Luca Granieri

Dio c'è e la scienza...

Scienza e fede in dialogo

2015

A tutti i credenti e non-credenti di buona volontà

Indice

Introduzione **iii**

1 Genesi **3**
1.1 Lo scaricabarile dell'esistenza 10

2 Un po' di Scienza per tutti **13**
2.1 Fondamenti della Conoscenza 14
2.1.1 Nascita della scienza moderna in (molto) breve 19
2.2 Vedere l'invisibile 22
2.3 Matematica linguaggio della natura !? 24
2.3.1 Alcuni criteri di demarcazione 26
2.4 Paradossi 27
2.5 Falsificazione 31
2.6 Come e Perché 33
2.7 L'incantato 34

3 La necessità della scienza **37**

4 Impossibilità **41**
4.1 Impossibilità e Dio 43

5 Il sistema del mondo **45**

6 Il rasoio di Ockham **61**
6.1 Intuizioni, cultura, gusto personale 65

7 Riduzionismo **71**

8 L'affare Galileo **81**

9 Antropomorfismo e antropocentrismo **89**

10 Scienza e fede **97**
10.1 Dio Nascosto 101
10.2 Ragione e sentimento 104

10.3 Frutti dello stesso albero 107
10.4 Dio come spiegazione 110
10.5 Lacune 113
10.6 Dio come ipotesi 115

11 La scommessa di Pascal **119**

12 Scienza, fede e ateismo **129**
12.1 Dio e Mamma Oca 134

13 Evoluzione **137**

14 Epilogo **151**

Bibliografia **152**

Introduzione

Molti equivoci tra scienza e fede sorgono quando si vuole far dire alla scienza quello che essa non può dire (ad esempio, la pretesa di dimostrare o escludere l'esistenza dell'anima o la dipendenza da Dio creatore) o quando si vuole ricavare dalla Bibbia quello che essa non vuole dire, perché non riguarda l'ambito religioso (ad esempio, la descrizione scientifica delle origini del mondo e dell'uomo). [...] È una osservazione che pare quasi ovvia, ma spesso non è stata tenuta e ancora non viene tenuta presente in modo adeguato.

F. Facchini ([51, p. 105])

Qual è il rapporto tra il pensiero scientifico e quello religioso? Di conflitto o di reciproca indifferenza e/o diffidenza? È possibile un dialogo tra l'uomo di scienza e quello di fede? E cosa succede quando queste due dimensioni convivono nello stesso individuo?

Naturalmente, sul rapporto scienza-fede si è scritto tantissimo e moltissimo altro resta da scrivere. Anche le competenze per farlo in modo decente sono tante, spaziando tra argomenti scientifici, filosofici, teologici, storici, ecc. Ma, la questione scienza-fede non è soltanto un fatto intellettuale e riguarda anche, e forse soprattutto, la vita vissuta. Così, se dobbiamo parlare di tennis, tanto per dirne una, anche il giocatore professionista può avere qualcosa di interessante da dire. Qui non si tratta soltanto di una faccenda per esperti che osservano giocare dalle tribune e magari non hanno mai tenuto in mano una racchetta, o lo hanno fatto giusto per qualche ora a settimana nel circolo vicino casa.

Qualche tempo fa mi è capitato sotto mano un bel libro di matematica dal titolo: *Mathematics is not a spectator sport* (La matematica non è uno sport per spettatori). È proprio così. E questo vale per la scienza in generale, ma anche per la fede religiosa. Ciò che si vede in televisione o dalla tribuna non è lo stesso di quello che si può osservare e sperimentare sul campo. Entrambe le prospettive sono importanti e concorrono a realizzare un'idea del gioco più completa e vicina alla sua realtà. In questo modo, chiunque voglia farsi un'idea del rapporto scienza-fede non può basarsi soltanto su quello che si vede dalla tribuna, dall'esterno, ma deve in qualche modo tener conto di ciò che muove l'impresa scientifica e la ricerca religiosa dal loro interno. Altrimenti i nostri discorsi sono viziati sin dall'inizio, riferendosi ad immagini della scienza e della fede molto lontane dalla loro propria realtà. In effetti,

a giudicare da quanto si scrive o si può ascoltare dai mass-media sull'argomento, spesso ci si imbatte in una scienza e in una fede che non esistono!

Qualcuno potrebbe pensare a questo punto che quanto appena detto sia soltanto un modo per, come si dice, *mettere le mani avanti* rispetto alle competenze necessarie per esprimersi su questioni tanto spinose come quelle che riguardano il rapporto scienza-fede. Lo ammetto: in parte è senz'altro così! Quelle contenute in questo libro sono le considerazioni di chi scende ogni giorno in questo ideale campo da tennis e ogni tanto si siede in tribuna a vedere gli altri giocare, per passione e divertimento. Essendo un povero matematico, dove povero potrebbe anche essere inteso nel senso stretto del termine, diventando oggi sempre più difficile se non impossibile *campare la famiglia* occupandosi di ricerca scientifica, ed essendo un cattolico praticante, come talvolta si dice, sono sempre stato interessato a tutti i temi che riguardano la fede e il suo confronto con il pensiero scientifico.

Ma la molla che mi ha spinto a pensare e scrivere questo testo è stata la crescente insofferenza verso titoli di libri, oltre al loro contenuto ovviamente, per non parlare delle numerose trasmissioni televisive che trattano di misteri misteriosi gettando in un grande calderone fantasmi, alieni, angeli, demoni, cerchi nel grano e quant'altro, quali: Vangelo secondo la scienza, Perché non possiamo essere cristiani, L'illusione di Dio, Dio esiste: ecco le prove, La fisica dell'immortalità, Caro Papa ti scrivo, Perché Dio non esiste, ecc.

