attraverso una ricostruzione accurata, si è potuto dimostrare che tali osservazioni erano state effettuate 400 anni prima da Ipparco alla latitudine di Rodi, e che pertanto Tolomeo si era appropriato dei risultati di Ipparco presentandoli come propri. Per 1300 e più anni, fino all'avvento di Copernico, Tolomeo è stato il riferimento per ogni

astronomo occidentale e fino al secolo scorso nessuno aveva messo in dubbio le sue osservazioni. Tra quelli che i due giornalisti presentarono come "casi accertati o sospetti di frode" commessi da scienziati di grande calibro storico vi sono anche esperimenti descritti da Galileo, Newton, Dalton, Mendel, Millikan e altri ancora.

Se i due giornalisti avessero ragione, potremmo concluderne che tutto sommato non è stato il metodo scientifico a far avanzare le nostre conoscenze, ma le illuminate intuizioni di alcuni singoli individui i quali, a costo di alterare i risultati sperimentali ottenuti, hanno sostenuto con forza delle ipotesi poi risultate corrette. In altre parole, dovremmo immaginare che molti dei grandi avanzamenti della conoscenza scientifica siano stati prodotti, in ultima istanza, da frodatori con "l'idea giusta" il cui lavoro è stato successivamente confermato. Come corollario, volendo salvare la scienza si dovrebbe quindi anche tollerare che la verifica sperimentale possa essere alterata *ad hoc* per far quadrare i risultati con un'idea preconcetta, in attesa che, in seguito, la storia dia ragione al ricercatore. Gli scienziati, se si accetta questo modello, sarebbero degli ingegnosi scommettitori e quelli più bravi sarebbero quelli che hanno avuto ragione a posteriori. Secondo questa idea, la visione di una scienza fatta di avanzamenti fondati sull'applicazione più rigorosa possibile del metodo sperimentale da parte di chi ha formulato una data ipotesi sarebbe sostanzialmente falsa e i migliori scienziati sarebbero non quelli che riescono inconfutabilmente a dimostrare qualcosa, ma quelli che riescono a formulare l'ipotesi poi rivelatasi giusta nei secoli successivi; inoltre, visto che anche alcuni tra i padri della scienza moderna in realtà non avrebbero affatto operato secondo le prescrizioni canoniche del metodo scientifico, questi sarebbero da considerarsi alla stregua di cattivi scienziati ed almeno in parte dei frodatori, più fortunati degli altri per aver indovinato l'ipotesi poi rivelatasi corretta. Portata all'estremo, questa visione negativa toglierebbe ogni merito pure alla *educated guess*, riducendo la formulazione di un'ipotesi scientifica quasi al lancio mentale di una monetina, privandola di quella genialità che siamo abituati a considerare dono unico di pochi individui eccezionalmente dotati.

Le cose fortunatamente non stanno così. Purché analizzati correttamente, è possibile infatti dimostrare come quasi tutti i casi citati da Broad e Wade nella loro appendice in realtà non rientrino all'interno di ciò che si intende modernamente per frode scientifica; nel contempo, attraverso questa definizione è possibile percepire chiaramente la differenza tra i casi citati dai giornalisti e quelli di frode scientifica vera e propria; quest'ultima, come possiamo aspettarci, non produce l'avanzamento delle conoscenze in alcun caso, quanto piuttosto mette a rischio l'edificio della scienza stessa.

LA FRODE SCIENTIFICA E LA SUA GRAVITÀ: UNA DEFINIZIONE OPERATIVA E UNA PROCEDURA INCREMENTALE

Da un punto di vista epistemico, solo molto recentemente si è riusciti a definire con qualche precisione cosa sia una frode scientifica. Ancora nel 1991, David Goodstein, uno dei pionieri sul tema, autore tra l'altro del primo regolamento sulla frode scientifica presso il California Institute of Technology, scriveva: «One of the reasons that nobody knows the exact extent of scientific fraud is that nobody knows exactly what scientific fraud is» (Goodstein 1991).

In particolare, rispetto a definizioni di interesse storico dei comportamenti fraudolenti, come ad esempio quelle fornite da Charles Babbage nel XIX secolo (Babbage 1830), il concetto stesso di frode scientifica oggi si è arricchito, pervenendo alla definizione di linee guida e documenti di importanza mondiale e non più legati alla definizione data da un singolo autore, tra cui ad esempio la Dichiarazione di Singapore del 2010 (Resnik e Shamoo 2011), il Codice Europeo di Condotta per l'Integrità nella Ricerca (ALLEA 2017) o anche, a livello nazionale, le Linee guida per l'integrità nella ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano (Caporale e Fanelli 2013). Questi documenti hanno quale scopo principale quello di richiamare l'attenzione sui comportamenti che concorrono all'enucleazione della frode scientifica; tuttavia, i comportamenti considerati necessari alla sua definizione possono non essere di per sé sufficienti perché si possa parlare di frode. Come si vedrà, punti importanti sono l'intenzionalità, la violazione quantitativa degli standard di settore (e relativa gradualità nella valutazione rispetto a degli standard) nonché, andando oltre la mera definizione di frode scientifica, il vantaggio personale e il danno a terzi con l'eventuale intervento della magi-

stratura. Da un punto di vista operativo, si tratta di accertare se:

1. siano occorsi alcuni specifici comportamenti (in caso affermativo, si riscontra cattiva condotta);

2. se tali comportamenti siano intenzionali, e particolarmente se siano volti a creare un supporto fittizio in favore di una certa ipotesi (in caso negativo, si ricade nei casi di errore e negligenza più o meno gravi);

3. se tali comportamenti, per quantità e qualità, violano quanto si riscontra nel settore specifico all'epoca in cui essi sono occorsi (in caso affermativo, si riscontra frode scientifica);

4. se attuare tali comportamenti abbia prodotto un danno a terzi e un vantaggio a chi li ha perpetrati (in questo caso è possibile procedere per via giudiziaria, secondo la particolare giurisdizione in cui i comportamenti riscontrati sono occorsi).

Si noti che la procedura di accertamento è incrementale per quanto riguarda la gravità del riscontro, procedendosi da semplice cattiva condotta (dovuta magari a negligenza) fino ad arrivare eventualmente ad azioni suscettibili di censura giudiziaria; una risposta affermativa in ciascun passaggio è inoltre precondizione per l'accertamento successivo. Si noti anche che, mentre per la comunità scientifica i punti da 1 a 3 sono sufficienti per dichiarare la frode scientifica, sono pochissimi i sistemi giudiziari che procedono per frode in mancanza dell'accertamento di cui al punto 4 – vi è cioè un certo disallineamento tra ciò che si intende per frode all'interno della comunità scientifica e all'esterno di essa, particolarmente nei tribunali.

In supporto all'inquadramento teorico di minima appena presentato, è sufficiente esaminare quella che attualmente è la più robusta e citata procedura per l'accertamento della frode scientifica, cioè quella adottata dal governo federale degli Stati Uniti nella sua versione attuale (US Federal Government s.a.). L'articolo I di tale procedura recita come segue:

«*Research misconduct is defined as fabrication, falsification, or plagiarism in proposing, performing, or reviewing research, or in reporting research results.*

- *Fabrication is making up data or results and recording or reporting them.*
- *Falsification is manipulating research materials, equipment, or processes, or changing or omitting data or results such that the research is not accurately represented in the research record.*
- *Plagiarism is the appropriation of another person's ideas, processes, results, or words without giving appropriate credit.*
- *Research misconduct does not include honest error or differences of opinion*».

Questo primo articolo del codice federale americano corrisponde ai punti 1 e 2 del nostro elenco. Infatti, innanzitutto si identificano e descrivono con sufficiente accuratezza quei comportamenti che ricadono nella triade ormai universalmente nota con l'acronimo FFP, ovvero fabbricazione, falsificazione e plagio. Come estensivamente discusso altrove (Bucci 2015), con ciò la cattiva condotta scientifica si lega indissolubilmente a comportamenti connessi alla procedura sperimentale e ai dati da essa prodotti, escludendo una serie di altri comportamenti parimenti riprovevoli quali ad esempio le violazioni etiche nel campo della sperimentazione umana o animale, l'inserimento fra gli autori di un articolo del nome di chi non vi ha in nulla contribuito, etc. In poche parole, le possibili cattive condotte e quindi la frode scientifica, sono legate alla produzione con artifizio, alla contraffazione e al plagio del dato scientifico, la cui valutazione diviene quindi essenziale al di là delle conclusioni cui si giunge.

Oltre a identificare le condotte che debbono essere accertate perché si possa parlare di frode scientifica, nelle procedure summenzionate si introduce anche una definizione in negativo quando si afferma che la cattiva condotta scientifica non include l'errore onesto, né in essa ricade la divergenza di opinione. Ciò richiede qualche ulteriore considerazione: cosa è infatti ciò che distingue l'errore onesto (e la negligenza, più o meno grave) dalla condotta disonesta nel caso si sia davanti a uno o più dei comportamenti FFP? In questo caso, si prende a prestito un concetto comunemente accettato nel mondo del diritto: perché vi sia dolo, e non semplice colpa, è necessaria un'intenzione positiva a tenere una certa condotta. In breve, interessa che l'e-

ventuale fabbricazione, falsificazione o plagio siano volti scientemente a creare un supporto fittizio a una certa ipotesi scientifica (nei primi due casi) oppure all'idea che un dato risultato sia stato ottenuto dagli autori e sia un loro prodotto originale (nel caso del plagio). Nel caso in cui si realizzi una condotta FFP, non è infatti sempre automatico che la condotta riscontrata sia stata intenzionalmente attuata. È ad esempio abbastanza comune il caso in cui la rappresentazione del risultato di due o più esperimenti diversi avvenga nello stesso o in più lavori scientifici con la stessa immagine, in condizioni sperimentali che non possono mai produrre come esito quella stessa identica immagine; ma l'accusare qualcuno di frode a causa della semplice duplicazione di pannelli fotografici presuppone di avere le prove che vi sia stata l'intenzione di riutilizzare quei pannelli in mancanza di dati sperimentali genuini. Queste prove possono essere acquisite solo dopo attenta analisi di tutta la documentazione prodotta in propria difesa dagli autori, che spesso dimostra come la duplicazione di immagini riscontrata sia dovuta a meri errori materiali, almeno se si tratta di casi sporadici e non ripetuti sistematicamente da parte di un dato gruppo di ricerca.