Il fatto è che spesso si tratta di libri scritti proprio da studiosi certamente autorevoli e di chiara fama. Naturalmente, un titolo è sempre un titolo e va preso per quello che è. La presenza di parole come Dio, Cristianesimo, immortalità ecc., sembra che aiuti ad incrementare le vendite. E poi un titolo ben congegnato ed intrigante può senz'altro influire sulla buona riuscita di un libro e costituisce sempre una prima importante pubblicità. Ma questa pubblicità può anche essere ingannevole. Come è bene fare per le *reclame* televisive, o rispetto ai vari proclami di venditori che ci assillano tutti i giorni e con tutti i mezzi (internet, posta, telefono ecc.) il consiglio generale è sempre lo stesso: *Diffidare delle promesse mirabolanti!*

Ovviamente, il lettore *grande e vaccinato* non avrà neanche bisogno di sfogliare questi testi per dire tra sé: Ma quale Dio? Quale Cristianesimo? Quale fisica, quali prove? Tutto dipende da cosa intendiamo per Dio, Cristianesimo, prove, fisica, ecc. Ma molti lettori potrebbero trovarsi invece in seria difficoltà. Un po' come capita al piccolo Milhause in un episodio della serie televisiva *I Simpson*, una delle mie preferite, quando sfogliando un libro esclama: *Se è scritto in un libro deve essere vero!*

Il fatto è che, talvolta esplicitamente come con richiami alla fisica in [195, Tipler, La fisica dell'immortalità], o come per [143, Odifreddi, Perché non possiamo essere cristiani (e meno che mai cattolici)] che, facendo eco al famoso scritto di B. Russell (1872-1970) [178, Perché non sono cristiano], e forse a quello di Zichichi [198, Perché io credo in Colui che ha fatto il mondo], sembra passare da un piano personale ad uno ritenuto *oggettivo* e valido per tutti, con immancabile frecciatina al cattolicesimo in particolare, talvolta anche per titoli più neutri come in [138, Monod, Il caso e la

necessità], [83, Hawking, Dal big bang ...] ecc., l'autorevolezza e la notorietà degli autori in qualche modo può intimidire il lettore ammantando di un'aurea *scientifica* anche argomenti puramente speculativi.

Questo è anche un libro su Dio... o forse sull'assenza di Dio. La parola Dio riempie queste pagine. [...] Hawking sta tentando, come afferma esplicitamente, di capire la mente di Dio. E questo fatto rende tanto più inattesa la conclusione del suo sforzo, almeno finora: un universo senza confini nello spazio, senza inizio o fine nel tempo, e con nulla da fare per un creatore (dall'introduzione di C. Sagan a [83, Hawking]).

Naturalmente, questo vale anche in senso, diciamo, apologetico, come nel caso ad esempio di [195, Tipler], [125, Laurentin, Dio esiste, ecco le prove], [133, Low, Le nuove prove che Dio esiste], [198, Zichichi, Perché ...].

[...] Il danno maggiore si ha quando l'autore eventualmente approfitta della sua autorità scientifica per far passare per scientifiche alcune sue idee che, se pur interessanti, scientifiche non sono. Il lettore medio è indifeso contro tali arbitrii, con il risultato che è indotto a credere che quella che legge in tali opere sia la visione ufficiale della scienza su quello specifico argomento, soprattutto se questa visione va nella direzione di ciò che a lui piace credere ([20, Boncinelli, p. 18]).

In un dibattito televisivo ho sentito una volta un importante prelato che, rispondendo ad uno scienziato, se ricordo bene il Prof. Odifreddi, sosteneva che anche la teologia è una scienza. Chissà a quale idea di scienza si riferiva, pensai in quel momento.

Una volta, a causa di un certo dissenso, ho avuto un lungo dibattito con un fisico che sosteneva più o meno che

le nostre conoscenze scientifiche dimostrano che la nostra vita psichica è intrinsecamente trascendente rispetto alla realtà materiale, il che implica l'esistenza dell'anima quale componente soprannaturale (ossia non-fisico) dell'uomo. Da un punto di vista fisico il nostro cervello è solo un sistema di particelle interagenti, ossia un oggetto. La nostra vita psichica rappresenta dunque una violazione delle leggi della fisica. Ogni fenomeno che rappresenta una violazione delle leggi della fisica viene generalmente chiamato sovrannaturale; dunque la nostra vita psichica è un fenomeno sovrannaturale.

Una tesi questa probabilmente simile a quella sostenuta da E.M. Carreira Perez (*Scienza e fede: caso e progetto, Civiltà cattolica n. 4 2006*):

Dal punto di vista della fisica siamo in grado di stabilire i limiti dell'attività materiale. La scienza moderna accetta soltanto quattro tipi di interazioni - gravitazionale, elettromagnetica, nucleare forte e nucleare debole - che definiscono che cosa è la materia con una definizione operativa, tipica della metodologia scientifica. Nessuna di queste interazioni include tra i suoi effetti la coscienza, il pensiero astratto o la libera volontà, lasciando quindi al di fuori del campo della materia la più evidente attività dell'uomo. [...] Soltanto ciò che è al di sopra della materia può agire in modo tale da superare le quattro interazioni che definiscono la materia stessa (citato da [24, L. Calabi, p. 72]).

Anche in [195, Tipler] ci si lancia in un progetto molto ambizioso proponendo una *fisica dell'immortalità*.

Pertanto, la scienza è tirata in ballo un po' per tutto, sia per negare che per affermare. Evidentemente c'è qualcosa che non quadra.

Dunque, lo scopo principale di questo libro è quello di discutere alcuni principali punti su cui *diffidare* in argomenti dai toni così trionfalmente decisivi, in un senso o nell'altro. Tutti si riconducono se vogliamo ad una immagine parziale o distorta di scienza da una parte e fede dall'altra.

Prima che mi dimentichi devo avvertire il lettore che ogni volta che nel libro si parlerà di fede, se non specificato altrimenti, ci si riferisce a quella della Chiesa cattolica, per il semplice fatto che è quella che vivo personalmente e di cui conseguentemente potrei permettermi di dire qualcosina.