In sintesi, spesso vi possono essere evidenze convincenti che spiegano come semplice errore la duplicazione di un'immagine fotografica; e anche quando vi sia la mera possibilità di un errore, vale il principio di presunzione di innocenza. In altre condizioni, al contrario, la volontarietà della condotta è quasi automaticamente desumibile dal tipo di comportamento riscontrato: questo vale ad esempio sempre per la fabbricazione dei dati, che una volta riscontrata, implica di per sé un'intenzione senza bisogno di ulteriori evidenze.

Sin qui, nel trattare brevemente i primi due passaggi della nostra procedura ci si è occupati di distinguere errore onesto da cattiva condotta (dolosa o negligente) in presenza dell'accertamento tecnico di uno dei comportamenti FFP. Ma quando è che si passa dalla cattiva condotta professionale alla frode scientifica vera e propria? Ancora una volta, in supporto a quanto stabilito al punto 3 della nostra procedura giunge il codice federale statunitense, che nel suo secondo articolo afferma quanto segue:

«*A finding of research misconduct requires that:*

- *There be a significant departure from accepted practices of the relevant research community; and*
- *The misconduct be committed intentionally, or knowingly, or recklessly; and*
- *The allegation be proven by a preponderance of evidence*».

Qui si introducono alcuni punti ulteriori perché vi sia la prova di cattiva condotta – la quale, nel caso in cui le condizioni si realizzino, diventa vera e propria frode scientifica.

Innanzitutto, vi è l'introduzione di una soglia da superare perché una condotta accertata di FFP raggiunga il livello anche solo di cattiva condotta: essa deve discostarsi dalla pratica accettata dalla comunità scientifica di riferimento, ovvero dallo standard di settore. Si tratta quindi di una soglia non assoluta, ma specifica di ogni settore e di ogni epoca, giacché la comunità rilevante è anche quella in cui storicamente un certo comportamento si colloca.

Per comprendere l'importanza di questo ulteriore parametro da accertare, presenteremo due esempi. Cominciamo dal valutare l'utilità delle soglie in casi che sono spesso controversi, vale a dire i casi di plagio. Accertato attraverso un opportuno strumento di indagine che in un certo testo sussistano determinati brani ripresi più o meno completamente da fonti precedenti, non appropriatamente citate, si raggiunge la prova dell'esistenza di un plagio. Questo non è tuttavia sufficiente a stabilire la cattiva condotta e tantomeno la frode; infatti, sebbene si tratti di un comportamento intenzionale – anche se si è talora cercato di introdurre il concetto del cosiddetto plagio inconscio dovuto al fenomeno della criptomnesia (Kellogg 1994) –, resta da stabilire se la regola nella comunità scientifica di riferimento del plagiatore sia quella di riprodurre senza corretta attribuzione testi altrui e in caso di risposta affermativa in quale misura. Recenti ed estensivi studi, oltre a stabilire che il plagio di alcuni tipi di testo è assolutamente lecito ed anzi utile per facilitare la riproducibilità dei risultati descritti (si pensi per esempio alle descrizioni metodologiche), indicano che la quantità media di testo plagiato in articoli scientifici di discipline diverse è dissimile, oltre che essere diversa da zero (Horbach & Halffman 2017); paragonando il risultato ottenuto per il testo in analisi con la percentuale attualmente diffusa (e tollerata) nell'area scientifica di riferi-

mento è possibile stabilire se il plagio riscontrato configura una cattiva condotta e quindi una possibile frode. Non basta: nell'eventualità di plagio accertato, si dovranno differenziare i casi di auto-plagio da quelli di plagio propriamente detto, dato che solitamente lo standard tollerato per queste due forme è differente, anche nell'ambito della stessa comunità scientifica.

Nel caso descritto si vede bene quanto l'accertamento di un comportamento FFP, che di per sé è un passaggio tecnico, non è affatto sufficiente a stabilire la presenza di cattiva condotta.

Vale tuttavia la pena di fare un altro esempio, per rendere evidente come gli standard di una data comunità scientifica cambino nel tempo, per cui la comunità di riferimento per un giudizio di cattiva condotta non è solamente quella propria della disciplina cui appartiene l'opera da valutare, ma deve essere pure coeva per quanto riguarda gli standard adottati. In moltissimi lavori di biochimica e biologia molecolare sono presentati i risultati di un tipo particolare di esperimento, detto gel elettroforesi, che ha molte varianti possibili, tutte o quasi documentabili nei loro esiti attraverso la riproduzione fotografica del risultato. Talvolta, tuttavia, i ricercatori compongono collage fotografici giustapponendo porzioni diverse delle fotografie originali, affiancando tali porzioni come a costituire un'unica immagine fotografica (che in realtà non corrisponde a nessuna fotografia originale, essendo appunto un *collage*). Naturalmente, utilizzando software quali Adobe Photoshop, ricercatori disonesti possono in questo modo affiancare fra loro pezzi di esperimenti totalmente differenti quando sia per loro necessario dimostrare per ragioni tecniche (su cui non ci dilungheremo) che determinati risultati sono stati ottenuti nell'ambito di un singolo esperimento; e se sono abili, il *collage* costruito con Adobe Photoshop sarà difficilmente distinguibile dalla foto di un singolo esperimento. Per questa ragione, a partire dal 2004, alcune riviste scientifiche hanno incominciato a proibire esplicitamente nelle loro linee guida la costruzione di questi *collage*, obbligando gli autori a segnalare esplicitamente quando un'immagine corrispondeva a una foto unica e quando invece a un *collage* (Rossner & Yamada 2004); altresì, intorno al 2008 la maggior parte delle riviste di biochimica o di biologia molecolare avevano adottato il nuovo standard, che è quello tuttora vigente. A questo punto, dovrebbe risultare facilmente comprensibile che di fronte ad un'immagine di gel elettroforesi, per cui sia stato possibile provare che si tratta di un *collage*, la prima cosa da fare è considerare la data della sua pubblicazione; se infatti essa precede il 2008, e a maggior ragione se precede il 2004, lo standard di condotta era diverso da quello attuale, che non può ovviamente valere in maniera retroattiva. Pertanto, lo stesso gruppo di ricerca che attui per gli stessi fini lo stesso comportamento, in questo caso potrebbe essere giudicato diversamente per i fatti avvenuti prima di una certa data e per quelli successivi a essa, a dimostrazione della necessità di valutare non solo la qualità del riscontro tecnico di FFP, ma anche di stabilire con certezza gli standard di riferimento con cui paragonare la qualità della condotta.

I punti successivi del paragrafo II del codice federale statunitense insistono sull'intenzionalità, ma introducono anche alcuni scenari alternativi in cui si configura comunque la cattiva condotta; precisamente si fanno le ipotesi che i comportamenti FFP siano stati noti ai ricercatori coinvolti (estendendo quindi la cattiva condotta oltre l'autore materiale di FFP), oppure che siano stati ripetuti in spregio delle possibili conseguenze (*recklessly*). In particolare, l'ultima specifica può configurarsi come cattiva condotta di natura colposa, in aggiunta ai casi di vero e proprio dolo.

L'ultimo punto del regolamento statunitense merita una breve digressione. Letteralmente, si afferma che la cattiva condotta deve essere provata con preponderanza di prova (*preponderance of evidence*). A un orecchio statunitense, questa frase apparentemente innocua per un Italiano risuona come una definizione molto precisa: lo standard di sicurezza che deve essere raggiunto è quello del diritto civile, non penale (in cui è invece necessario che la giuria sia certa "al di là di ogni ragionevole dubbio", "beyond a reasonable doubt"). Questo significa che, da un punto di vista epistemico, il livello di sicurezza che deve essere raggiunto nel provare la cattiva condotta è solo quello della preponderanza dell'evidenza: le prove a favore della colpevolezza devono cioè essere di maggior fondamento e maggiormente integrate in un quadro coerente che non quelle di innocenza. Non è necessario quindi escludere qualsiasi anche piccolo e ipotetico dubbio di innocenza, come avviene in sede penale; il che è di non poca conseguenza nelle

procedure concrete in cui chi è accusato tende spesso a difendersi sollevando ipotesi non verificabili in merito alle circostanze che potrebbero assolverlo.

Fin qui, siamo arrivati a definire in quali casi e condizioni sia possibile riscontrare la frode scientifica, che è l'argomento in discussione; per quel che riguarda il punto 4 della nostra procedura, volto ad accertare se una determinata istanza di frode scientifica costituisca o meno un crimine, le strade divergono in ogni sistema legislativo. Qui basterà ricordare che vi sono Stati che, riconducendo la frode scientifica all'interno della generica nozione di frode, procedono contro di essa secondo le regole usate per tale reato; altri Stati che invece riconoscono il danno solo nel caso in cui la frode scientifica sia stata strumentale all'appropriazione indebita di risorse pubbliche o private, ivi incluse le posizioni lavorative eventualmente raggiunte grazie a essa; altri Stati ancora che procedono caso per caso, sempre però in presenza di un danno dimostrabile a terzi o di un vantaggio conseguito e comunque di un nesso di causalità tra la frode scientifica e le sue conseguenze; infine, un insieme di Stati in cui non si procede affatto per via giudiziaria in maniera specifica, quanto piuttosto applicando regolamenti interni alle istituzioni coinvolte e linee guida di livello più o meno generale[1].

Avendo stabilito quali comportamenti vengono valutati ai fini della definizione della cattiva condotta scientifica, quando questa sia dolosa o colposa, quando invece si tratti di errore onesto e quando infine si possa parlare di vera e propria frode scientifica, siamo in una miglior posizione per poter riesaminare il caso degli "imputati eccellenti" di Broad e Wade. Vediamo quindi se e in quale grado grandi personaggi storici quali Tolomeo, Galileo, Newton, Dalton, Mendel, Millikan abbiano avuto comportamenti tali da macchiarne la fama di grandi scienziati che la tradizione ha tramandat. Parleremo anche di casi meno rilevanti storicamente, perché si prestano ad alcune considerazioni di particolare interesse per i temi che stiamo trattando.

IMPUTATI, IN PIEDI: TOLOMEO, GALILEO, NEWTON, DALTON, MENDEL E MILLIKAN SONO STATI DEI FRODATORI?

Seguendo l'approccio incrementale che abbiamo testé discusso, cominciamo a esaminare i riscontri di comportamento FFP che si hanno per i nostri potenziali "imputati".

Per quanto riguarda Tolomeo, l'accusa è quella di plagio, fondato come abbiamo discusso sull'aver riutilizzato le osservazioni di Ipparco di Rodi senza attribuire alcun credito alla sua fonte. La discussione che segue è largamente tratta dalla complessa ricostruzione storica del dibattito effettuata da Hetherington (1997).

Il primo dei plagi di cui viene accusato si basa sul fatto che il catalogo di stelle di cui fornisce la posizione presenta un errore sistematico di circa 1 grado di longitudine, un fatto che aveva già portato gli astronomi arabi nel X secolo d.C. a dubitare che egli si fosse appropriato dei dati di altri e non avesse compiuto alcuna osservazione. Questi stessi sospetti furono condivisi da Tycho Brahe nel XVI secolo, da Lalande nel XVIII e da Delambre nel 1817. L'argomento su cui si fonda l'accusa è il seguente: per tener conto della precessione intercorsa dai tempi di Ipparco, credendo che essa causasse uno spostamento di un grado di longitudine per ogni secolo, Tolomeo aggiunse $2^{2/3°}$ alla longitudine del catalogo del suo predecessore. In realtà, lo spostamento dovuto alla precessione nel periodo di tempo trascorso tra Ipparco e Tolomeo è di $3^{2/3°}$, per cui le tavole di Tolomeo risultano riportare per le stelle descritte una longitudine di 1 grado inferiore al vero. Da questo errore sistematico, si è voluto desumere che egli avesse tratto i dati da Ipparco, "aggiustandoli" per tenere conto della precessione, senza in realtà aver osservato personalmente le stelle riportate nel suo catalogo (Evans 1987a, 1987b). In realtà, come già affermato da Dreyer nel 1917, ci sono spiegazioni più semplici per l'errore sistematico di Tolomeo: ad esempio, considerato che Tolomeo misurava la longitudine delle stelle rispetto a una stella di riferimento, la cui posizione era a sua volta ricavata da quella del Sole, e tenendo presente che la posizione del Sole era calcolata in modo erroneo da Tolomeo, con un errore proprio di 1° di longitudine, la discrepanza per il Sole si può agevolmente propagare a quella di tutte le stelle del suo catalogo. Vi sono spiegazioni anche per la trasformazione del complesso dei dati di Tolomeo, che possono escludere il plagio (Hetherington 1997) e la questione degli errori sistematici nel suo catalogo non può dirsi a oggi risolta. Tuttavia, vi è una seconda "prova" del fatto che le stelle del catalogo di Tolomeo fossero in realtà quelle di Ipparco. L'argomento

risale a Dennis Rawlins, che nel 1982 si accorse di come le stelle descritte nel catalogo fossero osservabili (tenendo conto di magnitudine, rifrazione e altezza sull'orizzonte) a Rodi, dove si trovava Ipparco, ma fossero invece difficilmente osservabili da Alessandria, la sede di Tolomeo. Rawlins calcolò che la probabilità che le stelle del catalogo fossero state osservate originariamente da Rodi era del 90%, mentre la probabilità di poterle osservare da Alessandria risultò essere di 1 su 10 (Włodarczyk 1987). Tuttavia, Rawlins fece i suoi calcoli utilizzando solo 11 stelle del catalogo di Tolomeo, mentre Evans dimostrò al contrario che le magnitudini apparenti riportate da Tolomeo per altre 6 stelle erano coerenti con l'estinzione atmosferica causata dalla prossimità ad Alessandria, non a Rodi (Evans 1987b).

Vi è però un argomento ulteriore che proviene da Rawlins. Lo studioso calcolò che, se le osservazioni riportate da Tolomeo fossero state effettuate come descritto con una sfera armillare, considerando il suo errore di 1° nella stima della longitudine, si sarebbero dovuti osservare nelle tavole di Tolomeo errori sistematici di latitudine di circa mezzo grado con andamento periodico; questi errori non sono presenti, dal che si dedurrebbe che le osservazioni non siano state effettuate come descritto (Rawlins 1982). Anche questa contestazione è stata tuttavia ribattuta sia da Evans, il quale afferma che vi possano essere molte fonti alternative di errore nella misura che "correggono" l'errore atteso nella latitudine (Evans 1987b), sia soprattutto da Włodarczyk, che studiando nei dettagli la tecnica di osservazione con l'astrolabio armillare ne ha dedotto che le osservazioni di Tolomeo sono plausibili (Włodarczyk 1987).

Si potrebbe continuare per molto ancora con questa affascinante serie di attacchi e difese al catalogo stellare che Tolomeo afferma essere frutto della sua diretta osservazione mentre altri affermano essere plagiato da Ipparco; tuttavia, è forse più utile in questo contesto considerare un tipo diverso di contestazione. Si tratta in particolare di quella discussa nei dettagli da Gingerich (1980), che concede con riluttanza che l'asserita "attenta osservazione" del 26 settembre del 139 d.C. di un equinozio da parte di Tolomeo non poté aver luogo, visto che presenta un errore di 30 ore. Inoltre, poiché la pretesa osservazione è facilmente spiegabile come un'estrapolazione dai dati di Ipparco (applicando un'erronea procedura), in questo caso siamo in presenza di un comportamento di fabbricazione di un dato sperimentale che probabilmente è avvenuta per l'eccessiva fiducia in una teoria e nei dati di un predecessore (mentre, come abbiamo visto, il plagio è più difficilmente accertabile). Passiamo quindi al secondo dei nostri imputati.

Per Galileo l'accusa riguarda due degli esperimenti di meccanica più famosi di tutti i tempi: le misurazioni effettuate lasciando cadere gravi differenti dalla Torre di Pisa per dimostrare la falsità della fisica di Aristotele che affermava che corpi di peso diverso lasciati cadere simultaneamente sarebbero arrivati al suolo in tempi diversi, nonché l'esperienza con il piano inclinato del 1604, che rappresentava il colpo finale alla teoria di Aristotele. L'apparato sperimentale usato da Galileo fu criticato nel 1953 dal filosofo dell'università della Sorbona Alexandre Koyré (Koyré 1953) come troppo impreciso per dare i risultati descritti, più tardi ripreso addirittura da Feyerabend nella sua opera più famosa (Feyerabend 1974). Inoltre, nel 1610 Benedetto Castelli, un discepolo di Galileo, scrisse in una lettera al maestro che se l'ipotesi eliocentrica fosse stata vera, allora essendo anche Venere in rotazione intorno al Sole essa pure avrebbe dovuto mostrare fasi, come quelle della Luna; poiché solo 6 giorni dopo questa lettera Galileo inviò a sua volta una serie di lettere cifrate a vari destinatari, tra cui i Medici, asserendo che aveva potuto osservare le fasi di Venere, con ciò risolvendo una delle più importanti questioni astronomiche, Richard Westfall, dell'Università dell'Indiana, ne dedusse nel 1985 che in realtà queste osservazioni non fossero mai state effettuate e che il maestro avesse rubato l'idea del discepolo (Westfall 1985). Tutte e tre le accuse implicano la fabbricazione dei risultati di esperimenti mai avvenuti; l'ultima, anche il plagio dell'idea di Castelli. Tuttavia, si noti come in tutti i casi non si portino prove, ma deduzioni legate al ragionamento di chi accusa: per ragioni diverse, ciascuno dei tre esperimenti descritti non avrebbe potuto essere stato realizzato da Galileo. In realtà, come spesso succede quando si lanciano accuse straordinarie sulla base di evidenza solo circostanziale, nessuna delle imputazioni di comportamento FFP rivolte a Galileo regge all'analisi dei fatti. Per quel che riguarda il primo esperimento, quello della Torre di Pisa, la descrizione dello stesso e la rivendicazione dei risultati non provengono da Galileo, quanto dal suo primo biogra-

fo, l'allievo Viviani, che in questo modo creò quella che a tutti gli effetti è una leggenda apocrifa. Per quello che riguarda l'esperimento con il piano inclinato, l'accusa rivolta dal professor Koyré fu sostanzialmente che il rudimentale orologio ad acqua utilizzato per misurare il tempo di percorrenza del tragitto da parte delle sfere lasciate rotolare lungo il piano inclinato non poteva essere sufficiente per raggiungere la precisione osservabile nelle misure annotate da Galileo e per derivarne la sua legge. Nel 1961, quello che allora era un (povero) studente di dottorato americano si è per primo incaricato di dimostrare come le accuse dei filosofi e degli storici fossero totalmente infondate, ricostruendo nei minimi dettagli l'apparato di Galileo e ottenendo risultati assolutamente comparabili a quelli descritti originariamente (Settle 1961); cosa poi confermata più volte successivamente (Heering e Nawrath 2005).

Infine, resta l'accusa rivolta da Westfall circa l'osservazione delle fasi di Venere, impossibile nei 6 giorni trascorsi da quando Castelli scrisse a Galileo della sua idea a quando il maestro inviò i suoi messaggi cifrati, 6 giorni dopo, contenenti i dati di osservazione del pianeta. Anche in questo caso, le implicazioni di Westfall sono state smentite alla radice, perché, come mostrato con dovizia di particolari fra gli altri da Paolo Palmieri (2001), le osservazioni di Venere da parte di Galileo erano probabilmente avvenute mesi prima della missiva di Castelli. È quindi pienamente plausibile che, ricevuta la missiva di Castelli, Galileo si sia affrettato a comunicare la sua scoperta, per evitare di perderne il primato. Nel caso di Galileo, dunque, le tre accuse di FFP non reggono all'analisi dei fatti.