Tra i principali fraintendimenti, tanto per anticipare qualche tema, troveremo l'intendere Dio come spiegazione, l'identificazione della fede con la teologia e/o in generale con cose che hanno poco a che fare con essa. A volte ciò è piuttosto evidente. Ad esempio, nello scrivere

il particolare interessante è che, secondo Woytila (1920-2005), non fu genericamente Nostra Signora a guidare il proiettile, ma Nostra Signora di 'Fatima'. È probabile che Nostra Signora di Lourdes, Nostra Signora di Guadalupe, [...] avessero altri impegni in quel momento ([38, Dawkins, p. 43])

si palesa l'assoluto fraintendimento, giusto per essere gentili, della fede cattolica, oppure, visto che non mi pare serva chissà quale quantità di *catechismo* o di teologia per capire cosa volesse dire Papa Woytila a riguardo delle circostanze del suo attentato, il puro spirito polemico e pretestuoso, così, tanto ogni cosa fa brodo e accusare un Papa di politeismo idolatra è sempre opera benemerita.

Altre volte le cose sono molto più sottili e sfumate.

Ora, per una discussione seria su temi come quelli concernenti il rapporto scienza-fede, poche pagine non possono certo bastare. La discussione proposta in questo libro non ha allora nessuna pretesa di affrontare i temi in maniera sistematica e/o completa dal punto di vista filosofico, storico, teologico, scientifico, e costituisce una introduzione se vogliamo divulgativa ai temi che riguardano il rapporto scienza-fede, in modo che il lettore possa poi approfondirli partendo da una posizione diciamo così più *equilibrata* rispetto al tenore del più comune dibattito in materia. Per un approccio più sistematico e completo si può far riferimento a [190, Dizionario interdisciplinare di scienza e fede] (http://www.disf.org/).

Il lettore noterà che questo testo non è tanto un libro sulla religione quanto uno sulla scienza. In un mondo ormai dominato dalle conquiste della scienza, quest'ultima è invero una sconosciuta al cittadino medio. Purtroppo assistiamo spesso impotenti ad una grave disinformazione scientifica. Per esempio i mass media, ma anche i testi ed i corsi scolastici, quando va bene, spesso forniscono un'immagine distorta e fuorviante della scienza. Chi si occupa di insegnamento può constatare come la preparazione scientifica degli studenti risulti complessivamente in declino anno dopo anno. Per non parlare poi della famosa contrapposizione tra le cosiddette

due culture, quella umanistica da una parte e quella tecnico-scientifica dall'altra e che in Italia ha radici piuttosto profonde. Ma la complessità del mondo odierno ha un disperato bisogno di cultura scientifica per svariate e importanti ragioni.

Anche la preparazione culturale di sacerdoti e religiosi è essenzialmente di tipo umanistico. Perché non inserire qualche insegnamento scientifico nella loro formazione? Ciò sarebbe importante non tanto per difendersi dagli attacchi di un certo *scientismo*, del resto questo può avere una importanza se vogliamo relativa, quanto per capire ed affrontare meglio le problematiche del mondo moderno. Ormai non è pensabile accostarsi a questioni come la salvaguardia dell'ambiente e delle risorse naturali, i problemi energetici, le emergenze sanitarie, la fame e la povertà dilaganti in molte aree del pianeta, sprovvisti di un minimo bagaglio scientifico. Il mondo cattolico vanta, anche se non sono certo mancati momenti di tensione e scontro, una lunga ed importante tradizione scientifica. Si tratta di continuarla e di sfruttarla non soltanto dal punto di vista per così dire *accademico*, ma anche per, in termini tecnici, offrire un servizio *pastorale* migliore.

Anche il titolo di questo libro vuole essere una provocazione in tal senso. Lasciando agli studiosi di misteri misteriosi il compito di chiarire la comparsa della scritta *Dio c'è* in murales e svariati cartelli stradali, ci limitiamo ad osservare che anche nell'ottica di fede la scienza andrebbe maggiormente promossa e correttamente comunicata.

A questo proposito, tanto per fare un esempio paradigmatico e sul quale torneremo in seguito, sul tema della vita i libri di testo e parte della divulgazione scientifica in genere raccontano più o meno quanto segue: qualche miliardo di anni fa c'erano delle pozzanghere nelle quali, a causa di fenomeni fisico-chimici, si sono alla fine assemblate molecole organiche che piano piano hanno formato le prime proto-cellule, facendo emergere infine le prime forme di vita. Si dà così per scontata e accertata l'origine della vita dal mondo inanimato. Ma questo è totalmente fuorviante. E non tanto dal punto di vista religioso andando a toccare la questione della *Creazione*, ma soprattutto da quello della comunicazione della scienza. Che differenza c'è con l'immagine di Afrodite che nasce dalla spuma del mare? O con l'avventura di Lisa Simpson che accidentalmente crea la vita in una scodella per l'esperimento scolastico di scienze? Questo è un vero e proprio *mito scientifico*, perché ad oggi di questo si tratta, che purtroppo contribuisce a formare negli studenti e nelle persone in generale una immagine distorta dell'impresa scientifica.

Certo, per chi ragioni in un'ottica puramente materialista non può che essere così. Se prima la vita non c'era e dopo esisteva allora questa è *emersa* dalla materia non-vivente. Ma questo dogma nasconde la verità dei fatti, e la realtà è che ancora non sappiamo per filo e per segno come possano essere andate le cose. L'origine della vita è non spiegata. In particolare non sappiamo se circostanze particolarmente fortunate unite alle leggi della fisica e della chimica siano sufficienti a produrla, o forse se si tratti di un qualcosa di *necessario*, se cioè la vita si produca ogni volta che si verifichino certe condizioni (che non sappiamo quali siano).

Se tutto può avere origine dalla materia, molti ritengono che a questo punto non ci sia più bisogno di Dio. C'è ancora posto per Dio nel nostro universo? L'equivoco principale è intendere Dio come spiegazione. E poi cos'è in realtà la vita? Se proviamo a darne una definizione ci troveremmo in seria difficoltà. In casi estremi come quelli dei virus ([115, Le Scienze]) gli studiosi dibattono ancora se debbano essere considerati esseri viventi o meno. E che dire della difficoltà di determinare il momento esatto in cui un organismo (o un essere umano) si possa considerare morto? ([8, Aramini]).

Generalmente, si ritiene che prima o poi tutte le questioni più importanti saranno risolte dal pensiero scientifico. Uno degli scopi di questo libro è anche quello di contribuire a sfatare quest'altro mito molto lontano dalla realtà.

Ma, ribaltiamo pure la questione per un attimo. Anche se avessimo dimostrato che per esempio la vita non possa essere spiegata scientificamente, allora dovremmo credere necessariamente in Dio? Dal punto di vista del cattolico questa è un'arma letale. Il giorno in cui per assurdo dimostrassimo che Dio esiste necessariamente non potremmo esultare e cantare vittoria. Sarebbe invece un giorno funesto. Perché Dio è nascosto, e sarebbe difficile ricondurre quel Dio a quello rivelatoci da Gesù.

Poi, se invece, ancora per assurdo, dimostrassimo che tutto, ma proprio tutto, è spiegabile scientificamente? Allora, ai nostri occhi potrebbe sembrare più plausibile il fatto che l'universo esista da se stesso. Ma il fatto che una cosa possa essere non significa che questa debba esserlo per forza nella realtà. Dio potrebbe comunque esistere e aver fatto le cose nel modo in cui ci è dato di osservarle.

Ora, come vedremo, per quanto ne sappiamo questi due casi estremi non possono realizzarsi. Del resto, le tendenze estreme spesso non funzionano in questi frangenti. Come svilire al massimo grado il pensiero religioso sopravvalutando il pensiero scientifico. O viceversa, sminuendo il pensiero scientifico per sopravvalutare quello religioso. In questo libro tenteremo di evidenziare un punto di *equilibrio* tra questi due nefasti estremi.

Per segnalazioni e commenti: fedeescienza@gmail.com
Per ulteriori materiali: https://plus.google.com/u/0/104717349758539166965

Febbraio 2015 Luca Granieri

Capitolo 1

Genesi

Le cose di ogni giorno raccontano segreti
a chi le sa guardare ed ascoltare.
Per fare un tavolo ci vuole il legno
per fare il legno ci vuole l'albero
per fare l'albero ci vuole il seme
per fare il seme ci vuole il frutto
per fare il frutto ci vuole un fiore
ci vuole un fiore, ci vuole un fiore,
per fare un tavolo ci vuole un fiore.
Per fare un fiore ci vuole un ramo
per fare il ramo ci vuole l'albero
per fare l'albero ci vuole il bosco
per fare il bosco ci vuole il monte
per fare il monte ci vuol la terra
per far la terra ci vuole un fiore
per fare tutto ci vuole un fiore

Gianni Rodari (1920-1980)

Eh, la prima volta è sempre la prima volta! Tutte le *prime volte* hanno in qualche modo un posto riservato nella nostra memoria, nel bene come nel male. Anche il mio primo giorno di università è stato uno di quei giorni da ricordare. Io poi ci arrivavo con particolari aspettative. In effetti, mentre frequentavo l'ultimo anno di scuola, la classica *ragioneria*, prima del diploma, ero piuttosto insoddisfatto degli studi in cui mi imbattevo. Parlare tutto il tempo di banche, azioni, bilanci ecc. mi sembrava troppo riduttivo per i miei gusti. No, non era cosa per me. Mi sembrava di soffocare seppellito da fatture, assegni e partite doppie. Anche se alla fine mi ero diplomato con il massimo dei voti, la decisione era presa: *Se troverò un lavoro o continuerò gli studi farò senz'altro qualcosa di completamente diverso!*

Così, in quel periodo cominciai un po' a guardarmi intorno per cercare delle alternative alla solita *Economia e Commercio*. Alcuni docenti illuminati organizzarono presso la nostra scuola un corso pomeridiano di filosofia. Restai affascinato e, con il senno di poi, anche un po' perplesso. Allora perché non studiare filosofia all'università? Già, perché no? Così, il pomeriggio sbrigavo in fretta i miei compiti

quotidiani e, dopo il calcio o la pallavolo, mi divertivo a curiosare qua e là tra i libri che trovavo in casa su temi e argomenti correlati ai contenuti di quel corso extra-scolastico. Mentre scartabellavo qua e là, tra le altre cose, galeotto fu il seguente celebre passo di Galileo (1564-1642) tratto dal *Saggiatore*:

La natura è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (e dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, a conoscer i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi e altre figure geometriche senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi, è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto.

Allora decisi che se volevo capire qualcosa della natura delle cose e del mondo che ci circonda senz'altro mi serviva conoscere la matematica.

Allo stesso tempo, avevo finalmente compreso anche perché i miei genitori avessero riempito negli anni la casa di libri. Quando ero piccolo non capivo. Con il lavoro che facevano non avevano certo il tempo di leggerli. Ma oggi anch'io colleziono libri di tutti i generi nel mio studiolo. Io forse non avrò mai il tempo di sfogliarli tutti, ma un domani qualcuno in casa potrebbe leggere qualcosa e trovare qualche idea interessante. Grazie papà, grazie mamma, è stata una scelta saggia. Una buona idea non ha prezzo!

Fu così che mi trovai il primo giorno di università a seguire la prima lezione di matematica. Entrato in aula mi nascosi in un angolino un po' spaurito, ma anche curioso. Chi saranno i miei professori? Di cosa parleranno? E soprattutto, riuscirò a capirci qualcosa? Non ricordo certo le parole esatte, ma parafrasando un po' a modo mio, le prime parole della lezione furono qualcosa del tipo

Che cos'è un insieme? Un insieme è ... Beh, non lo so. È un ente primitivo. Quando parliamo di un insieme, chiamiamolo E, dobbiamo in qualche modo far finta di sapere di cosa stiamo parlando. E lo stesso per gli elementi x che gli appartengono. Quindi facciamo tutti finta di sapere cosa significhi la scrittura

$$x \in E \qquad (x \text{ è un elemento di } E).$$

Dopotutto da qualche parte bisogna pur cominciare, no?