Passiamo ora a Newton. L'accusa rivolta al grande scienziato che qui tratteremo è collegata alla previsione e alla verifica sperimentale della velocità di propagazione del suono nell'aria. Newton fu il primo a capire che tale velocità potesse essere ricavata ipotizzando che il mezzo attraverso cui il suono si propaga (in questo caso l'aria) si comporti come una molla, formulando quindi la sua celebre equazione che metteva in relazione la velocità del suono con elasticità e inerzia dell'aria (o di qualunque altro mezzo attraverso cui si propaghi un'onda sonora). Tuttavia, per misurare la costante di elasticità dell'aria, Newton effettuò una serie di misure di compressione dell'aria di tipo isotermico, mentre la compressione dell'aria causata dal propagarsi di un'onda sonora è di tipo adiabatico (un fatto che sarebbe stato scoperto solo 200 anni dopo). La costante usata da Newton era quindi sottostimata, per cui le misure di propagazione del suono che egli effettuò deviavano da quanto previsto attraverso la sua equazione di circa il 18%. Per giustificare questa discrepanza, Newton ipotizzò che vi fossero due fattori (la dimensione delle molecole dell'aria e la presenza di vapore) che, attraverso meccanismi non meglio specificati, influivano sui valori finali misurati esattamente per l'ammontare della deviazione osservata. L'accusa, che insieme a molte altre proviene dal fisico americano Sheldon Lee Glashow (premio Nobel nel 1979) e ancora una volta da Richard Westfall, è testualmente la seguente (Glashow 2008):

«*Of these manifestly fraudulent arguments Newton scholar Richard Westfall wrote: "Not the least part of the Principia's persuasiveness was its deliberate pretense to a degree of precision quite beyond its legitimate claim. If the Principia established the quantitative pattern of modern science, it equally suggested a less sublime truth: that no one can manipulate the fudge factor quite so effectively as the master mathematician himself"*».

Tuttavia, già uno dei più importanti esperti in tema di integrità nella ricerca scientifica, l'americano David Goodstein, che abbiamo già citato, nel 1991 aveva osservato che il comportamento di Newton è consistito nell'aggiustare la sua teoria per poter giustificare le osservazioni che aveva fatto (Goodstein 1991). Sebbene i suoi argomenti fossero senza dubbio *ad hoc*, lo scienziato inglese non ritoccò mai i propri dati, cioè non incorse mai in un comportamento FFP. Se egli avesse voluto frodare, avrebbe potuto fabbricare i dati o falsificare le sue osservazioni; invece, come sottolinea ancora Goodstein, Newton (ossessionato dall'aspirazione alla precisione) continuò a introdurre piccoli aggiustamenti speculativi finché la sua teoria non fu in accordo con i dati. Il suo errore consisté nell'apportare i correttivi erronei (perché non aveva a disposizione le conoscenze che sarebbero state sviluppate secoli dopo) e retrospettivamente gli abbagli che prese possono far sorridere; certamente, però, si può escludere che stesse commettendo una frode o anche semplicemente che la sua fosse una cattiva condotta dato che, come abbiamo visto, questa implica la manipolazione dei dati e degli esperimenti, non l'aggiustamento *ad*

hoc di una teoria. Anche per Newton, in definitiva, non è possibile riscontrare un comportamento FFP in questo e per quanto ci consta in alcuno dei casi discussi dal suo critico insignito del Premio Nobel (casi la cui discussione è rimandata ad altre sedi).

Esaminiamo quindi le accuse rivolte a Dalton. Anche in questo caso, come in quello di Galileo, si è sostenuto che un esperimento descritto dal fondatore della teoria atomica alla base della chimica moderna fosse impossibile da realizzare, per cui i dati comunicati dal suo autore sarebbero stati da lui inventati di sana pianta. In particolare, nel 1803 egli aveva scoperto che, volendo consumare completamente i suoi reagenti, un dato volume di ossigeno poteva combinarsi solo con un volume di ossido nitrico (NO), pari a 1.7 volte quello dell'ossigeno, oppure con un volume doppio, pari a 3.4 volte quello dell'ossigeno. Il fatto che la reazione di combinazione dei due gas consumasse completamente i reagenti solo in proporzioni ben definite, come in questo caso, fornì una base sperimentale importante per il successivo sviluppo della teoria atomica della chimica che Dalton espose per la prima volta nel 1808. Nel XX secolo, tuttavia, chimici e storici della scienza cominciarono a dubitare che le osservazioni di Dalton potessero essere reali, sia sulla base di considerazioni puramente teoriche (basate sulla termodinamica delle reazioni coinvolte) sia a causa del fallimento dei tentativi di replicare i risultati ottenuti negli esperimenti descritti (Nash 1956; Partington 1939). Esattamente 200 anni dopo l'esposizione della teoria atomica di Dalton, tuttavia, e precisamente nel 2008, lo studio attento e la riproduzione con un dettaglio precedentemente mai raggiunto delle condizioni sperimentali utilizzate da Dalton hanno consentito di ritrovare esattamente i suoi risultati e di ricostruire la complessa combinazione di reazioni e condizioni chimiche che avevano portato alle sue osservazioni (molto al di fuori della possibile comprensione dello stesso Dalton) (Usselman et al. 2008).

Dall'accurata analisi di quanto fatto da Dalton risulta che egli cercasse di ottimizzare le condizioni sperimentali al fine di dimostrare ciò che aveva in mente; quando poi trovò delle condizioni sperimentali tali da far ottenere il risultato predetto dalla sua teoria, nonostante avesse del tutto sbagliato a interpretare la chimica delle reazioni che avvenivano nel suo laboratorio, non sbagliò nell'identificare l'evidenza di una combinazione stechiometrica dei gas che stava utilizzando. Egli quindi non falsificò o fabbricò alcun dato, ma riportò onestamente quanto osservato e nonostante sbagliasse nell'interpretare il dettaglio di ciò che avveniva, colse un elemento di interesse generale che risultò fondamentale per la formulazione della sua teoria. Ancora una volta, nessun comportamento FFP, ma in questo caso possiamo giustificare i suoi critici che per molto tempo hanno creduto di riscontrare una frode, vista la difficoltà nel riprodurre ciò che Dalton ottenne e nel formulare una descrizione teorica dettagliata che potesse rendere conto di quanto osservò.

Continuiamo in questo breve excursus esaminando una delle più famose accuse di frode scientifica di tutti i tempi, quella rivolta contro Mendel, lo scopritore delle leggi quantitative di trasmissione dei caratteri genetici. L'estensore di questa accusa è stato Sir Ronald Fisher, uno degli scienziati più influenti riguardo alla nascita della cosiddetta "sintesi moderna" tra evoluzionismo darwinista e genetica mendeliana. Fisher era un profondo ammiratore di Mendel, il cui lavoro contribuì a riscoprire e diffondere. Eppure, in un famoso lavoro del 1936 (Fisher 1936) egli scrisse quanto segue a pagina 132:

«*There can, I believe, now be no doubt whatever that [Mendel's] report is to be taken entirely literally, and that his experiments were carried out in just the way and much in the order that they are recounted»;*

«The data of most, if not all, of the experiments have been falsified so as to agree closely with Mendel's expectations».

In sostanza, questa è un'accusa di falsificazione, perché gli esperimenti descritti non avrebbero potuto dare i risultati che Mendel fornisce, sicché si ipotizza che Mendel avesse alterato le sue osservazioni sperimentali. L'accusa è ben più grave di quella che pure è stata fatta di selezione inconscia dei dati, spiegabile con l'ovvio bias nel classificare i fenotipi ambigui, interrompere i conteggi quando soddisfatti del risultato, ripetere i conteggi quando invece non si è soddisfatti e ripetere gli esperimenti in cui non si ha fiducia. Fisher infatti immagina che Mendel abbia falsificato i dati ottenuti da due esperimenti, sulla base del fatto che seguendo il ragionamento presentato da Mendel in queste due occasioni i conteggi fenotipici descritti potrebbero essere otte-

nuti solo con una probabilità estremamente bassa. Sconvolto dalla sua stessa rianalisi dei dati di Mendel, Fisher ne descrisse privatamente il risultato come "abominevole" e come una "esperienza scioccante" (Box 1978).

È interessante notare come ogni generazione di genetisti riconsidera le accuse di Fisher, pubblicando un profluvio di letteratura in supporto oppure contro il povero Mendel. Ad ogni generazione, si è arrivati alla conclusione che le evidenze circostanziali di falsificazione presentate da Fisher non fossero sufficienti, essendoci modi semplici di spiegare la discrepanza tra i calcoli di Fisher e i risultati descritti da Mendel (tra cui anche una cattiva interpretazione da parte di Fisher del fenotipo preso in considerazione da Mendel per i suoi conteggi); ma la generazione successiva ha riaperto la discussione, con un corso e ricorso di accusa e difesa che molto dice del modo in cui la comunità scientifica è tutto sommato pronta a ridiscutere anche i suoi santi protettori (contrariamente a quanto avviene in altre discipline). Nel tentativo di sedare definitivamente questa discussione, nel 2007 Daniel L. Hartl e Daniel J. Fairbanks hanno pubblicato un importante lavoro (Hartl e Fairbanks 2007), in cui ancora una volta viene riassunta tutta la discussione precedente, presentando una dimostrazione del fatto che Mendel non sarebbe colpevole di falsificazione. Rimandiamo il lettore interessato a tale articolo e, pur nella quasi certezza che la discussione continuerà, restiamo convinti che, in mancanza di argomenti ulteriori rispetto a quelli di Fisher, si possa affermare che non vi è evidenza preponderante di falsificazione da parte di Mendel (piuttosto il contrario).
L'ultimo "imputato" di Broad e Wade è il fisico Robert Millikan, Premio Nobel nel 1923, che ottenne un'accuratissima misura della carica elettrica dell'elettrone, una delle costanti fondamentali della fisica (trattandosi del più piccolo quanto di carica elettrica e non di un valore medio).

L'esperimento cruciale per questa misura è descritto nei testi scolastici di tutto il mondo: si tratta del famoso esperimento delle goccioline d'olio, nebulizzate in un campo elettrico, la cui migrazione da un polo all'altro dell'apparato permise di dimostrare sia che la carica elettrica dell'elettrone era una costante, sia che era la minima misura possibile di carica elettrica (qualunque altra essendo un multiplo di questa), sia infine di misurarne il valore con un errore inferiore all'1%, come trionfalmente dichiarato da Millikan nell'articolo che descriveva la procedura sperimentale utilizzata.

Al tempo, Millikan era impegnato in una feroce disputa contro il fisico austriaco Felix Ehrenhaft, il quale, sulla base dell'utilizzo della migliore strumentazione disponibile all'epoca (largamente superiore a quella del suo competitore) e di misure che apparentemente davano conto di cariche inferiori a quelle dell'elettrone, affermava che Millikan non avesse tenuto conto di tutte le forze in gioco e che fosse stato fuorviato dall'utilizzo di un apparato sperimentale troppo rozzo per ottenere risultati accurati. Per inciso, Millikan non ottenne il Premio Nobel nel 1920 proprio perché la disputa fu considerata non ancora risolta. Quando tuttavia egli pubblicò le sue accuratissime misure, la bilancia cominciò decisamente a pendere a suo favore, così che la comunità scientifica si convinse di ciò che oggi è dato per scontato. A quel punto Millikan a buon diritto fu considerato uno dei giganti della fisica moderna.