Immaginiamo di prendere il vocabolario per cercare il significato di una parola a noi sconosciuta. Il vocabolario ci spiega il significato di questa nuova parola, ma, naturalmente, per farlo utilizza a sua volta altre parole, sperando che quest'ultime siano di nostra più facile comprensione. Così, andando a ritroso parola per parola, bisogna necessariamente arrivare a parole che non sono ulteriormente spiegate e il cui significato va assunto come dato. In altri termini, lo *scaricabarile* di una parola sull'altra non può proseguire in eterno. Per poterci intendere dobbiamo prima o poi arrivare a termini *primitivi*, non suscettibili di ulteriore spiegazione, ed ai quali possiamo al più attribuire un significato per così dire intuitivo e/o convenzionale.

Così, anche in una teoria scientifica, in particolare in matematica e in fisica, ci sono degli oggetti primitivi e delle affermazioni su di essi, i cosiddetti assiomi, che, come si dice, vanno assunti per buoni.

Negli Elementi di Euclide (300 a.c. circa) ad esempio, che molti avranno incontrato, se pur in rimaneggiamenti moderni, durante il proprio percorso scolastico, si possono leggere le prime definizioni

1. Il punto è ciò che non ha parti

2. Una linea è una lunghezza senza larghezza

3. Linea retta è quella che giace ugualmente rispetto ai suoi punti

Ma cosa vuol dire non avere parti? Essere indivisibile? I punti sono una specie di *atomi* della geometria? Ma allora hanno o non hanno una misura? E cosa dobbiamo intendere per lunghezza senza larghezza? Qualcosa di estremamente sottile? Ma quanto sottile?

Ai nostri occhi moderni, da un punto di vista strettamente scientifico, tali definizioni non sono certo accettabili. Esse infatti utilizzano espressioni il cui significato è perlomeno ambiguo o oscuro, come l'espressione *giacere ugualmente rispetto ai suoi punti*. È chiaro che Euclide sta tentando di spiegare i termini utilizzati nella geometria ai suoi lettori, in modo da renderli maggiormente intelligibili.

Quando il mio professore delle superiori introdusse la geometria, ricordo benissimo che ci disse: *Il punto è la traccia lasciata dal gesso sulla lavagna o dalla penna sul foglio.* In verità, ci sarebbe da chiedersi come mai ricordi distintamente questi fatti. Delle altre materie scolastiche in effetti ho ricordi molto più vaghi e indistinti. Forse ci sarà una selezione a posteriori dei ricordi o qualche sottigliezza psicologica. O forse già cominciava a manifestarsi una mia predilezione per certi argomenti.

Anche per questo decisi di frequentare quel corso pomeridiano di filosofia. Così, anche per svagarmi e guardarmi un po' in giro. Io, naturalmente, ero un neofita e dopo i primi minuti in cui il professore ci esponeva ad esempio il pensiero di Platone (428-348 a.c.) o Aristotele (384-322 a.c.), cominciavo a tempestarlo di domande. La maggior parte di queste erano del tipo: Ma come facevano a sapere o ad essere sicuri di questo o quest'altro? Un giorno, dopo la mia ennesima domanda il professore mi disse: *Ma lo sai che poni sempre quesiti di 'origine'*? Anche questo episodio lo ricordo molto bene. Chissà, forse erano i primi segni di una vocazione da scienziato, oppure i primi segni di squilibrio mentale.

Ora, tornando alla geometria, anche quello del professore delle superiori non era altro che un tentativo di definire, se pur intuitivamente, gli oggetti della geometria per renderli più familiari. Ma il fatto è che non c'è verso di farlo. Se vogliamo partire da piani, punti e rette, questi devono essere enti primitivi, non suscettibili di essere ulteriormente definiti. Oppure dovrebbero essere definiti in termini di altri oggetti già definiti preventivamente. Ad esempio, nella geometria analitica si può definire il punto del piano come una coppia ordinata di numeri reali, rimandando a concetti più primitivi già definiti in precedenza (si veda ad esempio [76, Granieri]).

Dunque, anche il problema della *definizione* è soggetto ad uno scaricabarile sino ad oggetti primitivi non definiti.

Quando un bambino, forse il piccolo B. Pascal (1623-1662), chiese al padre di spiegargli la geometria e questi cominciò a parlargli di enti primitivi e assiomi esclamò: *Ma la matematica non è quella scienza in cui si dimostrano le cose?* Già, si dimostra (ma dovremmo anche discutere, e lo faremo tra qualche pagina, cosa voglia dire dimostrare) ma a partire da cose non dimostrate. Si tratta del tipico schema cosiddetto *ipotetico-deduttivo*. B. Russell, portando all'estremo tali circostanze, una volta affermò: *La matematica è quella scienza in cui nessuno sa veramente di cosa si stia parlando né se quello che si dice sia vero.* La prima parte dell'affermazione di Russell si riferisce non soltanto al problema degli enti primitivi ma anche, forse, alla sempre più ampia astrazione degli oggetti matematici che diventano sempre più lontani dal nostro modo di pensarli e di parlarne. La seconda parte sottende invece due problematiche importanti e sottili di cui diremo qualcosa più avanti. La prima è naturalmente legata alla questione degli assiomi. L'altra è legata alle problematiche dell'assiomatizzazione delle teorie matematiche, il problema della coerenza, delle contraddizioni, del fatto che verità e dimostrazione possono anche non coincidere. Su questi temi si veda la sezione 2.4.

Forse, le problematiche che stiamo cercando di introdurre in questo paragrafo possono essere ben messe in rilievo dalla famosa storiella di un tale che chiede a un passante: *What time is it?* Al che questi risponde leggendo l'ora dal suo orologio senza battere ciglio. Non avendo capito bene l'ora, il tale, che non era proprio pratico dell'inglese, chiede di nuovo: *Excuse me, What is time?* E quegli risponde (traduco per comodità mia e del lettore): *Ah, questo veramente non lo so. Bisognerebbe chiederlo ad uno scienziato o ad un filosofo!*

A proposito di filosofi, S. Agostino (354-430) dice nelle *Confessioni* per il tempo quello che in qualche modo è un po' la realtà di quelle cose il cui significato è in qualche modo assodato (o ritenuto tale): *Che cos'è dunque il tempo? Quando nessuno me lo chiede, lo so; ma se qualcuno me lo chiede e voglio spiegarglielo, non lo so!* Naturalmente, diffido gli studenti dall'applicare tale argomento al contenuto delle lezioni!

Una volta, quando ero ancora un dottorando di ricerca, in una delle solite discussioni davanti alla macchinetta del caffè con il mio compagno di ufficio, tornammo in stanza ancora in disaccordo. Il fatto è che non riuscivamo a venire a capo del motivo delle nostre divergenze. Dopo diversi momenti di silenzio riuscimmo a capirne il motivo. In effetti stavamo parlando di una proprietà delle cosiddette *geodetiche* e il motivo del nostro disaccordo era legato alla nostra formazione, ed era alla fine un problema di definizione. Io infatti avevo una formazione più *analitica* e per me *geodetica* significava: *curva di minima lunghezza.* Ma il mio amico aveva una formazione più *geometrica* e sovente in geometria per *geodetica* si intende invece la soluzione di una certa equazione (differenziale). In molti casi questi due concetti coincidono, ma non sempre.

Dunque, c'è sempre una certa possibilità di fraintendimenti. Ma per fare un discorso scientifico occorre eliminare o limitare al massimo le ambiguità, precisando in modo oggettivo e inequivocabile di cosa si sta parlando. Questa esigenza può

anche portare a *estremi sacrifici*, che come vedremo non sono gli unici, limitando e semplificando accuratamente gli oggetti del nostro discorso.

A proposito del tempo, Einstein (1879-1955) ad esempio direbbe probabilmente che il tempo, quello della fisica, è il risultato delle misure di un orologio.

Se vogliamo, si potrebbe ricondurre il tutto all'atteggiamento di V. Boskov (storico, da poco scomparso, allenatore della Sampdoria): *rigore è quando arbitro fischia!*

E non si tratta soltanto del problema di come si chiamano le cose. Spesso questo ideale di precisione, che è fondante perlomeno nella matematica e nella fisica, non è possibile perseguirlo totalmente nelle altre scienze o nella filosofia.

Qual è ad esempio la definizione di *vita*? Si tratta di un buon esercizio: cosa intendiamo per *essere vivente*? Avete trovato una definizione adatta? Il fatto è che a quanto pare non esiste una definizione rigorosa al 100% o capace di comprendere tutte le caratteristiche che in qualche modo associeremmo ad un essere vivente. In casi limite come per certi virus ([115, 96, Le Scienze]) non è chiaro se debbano essere considerati esseri viventi o meno.

'Vita' è una di quelle parole che chiunque crede di capire, pur non essendo poi in grado di darne una spiegazione ragionevole. (Un po' come successe a sant'Agostino con la parola 'tempo'.) [...] Credo che risulterà impossibile -e oggi più che mai- dare una definizione esauriente della parola e quindi anche del concetto di 'vita'. [...] L'insufficienza delle scienze nei confronti della vita ha tuttavia, secondo me, ragioni più profonde. Probabilmente non è un caso che fra tutte le scienze sia proprio la biologia quella che non riesce a definire l'oggetto che studia: noi non disponiamo di una definizione scientifica della vita. [...] Una scienza che non è neppure in condizione di dare una definizione giusta ed esauriente del proprio oggetto, come la biologia nei confronti della vita, dovrebbe essere più modesta. E invece nella sua veste moderna di biologia molecolare è diventata la più superba di tutte le scienze (E. Chargaff [25, pp. 15-23-189]).

In [195, Tipler] si parla di condizioni scientifiche che assicurerebbero l'immortalità. Ma in tale contesto l'essere vivente, e in particolare gli uomini, sono considerati come una *macchina a stati finiti*. Se si accetta tale definizione, e in tal caso anche una automobile dovrebbe forse essere considerata un essere vivente, allora ci potrebbero (forse) essere le condizioni per una qualche *vita eterna*.

Dunque, come già detto, per poter intraprendere un qualche proficuo discorso scientifico occorre in qualche modo selezionare accuratamente gli oggetti del nostro discorso. Questo, tra le altre cose, significa che quando ci si avventura in discussioni su Dio (su cui probabilmente ogni interlocutore potrà avere una sua definizione, se mai ce ne fosse una), o in affermazioni ad esempio sulla prova matematica che Dio non esiste ([154, Paulos]), o sulle prove dell'esistenza di Dio ([125, Laurentin]), bisognerebbe essere consapevoli che per quanto la scienza possa avere delle cose importanti da dire, il discorso inevitabilmente sconfinerà anche sul piano metafisico e/o filosofico. Non che metafisica e filosofia siano cose da disprezzare. Per carità! Solo per guardarsi da affermazioni del tipo: la scienza dimostra che Dio non esiste, o

è provato scientificamente che... le quali potrebbero contenere anche ben poca roba di scienza in quanto tale.

Anche all'interno della scienza stessa (come vedremo sarebbe meglio parlare di *scienze*) possono esservi vari gradi per così dire di *accuratezza*. In questo modo, ad esempio una indagine sociologica o pedagogica non dovrebbe stare sullo stesso piano della fisica delle particelle. Anche qui, non che la sociologia o la pedagogia siano cose brutte, intendiamoci. Come avremo modo di approfondire, grazie alla scienza oggi certamente sappiamo molte cose, ma alcune le sappiamo molto bene, altre meno bene, altre poco bene o per niente. E non dipende soltanto dalla bravura degli scienziati, ma anche e soprattutto dalla complessità dell'oggetto di studio. Questo soltanto per mettere in guardia dall'utilizzo del termine *scientifico* per contrabbandare un sacco di cose diverse, come purtroppo viene molto spesso fatto dai vari mass media, e a volte purtroppo anche da qualche scienziato.