Nel 1978, tuttavia, e cioè di nuovo negli anni in cui ogni "mito fondatore" della scienza moderna veniva messo in discussione, il fisico e storico della scienza di Harvard Gerald Holton riportò lo studio dei quaderni di laboratorio di Millikan in un suo articolo che discuteva la disputa con Ehrenhaft (Holton 1978). Sulla base del fatto che i quaderni di laboratorio riportavano misure effettuate su 175 goccioline di olio, mentre Millikan aveva pubblicato i dati per sole 58 goccioline misurate nello stesso periodo di tempo, nel libro del 1982 sopra citato i soliti Broad e Wade affermarono che, poiché Millikan avrebbe affermato di "non aver omesso nemmeno una singola gocciolina di olio", egli aveva operato una falsificazione del proprio risultato sperimentale nel riportare solo quei dati che risultavano nel miglior accordo possibile con la propria teoria (escludendo cioè misure di cariche molto più piccole di quelle riportate, che avrebbero potuto invece confermare la teoria di Ehrenhaft dell'esistenza di cariche sub elettroniche).

In sostanza, quindi, Millikan avrebbe sia operato una falsificazione (alterando i dati sperimentali per vincere la sua disputa) sia mentito spudoratamente, affermando per iscritto di aver invece riportato tutti i dati misurati. In realtà, come si è incaricato di dimostrare ancora una volta David Goodstein con una semplice e convincente analisi delle fonti originali (i quaderni

di Millikan, a lui direttamente accessibili al California Institute of Technology), Broad e Wade hanno completamente sbagliato la loro analisi (Goodstein 2000). Millikan, come dimostrato da Goodstein, trasse infatti i propri risultati da pubblicare (come annotato nei suoi quaderni) da 63 giorni consecutivi di osservazioni, le ultime effettuate tra il 1911 e il 1912, che rappresentano un set completo di esperimenti con un apparato perfezionato e nelle condizioni migliori di osservazione. Durante questi 63 giorni, egli condusse misure su 100 gocce; gli standard che Millikan fissò per considerare affidabile una misura (ad esempio, dimensione delle gocce, né troppo piccole né troppo grandi) lo portarono a scartare molte gocce.

Inoltre, per dimostrare che le goccioline potessero caricarsi solo con multipli della carica elettrica minima, Millikan esplicitamente dichiarò di preferire quelle gocce su cui poteva osservare un cambio di carica durante gli esperimenti. La cosa cruciale è che queste considerazioni (necessarie perché le misure fossero il più possibile affidabili) gli fecero escludere anche alcune gocce in perfetto accordo con la sua ipotesi e con un valore di carica ben al di dentro dell'intervallo di variabilità che egli raggiunse, a dimostrazione del fatto che il set finale di 58 gocce che pubblicò fu selezionato sulla sola base di considerazioni sperimentali, non per ottenere un risultato in miglior accordo con la sua teoria! Come sottolinea ancora Goodstein, resta quindi da capire perché, invece di riportare con accuratezza quanto evidente dal quaderno di laboratorio circa il modo in cui operò la selezione delle goccioline, Millikan scrisse testualmente (Millikan 1913) a proposito del set pubblicato di 58 gocce:

«*This is not a selected group of drops, but represents all the drops experimented upon during 60 consecutive days*»,

e ancora:

«*It is to be remarked, too, that this is not a selected group of drops, but represents all the drops experimented upon during 60 consecutive days*».

Goodstein in questo caso si lancia in un'interpretazione ingiustificata e poco soddisfacente che non è accettabile, speculando su ciò che Millikan in realtà intendesse davvero scrivere, quando afferma:

«*What he [Millikan] means to say is, "Every one of those 58 drops I told you about confirms my presumed formula for correcting Stokes's law"*» (Goodstein 2000).

Quello che invece qui interessa rimarcare è che, pur volendo concedere il fatto che mentì nel suo articolo, Millikan in laboratorio non selezionò i dati allo scopo di alterare un risultato sperimentale perché fosse maggiormente in accordo con la sua teoria. Il risultato in questione – che è da intendersi come la precisione raggiunta, non la misura della carica dell'elettrone che è stata dimostrata non essere affetta nemmeno considerando tutte le misure effettuate (Goodstein 2000; Franklin 1997) – è in effetti quello alla luce del fatto che i criteri di selezione delle gocce sono ben fondati.

La sua cattiva condotta consisté quindi nel riportare in maniera infedele ciò che aveva effettivamente fatto, forse allo scopo di non prestare il fianco a nuove, estenuanti discussioni con Ehrenhaft sui criteri di selezione delle sue goccioline. Egli aveva tra le mani un risultato storico e tagliò corto nel suo articolo, senza dubbio con arroganza (un tratto del suo carattere che emerge chiaramente in altre occasioni), ma non allo scopo di nascondere dati discordanti dai risultati effettivamente pubblicati. Nei termini del regolamento federale degli Stati Uniti (e della moderna definizione di cattiva condotta), la falsificazione che operò non fu sui dati, ma nella descrizione di ciò che aveva effettivamente operato (la selezione giustificata di alcune goccioline). Dunque, parafrasando tale regolamento, non vi fu manipolazione né dei materiali sperimentali, né dell'apparato, né dei processi messi in atto e i dati non furono cambiati oppure omessi in modo tale da non rappresentare con accuratezza i risultati della ricerca (visto che nello svolgimento della stessa erano state selezionate per giustificati motivi proprio quelle 58 goccioline). Alla fine del nostro *excursus*, si può quindi concludere che, fra i nostri ipotetici imputati, considerato che è l'unico per cui una condotta FFP è chiaramente dimostrata, il solo Tolomeo si è macchiato di cattiva condotta giudicata secondo i nostri standard. Ma questi standard erano tali anche all'epoca di Tolomeo? Per la nostra procedura, accertato tecnicamente l'occorrere della fabbricazione è infatti necessario esaminare gli standard della comunità e dell'epoca di riferimento per l'autore. La domanda, nello specifico, è la se-

guente: la menzogna di Tolomeo, consistente nel riportare di avere effettuato una misura impossibile, era condannabile nel contesto in cui visse? Per rispondere, dobbiamo innanzitutto considerare che nell'antichità ellenistica la visione comunemente diffusa circa il ruolo dell'osservazione era per gran parte quella che essa servisse a confermare, non a testare una teoria scientifica (se si eccettuano pochi settori di tipo "tecnologico"). In altre parole, posta una grande visione del mondo, si andava alla ricerca di dati che ne comprovassero la verità; in un insieme di osservazioni imprecise e di dati confusi, il ruolo del dato in sé era debole, mentre quello di una buona teoria esplicativa (in grado per esempio di predire le eclissi di Luna e di accordarsi con una visione geometrica dell'astronomia) era forte. Si trattava di isolare da una grande quantità di rumore quei segnali in accordo con la teoria che permettessero di parametrizzare il modello geometrico-cinematico di Tolomeo; il che era precisamente ciò che il grande alessandrino fece.

In breve, si tratta della differenza tra osservazioni di tipo *confermativo* – quelle che Tolomeo ricercava – e osservazioni effettuate per mettere alla prova una teoria, un tipo di esperimenti ben lungi dagli scopi del sistematizzatore ellenistico, che si prefiggeva primariamente di compilare una summa della conoscenza astronomica. La teoria era vera a priori, il dato una semplice conferma (quando c'era): per questo la sua eventuale invenzione non era granché importante, purché si inventasse qualcosa in linea con una teoria che riusciva a spiegare il mondo (in questo caso, il cielo) molto meglio di altre. Siccome la teoria di Tolomeo era per certi versi eccellente (le sue effemeridi furono quanto di meglio si potesse ottenere, restando insuperate anche all'epoca di Copernico grazie anche alle correzioni apportate dagli arabi), scartarla in assenza di qualcosa con cui sostituirla era inconcepibile per uno studioso di Alessandria. In questo senso, si può riconoscere che quella di Tolomeo è stata una delle frodi scientifiche più longeve di tutti i tempi, essendo sopravvissuta fino a tempi recentissimi più a lungo della stessa teoria in ragione della quale era stata perpetrata (smantellata da Copernico e Galileo ben prima che la frode fosse scoperta). Al contrario, per tutti gli altri, a meno di evidenze contrarie ulteriori, il caso può considerarsi chiuso con un'assoluzione piena.

QUANDO L'INDAGINE PER FRODE DEVIA DALLE REGOLE: IL CASO DI KARL OSKAR ILLMENSEE

In tutti i casi precedenti abbiamo provato a descrivere cosa succederebbe se, invece del giudizio critico di singoli (pur talvolta di gran fama) circa i comportamenti presunti di alcuni grandissimi scienziati del passato, ci si attenesse a una definizione operativa di frode, così come desumibile dalla procedura che abbiamo introdotto.

Risulta in modo chiaro dalla breve analisi dei casi di questi grandi personaggi storici che alla base del loro comportamento vi è stato l'assoluto convincimento che la teoria che proponevano, o alla quale comunque lavoravano, fosse corretta, e che quindi il dettaglio sperimentale dovesse, per così dire, passare in seconda linea; ma, eccettuato il caso di Tolomeo, in nessun caso è stato possibile riscontrare con preponderanza di evidenza neppure un comportamento FFP.

Del resto, lo stesso Galileo, che sulla necessità dell'esperimento ha scritto pagine indimenticabili e che è universalmente considerato il padre del metodo sperimentale, ha talvolta considerato l'esperimento non necessario, proponendo esperimenti mentali come più tardi avrebbe fatto Einstein; ma contrariamente a quel che ciclicamente viene dichiarato, e come abbiamo concluso più sopra, non è affatto provato che avesse mai fabbricato o falsificato i dati, così come non lo è per gli altri casi illustrati. Nei casi che abbiamo discusso non si è affatto trattato di fare scommesse più o meno alla cieca di cui abbiamo, un poco paradossalmente, parlato più sopra; al contrario, si è trattato di intuizioni ragionate, assolutamente geniali, a cui la storia ha poi dato ragione, seppure in mancanza, come nel caso di Dalton, di una comprensione dettagliata dei propri esperimenti e seppure poggiate su giustificazioni teoriche *ad hoc* come nel caso di Newton, ma sempre e comunque in presenza di una descrizione onesta e completa degli esperimenti condotti.
Proprio nel caso dell'unica eccezione, ovvero quella di Tolomeo (che aveva fabbricato almeno un'osservazione, incorrendo in FFP), la storia ha provveduto anche a smentire la teoria di cui era esponente, ma solo dopo 1300 anni, mentre se la sua fabbricazione di dati fosse stata scoperta e condannata subito forse la sua fama ne sarebbe risultata dimi-

nuita molto prima – senza per questo ipotizzare l'abbandono del sistema geocentrico, appoggiato sulla concezione aristotelica prediletta dalla Chiesa ed essendo Tolomeo, come si è visto, dotato di un potere predittivo insuperato[2].

Il giudizio a posteriori sulla propria intuizione scientifica, in assenza di dati sperimentali è quindi in generale scarsamente rilevante o utile ai fini della definizione della frode scientifica, eccetto in qualche caso sporadico in cui ha le sue giustificazioni: la più importante delle quali è l'impossibilità di sottoporre intuizioni geniali alla verifica sperimentale quando vi siano limitazioni tecnologiche legate al periodo storico. Il grande fisico Maurice Dirac adombra un'idea simile quando afferma che chi abbia prodotto un'equazione di grande bellezza – chiaro il parallelo con le intuizioni geniali dei personaggi che abbiamo analizzato – non debba perdersi d'animo se l'equazione stessa si rivela non in linea con la teoria: occorre continuare a lavorarci, egli dice, perché alla fine la discrepanza finirà per essere risolta da futuri sviluppi (Dirac 1963).

Purché non vi siano stati comportamenti di tipo FFP e non ricorrano le ulteriori condizioni di cui abbiamo discusso, vale a dire intenzionalità, violazione degli standard di settore (all'epoca in cui i fatti sono stati commessi) e preponderanza dell'evidenza, non ricorre frode scientifica (il che ovviamente non esclude affatto che siano invece presenti altri tipi di comportamenti non etici o delittuosi).
Cosa succede però quando la comunità scientifica e professionale decide di seguire percorsi diversi da quello tracciato di fronte ad un'accusa di frode? Uno di noi è stato testimone da vicino di un caso che si presta molto bene a illustrare cosa accade. Si tratta della vicenda di Karl Oskar Illmensee, il biologo svizzero che negli anni Ottanta del secolo passato ha introdotto il concetto del *nuclear transfer* come metodo per clonare mammiferi. Detto in breve, si tratta di un metodo che consente la riproduzione senza unione tra cellule uovo e spermatozoi, utilizzando invece il materiale genetico di una singola cellula somatica immesso in una cellula uovo denuclearizzata. Come si comprende immediatamente, la procedura ha implicazioni di enorme importanza in campi che spaziano al di fuori della biologia, dalla bioetica alla religione. Nel 1982, Illmensee e il suo collaboratore Peter Hoppe avevano descritto il trapianto del nucleo da cellule di topi adulti a cellule uovo fertilizzate di topi da cui però il nucleo era stato rimosso (Illmensee e Hoppe 1981). Naturalmente, in caso di successo il patrimonio genetico della progenie non sarebbe stato quello misto di due genitori, ma solo quello del topo che aveva donato il nucleo trapiantato nella cellula uovo. Illmensee e Hoppe avevano trasferito nuclei somatici in 363 cellule uovo enucleate e 142 di esse avevano superato il trauma della micromanipolazione. Di queste, 96 si erano divise fino allo stadio di 2 cellule e la metà di loro aveva raggiunto lo stadio embrionale di morula o blastocisti. Avevano poi trasferito 16 di questi embrioni nell'utero di topi femmina per la gestazione, ottenendo alla fine la nascita di 3 topolini clonati. L'articolo che descriveva i risultati era apparso nel 1982, e aveva immediatamente avuto, come ci si poteva attendere, incredibile risonanza internazionale: ma nel febbraio del 1983, tre membri del Laboratorio di Illmensee all'Università di Ginevra accusarono i suoi autori, in un documento presentato al Preside della Facoltà di Biologia, di aver falsificato i risultati degli esperimenti.

L'Università di Ginevra organizzò una Commissione composta da tre colleghi di Ginevra e tre esperti stranieri, che però non trovò evidenza convincente (*compelling evidence*) di falsificazione di dati e quindi scagionò Illmensee dall'accusa di frode. Tuttavia, avendo riscontrato che il suo lavoro era costellato di correzioni, errori e discrepanze che sollevavano seri dubbi sulla validità scientifica degli esperimenti e delle conclusioni, la Commissione chiese ad Illmensee di ripeterli, riammettendolo nelle more alla Cattedra da cui era stato sospeso. Una Commissione analoga organizzata dal Laboratorio Roscoe B. Jackson, da cui proveniva l'altro autore del lavoro Peter Hoppe, era giunta alle stesse conclusioni e il Fondo Nazionale Svizzero, che aveva fino a quel punto finanziato la ricerca di Illmensee, decise di ritirare il finanziamento. L'Università di Ginevra avvertì dell'indagine in corso anche il National Cancer Institute (USA), che finanziava la ricerca di Illmensse con un "grant" di 70.000 dollari, e il finanziamento fu sospeso. Durante la procedura di indagine Illmensee sostenne con forza la validità generale dei suoi risultati e specialmente l'importanza dei suoi metodi di *nuclear transfer*, ammettendo però gli errori nella conservazione dei quaderni di laboratorio e dei dati (che in alcuni casi mancavano) e l'accusa di disordine, attribuendoli allo stress causatogli dal trasferimento del Laboratorio in un altro edificio.

Intanto, molti altri laboratori provarono a riprodurre i suoi risultati, ma senza successo. Due biologi del Wistar Institute di Filadelfia, Mc Grath e Solter, conclusero infine che la clonazione di mammiferi con il *nuclear transfer* era biologicamente impossibile (McGrath e Solter 1984), contribuendo in modo decisivo alla diffusione dell'atmosfera generale di scetticismo sui risultati di Illmensee. A questo punto, senza aspettare i nuovi risultati di Illmensee e in assenza di prove conclusive sulla fabbricazione dei suoi risultati, sulla base delle testimonianze provenienti dai membri del suo laboratorio che l'avevano accusato nonché sulla scorta del fatto che altri gruppi non avevano riprodotto il risultato descritto, l'Università di Ginevra decise di non rinnovare il contratto di Illmensee, anche su pressione dei colleghi biologi dell'Ateneo. Questa lunga premessa ci è parsa necessaria per inquadrare il problema, che definisce chiaramente una situazione di apparente "*preponderance of evidence*", dato che pareva ragionevole concludere in modo negativo sulla clonazione dei tre topolini da parte di Illmensee. Eppure, proviamo ad applicare con rigore la procedura che è l'oggetto di questo scritto: esiste una prova positiva di fabbricazione, falsificazione o plagio a carico di Illmensee?

Per quanto concluso dalla commissione che esaminò il caso, la risposta è negativa. Vi è certezza invece di una pessima condotta di laboratorio, fatta di disordine e poca cura dei rapporti con i collaboratori, scarsa o nulla condivisione dei risultati ottenuti e delle analisi degli stessi, segretezza delle comunicazioni, pessima direzione del gruppo di ricerca; ma questo è stato erroneamente e automaticamente assunto come sintomo di frode certa, tanto che ci si è spinti addirittura a negare la mera possibilità che l'idea di Illmensee – ricordiamo, la possibilità di trasferimento nucleare per ottenere mammiferi clonati – fosse possibile. Invece, oltre a essere stato oggetto probabilmente di un'accusa eccessiva (quella di frode, invece che di condotta negligente) e averne pagato le conseguenze, questa idea, data per impossibile da realizzarsi, si è poi rivelata clamorosamente possibile: prima con Steen Willadsen, nel primo esperimento indiscutibile di clonazione riuscito di un mammifero a mezzo del *nuclear transfer* (Willadsen 1986) e poi, ancora più clamorosamente, 10 anni più tardi con la celeberrima clonazione della pecora Dolly da parte di Ian Wilmut e Keith Campbell (Campbell 1996).

Possiamo quindi toccare con mano l'esito di una procedura che, condotta senza le cautele previste e senza attenzione ai concetti derivati dal ben più esperto mondo dell'etica della ricerca e del diritto, ha portato la comunità scientifica a condannare per frode chi era colpevole solamente di condotta negligente: un promettente filone di ricerca è stato bloccato per dieci anni, perché il verdetto di frode nei riguardi del ricercatore ha comportato anche il verdetto nei confronti dell'idea di Illmensee. A parziale ristoro, la storia ha fatto poi giustizia riguardo a tale eccesso, tanto che lo stesso Wilmut ha scritto che il lavoro di Illmensee, problematico fin che si vuole, era stato un'importante sorgente di ispirazione per Willadsen e i clonatori di Dolly (Wilmut e Highfield 2006).

LA FRODE COME FATTO POSITIVO: UN OSSIMORO?

Vi è un paradosso nella procedura di analisi che abbiamo introdotta. Vi sono cioè casi in cui si ha un comportamento FFP con violazione ovvia degli standard e si ha pure intenzionalità evidente; applicando alla lettera la nostra procedura, questi sarebbero casi di frode scientifica. In realtà, sebbene il punto dell'intenzionalità da ricercare nei comportamenti FFP sia stato ampiamente illustrato, ciò che non si è ancora trattato è l'intento specifico, cioè la motivazione di chi si macchia di cattiva condotta. Siccome da tutto il nostro discorso è emerso in modo evidente, pur con tutti i distinguo, il giudizio negativo sulle frodi al di là della motivazione per cui siano commesse, a che pro parlarne? Una ragione per farlo in realtà c'è, anche se è una ragione un po' particolare; lo faremo, quindi, sfidando l'ossimoro, perché parleremo di motivazioni che possiamo senz'altro definire "nobili".