Questo non significa che scienza e altre discipline (filosofia, teologia, ecc.) non abbiano nulla da spartire. Non si può separare il pensiero scientifico, e non sarebbe nemmeno utile farlo, dalla cultura in generale (anche questo aspetto sarà doveroso approfondire un tantino) e anche le altre discipline farebbero sempre bene a prestare seria attenzione alle conoscenze scientifiche. Questo è un punto importante: consapevoli della sostanziale unità del pensiero, della conoscenza e della cultura, è d'obbligo distinguere quando si passa da un discorso propriamente scientifico a speculazioni di altra natura. A tal fine, come tenteremo di fare nei prossimi capitoli, è utile farsi un'idea più precisa di cosa sia il discorso scientifico, quali siano i suoi meriti, pregi e difetti.

Per chiarire in qualche modo, visto che abbiamo già introdotto il tema, consideriamo il caso, tra l'altro paradigmatico, dell'origine della vita sulla Terra. I dati scientifici ci dicono oggi piuttosto bene che il Sistema Solare e la Terra hanno una storia (ma anche l'Universo intero ne ha una propria). In particolare la Terra non è sempre esistita e non esisterà sempre così come la osserviamo ora. Anche la vita ha una sua storia, ne riparleremo brevemente nel capitolo 13. Qui ci interessa l'inizio di questa storia. Questo inizio esiste perché in un tempo remoto la vita non esisteva sulla Terra, non essendovi a quel tempo le condizioni fisiche necessarie. Con ogni probabilità la Terra si è formata dal raffreddamento di una massa incandescente che è ancora in parte presente nel suo interno. Ma è un dato di fatto che la vita esiste sulla Terra. Anzi, testimonianze fossili ci dicono che la vita esiste sulla Terra da alcuni miliardi di anni. Allora ci sarà stato un momento in cui la vita è *emersa* sulla Terra dalla materia non-vivente. Naturalmente, c'è anche la possibilità che la vita sia *giunta* sulla Terra da altrove. Si tratta della cosiddetta panspermia (si veda ad esempio [35, Davies]). Ma questo, o la più fantasiosa tesi di civiltà aliene avanzate che si divertono a fare esperimenti biologici, non fa che spostare il problema dell'origine in altri luoghi. D'altronde, ai fini di questa discussione questo aspetto non è molto rilevante.

La domanda è allora come la vita si sia originata a partire dalla materia non-vivente. Alcuni scienziati, e molti libri di testo per gli studenti, più o meno la

raccontano così. Circa tre miliardi di anni fa si sono formate delle pozzanghere (o geyser sottomarini o altro). In questo *brodo* condito in vari modi grazie alle condizioni fisico-chimiche presenti all'epoca, si sono formati i primi materiali biologici assemblatisi poi a formare i primi microscopici esseri viventi. Naturalmente, questo evento dell'origine della vita, con ogni probabilità unico o quasi unico, è presentato con più o meno dettagli a seconda del pubblico a cui è rivolto e/o aggiornato in base alle ultime ricerche sul tema. Fin qui non c'è nessun problema, tranne il fatto che spesso, a volte esplicitamente altre implicitamente, tutto questo è volto a dare l'impressione che l'origine della vita sia un fatto noto e *spiegato* scientificamente. Ma non è affatto così.

Intanto, alla fine non è che sappiamo poi bene bene cosa sia la vita. Cosa più importante, nessuno è mai riuscito a *produrre* la vita o chiarire tutti i meccanismi coinvolti nella sua origine dalla materia inerte. Ad oggi l'origine della vita è un fatto non spiegato. La tesi contraria è una speculazione, basata sul fatto che poiché tutto deve essere riconducibile alla scienza come oggi la intendiamo e non si riesce ad immaginare altro, allora così devono essere andate le cose. E se ci sono ancora dei punti da chiarire, sicuramente lo saranno in futuro. Oppure si tratta di un pio desiderio su quello che si vorrebbe che fosse. Come è il caso per affermazioni del seguente tenore:

[...] Noi però possiamo spiegare l'origine della vita e delle sue straordinarie caratteristiche di unità e diversità con una valida teoria alternativa. Per chi non l'avesse ancora capito, si tratta della teoria dell'evoluzione di Darwin ([154, Paulos, p. 25]).

Certo, a partire dalla famosa esperienza di Stanley-Urey del 1953 oggi sappiamo tante cose e una tesi del genere può sembrare dunque più *plausibile* di quanto potesse essere qualche secolo fa. Ma come vedremo anche il concetto di *plausibilità* è alquanto insidioso. Alcuni scienziati (si veda [43, Dick]) ad esempio ritengono plausibile che l'Universo intero pulluli di vita e che questa appaia ogni volta che ci siano le condizioni adatte (che non sappiamo quali siano). Altri ritengono la vita una sorta di *incidente di percorso*, più o meno improbabile, nella storia dell'universo.

Del resto, una controversia simile fu quella sulla cosiddetta *generazione spontanea.* Alcuni pensatori, già a partire dagli antichi filosofi, sostenevano che la vita non fosse altro che una consueta manifestazione delle proprietà della materia che in certe circostanze può continuamente generarla, come le mosche emergono *spontaneamente* dalla carne in putrefazione. Il noto biologo francese L. Pasteur (1822-1895) riteneva questa teoria sbagliata e *atea.* Già, se la materia inerte produce spontaneamente la vita, qualcuno potrebbe sostenere allora che non c'è alcun bisogno di un Creatore. Sono memorabili gli esperimenti in cui Pasteur mostrava che tutte le esperienze considerate come generazione spontanea erano in realtà dovute a contaminazioni esterne (insetti, germi ecc.). Nessuno ha mai osservato una generazione spontanea e oggi nessuno scienziato si sognerebbe di sostenerla. Per quanto ne sappiamo, solo la vita genera la vita. E se questa è sorta *spontaneamente* dalla materia inerte lo ha fatto con ogni probabilità soltanto in quel fatidico evento di circa tre miliardi di

anni fa.