Occorre una premessa, anzi, ne occorrono due: la prima riguarda la comparsa nel mondo dell'editoria scientifica, una quindicina d'anni fa, delle riviste *open access*, che, in modo del tutto meritorio, si erano date la missione di combattere l'asfissiante dittatura delle grandi riviste internazionali tradizionali: queste facevano il bello e il cattivo tempo nella scienza, determinandone di fatto le tendenze (lo fanno purtroppo ancora). L'impresa era partita bene, ma è rapidamente degenerata con la comparsa di migliaia di riviste *open access* – ora sono circa diecimila – che operano in modo del tutto truffaldino, pubblicando di fatto qualsiasi cosa a

fronte del pagamento di una somma spesso esosa. E che non applicano per nulla – anche se non lo dicono – la *peer review* ai lavori che ricevono. Il danno che fanno alla reputazione della scienza è notevole. Ma non basta: come era facilmente prevedibile, il loro mercato prevalente non è nei paesi scientificamente avanzati, ma in quelli ai margini, dove l'imbroglio riesce più facilmente e dove anche 200 dollari sono una gran somma: il che rende la loro operazione, oltre che dannosa per la reputazione della scienza, particolarmente esecrabile anche sul piano extra-scientifico.

Lo scandalo delle riviste *open access* è esploso con un articolo pubblicato nel 2013 sulla rivista *Science* dal giornalista scientifico John Bohannon (Bohannon 2013). Il giornalista si era spacciato per un autore dal nome abbastanza bizzarro di Ocorrafoo Cobange, che si pretendeva lavorasse in un Istituto inesistente di Asmara, in Eritrea, e che aveva sottomesso un articolo completamente inventato. L'articolo descriveva le proprietà antitumorali di un composto isolato dai licheni e fu inviato a ben 304 riviste *open access*: più della metà lo avevano accettato chiedendo solamente qualche cambiamento cosmetico o addirittura senza chiederne alcuno!
Bohannon aveva intenzionalmente infarcito l'articolo di assurdità tali da farlo immediatamente rifiutare da ogni revisore con conoscenze appena liceali di chimica e in grado di comprendere curve-dati elementari. Aveva poi scritto alle riviste che avevano accettato l'articolo dicendo di aver scoperto un errore imbarazzante che ne invalidava le conclusioni, ritirandolo. La vicenda, in qualunque modo la si consideri, configura indiscutibilmente un comportamento FFP da parte di Bohannon. Ma qui entra appunto in gioco la motivazione e l'accenno all'ossimoro di qualche riga fa: l'intento di Bohannon era positivo. Era un'operazione meritoria, che ha di fatto contribuito in modo sostanziale a rendere pubblico lo scandalo delle riviste truffaldine *open access*. Al punto che ne è nato quasi uno "sport", in cui autori (reali, questi) si prendono gioco delle riviste truffaldine mandando loro articoli dai titoli e dai contenuti surreali, che vengono quasi regolarmente accettati! (Carafoli 2015).

Anche il caso dello "scandalo Sokal" rientra in linea di principio tra questi: anzi, li precorre di quasi un decennio. Ma (ed ecco la seconda premessa) esso ha contorni che ne differenziano, se non la sostanza, e cioè la motivazione *positiva* del comportamento FFP, i modi e il bersaglio, che non è il mondo tutto sommato facile e ovvio delle riviste truffaldine, ma quello più "alto", più sofisticato, delle discipline filosofiche. Nel 1996, Alan Sokal, un professore di fisica della New York University, pubblicò un saggio nella prestigiosa rivista *Social Text*, portavoce più o meno ufficiale del post-modernismo (Sokal 1996a), il movimento culturale che negli Stati Uniti è associato alle idee dei post-strutturalisti francesi. Sokal era preoccupato e irritato dalla tendenza post-modernista, dilagante nel mondo accademico americano, a dimenticare gli standard della logica, della verità, del rigore intellettuale, del metodo scientifico, in una critica ideologica della scienza e dei suoi postulati. Così aveva scritto un saggio per scoprire se una rivista americana di prestigio come *Social Text* avrebbe pubblicato un articolo apparentemente "buono", ma in realtà privo di senso, che fosse in linea con i pregiudizi ideologici dei suoi editori. Sokal infarcì intenzionalmente il saggio di tutti i peccati post-modernisti, dalla prevalenza del principio d'autorità anziché della logica nel sostenere gli argomenti, alle affermazioni errate sulle teorie scientifiche, al gergo illeggibile del post-strutturalismo, alla mancanza di peso dato al metodo scientifico. Il saggio doveva infatti essere sufficientemente assurdo da provare il suo punto, ma anche sufficientemente "buono" da apparire convincente. Il titolo in realtà diceva già molto, visto che era "Transgressing the boundaries: towards a transformative hermeneutics of quantum gravity". In breve, il saggio sosteneva che la gravità quantistica non era altro che un costrutto linguistico e fu accettato e pubblicato nel numero di maggio 1996 di *Social Text*, ma Sokal aveva rivelato la beffa pubblicando nel numero di maggio-giugno di *Lingua Franca* un secondo articolo (Sokal 1996b) in cui dichiarava che il saggio su *Social Text* era un *pastiche* di gergo di sinistra, citazioni servili, riferimenti grandiosi e assoluto nonsenso, il tutto organizzato sulle più sciocche citazioni che aveva potuto trovare sulla matematica e sulla fisica. Lo scandalo era deflagrato immediatamente, con articoli di prima pagina su giornali come il *New York Times* e *Le Monde*, e aveva provocato innumerevoli reazioni di vario tipo, incluse quelle tra il piccato e il furibondo degli editori di *Social Text*. Qui non importa discutere le reazioni nei loro differenti aspetti, sicuramente più variegati di quelli che hanno salutato l'articolo di Bohannon. È però necessario dare alla motivazione del

comportamento FFP di Sokal l'indiscutibile merito di avere portato alla luce gli inaccettabili pregiudizi ideologici degli esponenti di determinate correnti di pensiero e delle riviste che ne sono i portavoce.

Possiamo ora quindi tirare le fila: se applicassimo a Sokal e Bohannon la procedura federale americana, senza tener conto delle loro motivazioni, ne verrebbe fuori una condanna per frode. In realtà, vi è una precisazione ulteriore e un parametro aggiuntivo da considerare, che finora non abbiamo discusso e può essere riassunto nella volontà decettiva di chi commette una frode scientifica (o qualunque altro tipo di frode). In altre parole, la condotta di un frodatore comprende il mettere in atto una strategia per nascondere il proprio comportamento FFP, al di là dell'intento particolare del proprio operato.

Un autentico frodatore scientifico raggiunge il suo obiettivo se la sua frode non viene scoperta; al contrario, nei casi di Bohannon, di Sokal e di chiunque altro commetta FFP allo scopo di evidenziare attraverso una parodia un determinato problema, è interesse dell'autore dell'operazione rivelare al mondo il proprio comportamento FFP perché lo scopo che si prefigge sia raggiunto. Il "pungiglione" di Sokal e Bohannon, per funzionare, deve non solo iniettare il veleno FFP, ma anche rivelare ciò che è stato fatto e, anzi, il suo scopo è esattamente la rivelazione finale. Le frodi scientifiche, al contrario, hanno per necessità il fatto di rimanere nascoste e sono disinnescate nel momento in cui vengono disvelate[3].

CONCLUSIONI

Con questo nostro scritto abbiamo cercato di introdurre una definizione operativa del concetto di frode scientifica e una procedura incrementale per il suo accertamento. La distinzione tra errore, cattiva condotta scientifica (che può essere colposa e fraudolenta), frode scientifica vera e propria e crimine (inteso come violazione della legge vigente), derivante dall'accertamento incrementale di una serie di fatti tecnici (i comportamenti osservati) e dall'applicazione di una serie di considerazioni (gli standard violati, l'intenzionalità e le motivazioni decettive) è a nostro giudizio particolarmente utile per risolvere nel modo più appropriato i casi concreti, superando sia il problema dell'accusa generalizzata contro gli scienziati sia il suo opposto, cioè la difesa ostinata di comportamenti dannosi al progresso scientifico e alla società, oltretutto in contraddizione con l'essenza stessa di ogni definizione di scienza moderna. Occorre dire che il nostro scritto non ha la pretesa di esaurire il tema dei comportamenti fraudolenti nella pratica scientifica, che in tempi recenti ha assunto dimensioni che solo qualche decennio fa erano impensabili, con aspetti tecnici e motivazioni del tutto nuovi[4] di cui si è spesso occupata la letteratura recente. Noi abbiamo tentato di dare un contributo alla discussione che forse mancava e che ci è parso necessario, concentrandoci sulle procedure e sulle definizioni e mettendole alla prova su casi specifici, in modo da fornire uno strumento con cui poi ciascun singolo caso possa essere affrontato. Questo strumento – diciamolo ancora una volta – anche se è risultato "assolutorio" in quasi tutti i grandi casi storici sui quali da sempre ferveva il dibattito, non è assolutamente favorevole a chi pensa di farla franca avendo commesso una frode scientifica. Il fondamentale concetto di "preponderanza delle evidenze", cioè il criterio derivato dal diritto americano e passato nei regolamenti federali inerenti alla frode scientifica, per il quale per stabilire se sia occorsa cattiva condotta è sufficiente provare che le evidenze raccolte rendono più probabile questa evenienza che il suo contrario, è infatti molto più aggressivo rispetto alla "assenza di ogni ragionevole dubbio" tipica del diritto penale statunitense. L'esperienza insegna che in numerosi casi chi è accusato di frode scientifica tende ad aggrapparsi a possibili (ma poco probabili) spiegazioni alternative di quanto accertato; se il criterio fosse quello di escludere tali possibilità attraverso un'indagine dedicata, è certo che molto difficilmente si arriverebbe a una conclusione di colpevolezza. È invece sufficiente che, anche in presenza di altre possibilità, le prove raccolte siano più pesanti e più coerenti nel supportare una frode che nell'escluderla.

In supporto della discussione presentata in questo articolo, si è esplicitamente citato il riferimento stabilito dalla giurisdizione USA; vale tuttavia la pena di ricordare che i concetti citati sono ripresi integralmente anche per quel che riguarda l'Europa da Science Europe, vale a dire dal gruppo con sede a Bruxelles che riunisce e rappresenta le principali Istituzioni Pubbliche di Ricerca nonché le agenzie di finanziamento della ricerca d'Europa (Science Europe 2015), oltre che in alcune linee guida nazionali e in altri documenti europei la cui analisi è rinviata a un successivo lavoro.

In conclusione, speriamo di aver fornito una solida base, utile alla comunità scientifica, per procedere con sicurezza nell'isolare, punire ed espellere quei membri che, ai fini di raggiungere un qualunque vantaggio personale, contravvengono allo statuto etico della scienza, pensando di poter prendere scorciatoie inammissibili e di uscirne indenni.

NOTE

1. Per quanto riguarda l'entità delle pene possibili, anche qui vi è una grande varietà a seconda della giurisdizione considerata: si va da pene e sanzioni di tipo pecuniario e amministrativo, alla perdita dei titoli accademici e del posto di lavoro, al carcere; fino al caso della Cina, dove il problema delle frodi scientifiche è stato per decenni particolarmente acuto, ma che ha recentemente deciso di affrontarlo con posizioni draconiane, inclusa la minaccia della pena capitale ai trasgressori.

2. Le effemeridi ottenibili in un sistema eliocentrico con orbite circolari sono notevolmente peggiori di quelle tolemaiche, il che costrinse Copernico a introdurre un numero di epicicli paragonabile e quello di Tolomeo al fine di ottenere effemeridi equivalenti. Solo con l'introduzione delle orbite ellittiche da parte di Keplero la (molto) maggiore accuratezza delle osservazioni di Tycho Brahe poté dare frutti.

3. Dal punto di vista dell'effetto finale sulla conoscenza scientifica, le operazioni di parodia non lasciano traccia nel record scientifico, non lasciano cioè dati o ipotesi false che possano danneggiare l'avanzamento della conoscenza perché i lavori sono immediatamente eliminati; invece, tutte le vere frodi scientifiche (comprese quelle per plagio) modificano in modo pericoloso il complesso delle conoscenze acquisite, introducendo dati alterati o fabbricati o duplicati (questi ultimi possono far falsamente apparire fortemente supportata dai dati una certa teoria che non dovrebbe esserlo).

4. In realtà, qui non si è discusso (per ragioni di spazio) alcun esempio della stragrande maggioranza dei casi recenti comprovati di comportamento fraudolento. Questi sono, per così dire, di piccolo cabotaggio, quindi molto diversi dalle clamorose accuse trattate in questa sede: non ne fa parte quello che potremmo definire un grande disegno, qualcosa legato a teorie fondamentali. Sono quasi sempre prodotti della negativa atmosfera di valutazione bibliometrica che si è purtroppo instaurata nella scienza moderna, efficacemente definita dalla locuzione "publish or perish", la quale è il più potente incentivo a scegliere scorciatoie inammissibili. Inoltre, non si è discusso neppure di altri casi che pure rientrerebbero tra i possibili comportamenti fraudolenti di grandi personaggi che hanno fatto la storia della scienza, dello stesso calibro di quelli che abbiamo trattato nel nostro scritto, per il semplice motivo che la controversia è ancora in corso e bisognerà attendere il risultato delle analisi. Un caso per tutti: quello di Sigmund Freud, che è ora venuto prepotentemente alla ribalta. Allo stato attuale delle evidenze presentate pare prematuro esprimere valutazioni.

BIBLIOGRAFIA

- Abbott, A. (2013), «Call the cops», in Nature, 504(7478), p. 7; doi: 10.1038/504007a.

- ALLEA (2017), The European Code of Conduct for Research Integrity, Bruxelles; https://goo.gl/94FkBe.

- Babbage, C. (1830), Reflections on the Decline of Science in England, London, B. Fellowes; https://goo.gl/SUGm7A.

- Bohannon J. (2013), «Who is afraid of peer review?» in Science, 201(342), pp. 60-3.

- Box, J. F. (1978), R.A. Fisher, the life of a scientist, New York, Wiley.

- Bucci, E. M. (2015), Cattivi Scienziati, Torino, Add Editore; http://www.addeditore.it/catalogo/enrico-bucci-cattivi-scienziati/.

- Campbell, K. H. S., McWhir, J., Ritchie, W. A., & Wilmut, I. (1996), «Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line», in Nature, 380(6569), pp. 64-6; doi:10.1038/380064a0.

- Caporale, C., & Fanelli, D. (2013), Linee Guida per l'Integrità nella Ricerca; https://goo.gl/ftM1zx.

- Carafoli, E. (2015), «Scientific misconduct: the dark side of science», in Rend. Lincei, 226, pp. 369-82

- Dirac, P. A. M. (1963),«The Evolution of the Physicist's Picture of Nature», in Scientific American, 208(5), pp. 45-53; doi:10.1038/scientificamerican0563-45.

- Evans, J. (1987a), «On the Origin of the Ptolemaic Star Catalogue: Part 1», in Journal for the History of Astronomy, 18(3), pp. 155-72; http://doi.

- Evans, J. (1987b), «On the origin of the ptolemaic star catalogue: Part 2», in Journal for the History of Astronomy, 18(4), pp. 233-78; http://doi.

- Feyerabend, P. (1974), Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge, Atlantic Highlands (NJ), Humanities Press.

- Fisher, R. A. (1936), «Has Mendel's work been rediscovered?», in Annals of Science, 1(2), pp. 115-37; goo.gl/aVSrBC

- Franklin, A. (1997), «Millikan's Oil-Drop Experiments», in The Chemical Educator, 2(1), pp. 1-14; http://doi.org/10.1007/s00897970102a.

- Gingerich, O. (1980), «Was Ptolemy a Fraud?», in Q. Jl. R. Astr. Soc., 21, pp- 253-266; https://goo.gl/RDHdd9.

- Glashow, S. L. (2008), «The errors and animadversions of Honest Isaac Newton», in Contributions to Science, 4, pp. 105-10; http://doi.org/10.2436/20.7010.01.42.

- Goodstein, D. (1991), «Scientific fraud», in Engineering & Science, (Winter), pp. 10-9; http://calteches.library.caltech.edu/3664/1/Goodstein.pdf.

- Goodstein, D. (2000), «In defense of Robert Andrews Millikan», in Engineering & Science, (4), pp. 30-8; http://algol.fis.uc.pt/forum/millikan.pdf.

- Hartl, D. L., & Fairbanks, D. J. (2007), «Mud sticks: On the alleged falsification of Mendel's data», in Genetics, 175(3), pp. 975-9; https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1840063/.

- Hetherington, N.S. (1997), «Ptolemy: On Trial for Fraud», in Astronomy & Geophysics, 38(2), pp. 24-7, https://doi.org/10.1093/astrogeo/38.2.24

- Holton, G. (1978), «Subelectrons, Presuppositions, and the Millikan-Ehrenhaft Dispute», in Historical Studies in the Physical Sciences, 9, pp. 161-224; http://doi.org/10.2307/27757378.

- Horbach, S. P. J. M., & Halffman, W. (2017, September 19), «The extent and causes of academic text recycling or "self-plagiarism"», in Research Policy, North-Holland, http://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.004.

- Illmensee, K., & Hoppe, P. C. (1981), «Nuclear transplantation in Mus musculus: developmental potential of nuclei from preimplantation embryos», in Cell, 23(1), pp. 9-18; http://doi.org/10.1016/0092-8674(81)90265-8.

- Kellogg, R. T. (1994), The psychology of writing, New York, Oxford University Press.

- Koyré, A. (1953), «An Experiment in Measurement», in Proceedings of the American Philosophical Society; http://www.jstor.org/stable/3143896?origin=JSTOR-pdf.

• McGrath, J., & Solter, D. (1984), «Inability of mouse blastomere nuclei transferred to enucleated zygotes to support development in vitro», in Science (New York, N.Y.), 226(4680), pp. 1317-1319; http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6542249.

• Millikan., R. A. (1913), «On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant», in Physical Review, 2(2), pp. 109-43; http://doi.org/10.1103/PhysRev.2.109.

• Nash, L. K. (1956), «The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory», in Isis, 47(2), pp. 101-16; http://doi.org/10.1086/348480.

• Palmieri, P. (2001), «Galileo and the Discovery of the Phases of Venus», in Journal for the History of Astronomy, 32(2), pp. 109-29; http://doi.

• Partington, J. R. (1939), «The origins of the atomic theory», in Annals of Science, 4(3), pp. 245-82; http://doi.

• Rawlins, D. (1982), «An Investigation of the Ancient Star Catalog», in Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 94(558), p. 359; http://doi.org/10.1086/130991.

• Resnik, D. B., & Shamoo, A. E. (2011), «The singapore statement on research integrity», in Accountability in Research, 18(2), pp. 71-5; http://doi.org/10.1080/08989621.2011.557296.

• Riess, F., Heering, P., & Nawrath, D. (2005), «Reconstructing Galileo's Inclined Plane Experiments for Teaching Purposes», in Eighth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference, pp. 1-10; https://goo.gl/unUF1J.

• Rossner, M., & Yamada, K. M. (2004), «What's in a picture? The temptation of image manipulation», in The Journal of Cell Biology, 166(1), pp. 11-5; http://doi.org/10.1083/jcb.200406019.

• Science Europe (2015), Research Integrity: What it Means, Why it Is Important and How we Might Protect it, https://goo.gl/TXDY1B.

• Settle, T. B. (1961), «An Experiment in the History of Science: With a simple but ingenious device Galileo could obtain relatively precise time measurements», in Science, 133(3445), pp. 19-23; http://doi.org/10.1126/science.133.3445.19.

• Sokal, A. (1996a) «Transgressing the boundaries: toward a transformative hermeneutics of quantum gravity» in Social Text, 46, pp. 2017-52.

• Sokal, A. (1996b) «A physicyst experiments with cultural studies» in Lingua Franca, May-June, pp. 62-4.

• US Federal Government, U.S. Federal Policy on Research Misconduct; https://www.aps.org/policy/statements/federalpolicy.cfm.

• Usselman, M. C., Leaist, D. G., & Watson, K. D. (2008), «Dalton's disputed nitric oxide experiments and the origins of his atomic theory», in ChemPhysChem, 9(1), pp. 106-10; http://doi.org/10.1002/cphc.200700707.

• Westfall, R. S. (1985), «Science and Patronage: Galileo and the Telescope», in Isis, 76(1), pp. 11-30; http://www.jstor.org/stable/232790.

• Willadsen, S. M. (1986), «Nuclear transplantation in sheep embryos», in Nature, 320(6057), pp. 63-65; http://doi.org/10.1038/320063a0.

• Wilmut, I., & Highfield, R. (2006), After Dolly : the uses and misuses of human cloning, New York, W.W. Norton & Co.

• Włodarczyk, J. (1987), «Observing with the Armillary Astrolabe», in Journal for the History of Astronomy, 18(3), pp. 173-95; http://doi.