Questo significa che deve esistere per forza un Dio che sia intervenuto per instillare la vita sulla Terra? Non necessariamente. Sarebbe limitarsi al concetto del cosiddetto *Dio tappabuchi*, o considerare Dio come *spiegazione* per quello che non sappiamo. Certo, se Dio esiste può essere intervenuto in vari modi, ma questo rientra nella sfera della *fede*, che sarebbe riduttivo esaurire con il *Dio spiegatutto*. Su questi temi fondamentali dovremo comunque ritornare più volte. Analogamente, è anche fuorviante pensare ad una *scienza spiegatutto*.

Una piccola doverosa parentesi sui libri di testo. Questo è un problema diffuso e piuttosto serio. Molti testi, ma anche molta parte della divulgazione scientifica, anche rivolti a studenti di diversa estrazione ed età, possono anche essere validi o molto validi per la trasmissione di contenuti scientifici, ma purtroppo altrettanto spesso suggeriscono un'immagine del pensiero scientifico distorta e fuorviante. Presentando tutti i contenuti sullo stesso piano, enfatizzando le conquiste e trascurando le problematiche e le controversie, si offre l'immagine di una scienza che procede spedita come un treno in un inesorabile viaggio verso la conquista della *Verità*. Ma questa immagine è piuttosto lontana dalla realtà delle cose. La scienza è fatta di quello che sappiamo molto bene, di quello che sappiamo meno bene, come pure di quello che sappiamo poco, non sappiamo ancora e di quello che forse non sapremo mai. Ma anche su questo punto dovremo tornare ancora. Per ora ci basterà aver saggiato come il passo dal discorso scientifico alla speculazione possa essere breve. Ancora oggi penso che siano molto attuali le parole di F. Hoyle (1915-2001):

Voglio fornire una regola semplice per evitare di venire risucchiati nel vortice dell'ignoranza rispettabile. Ogni qualvolta viene pronunciata la parola 'origine', evitate accuratamente di credere a quello che vi raccontano, anche se sono io a raccontarlo. L'universo è il tema a proposito del quale si tenta più spudoratamente di spacciare lucciole per lanterne. [...] Altro ambito dove le lanterne non sono che flebili lucciole è quello dell'origine della vita ([87, Hoyle, pp. 16-17]).

1.1 Lo scaricabarile dell'esistenza

Abbiamo dunque assodato l'esistenza dello scaricabarile nelle teorie matematiche fino a giungere agli enti primitivi e agli assiomi. Del resto, il fenomeno dello scaricabarile è onnipresente nella nostra vita e in qualche modo è in un certo senso caratteristico della nostra natura umana. Quando Dio (Genesi 3) sorprende Adamo mentre addenta la famosa mela (che poi era invece un non meglio specificato frutto), questi si giustifica dicendo che è colpa della donna. Ma anche la donna si difende scaricando la colpa sul serpente ingannatore. Potremmo quasi enunciare una legge cosmica: la legge dello scaricabarile.

Anche l'esistenza è soggetta a questa legge. Io esisto perché sono esistiti prima di me i miei genitori, e prima ancora i miei nonni e così via. Prima o poi anche

questo scaricabarile deve finire in qualche modo. C'è un limite a tutto, anche allo scaricabarile, a meno che questo non si estenda all'infinito.

Giunti agli enti primitivi ci si potrebbe chiedere quale sia lo status di questi oggetti, e in particolare degli oggetti matematici via via definiti. In che senso esistono? Sono puramente arbitrari? Oppure corrispondono a qualche necessità della realtà? In altre parole: la matematica è scoperta o invenzione?

Si possono sostenere con forza entrambe le posizioni. La scoperta rientra se vogliamo in una tradizione pitagorico-platonica. L'invenzione ad una aristotelica. Io, personalmente, penso che la matematica sia un po' entrambe le cose. Scoperta ed invenzione si intrecciano talmente tanto nell'attività del matematico da risultare come facce di una stessa medaglia. Gli oggetti matematici sono scoperti in quanto legati alla natura del nostro pensiero e della sua storia, nonché dalla natura che ci circonda. Ma in qualche modo sono anche inventati, contenendo qualcosa di arbitrario, fantasioso, artistico ed estetico. Una discussione approfondita su questi temi ci porterebbe molto lontano, rimandiamo il lettore per esempio a [127, 85, 72].

Dunque, andando a ritroso bisogna proseguire lo *scaricabarile dell'esistenza* fino a qualcosa che possa giustificare da sé la propria esistenza. Dio? Universo? Leggi della Fisica?

Dal punto di vista strettamente razionale si tratta alla fine anche di una questione di *gusto*. C'è chi trova naturale attribuire questa origine a Dio. Chi invece non può soffrire l'idea che l'universo dipenda da un Dio. Per altri soltanto le leggi della fisica bastano. Ma perché esistono quelle che chiamiamo leggi della fisica? Da dove vengono? In ogni caso, per metter fine alla sequenza dei perché, come sarà capitato a molti genitori con figlioletti molto curiosi, si dovrà alla fine arrivare a dire: *Perché è così e basta!*

In altre parole, anche interpretando in senso realistico le leggi della fisica, la metafisica non si può eliminare del tutto. Alla fine si giunge sempre e comunque ad affermare di *qualcosa che esiste perché esiste*.

Dunque, la situazione è simile a quella narrata nella famosa poesia *Ci vuole un fiore* di Gianni Rodari, musicata e cantata da S. Endrigo (1933-2005), che ho cantato per molto tempo alle mie figlie, fino a che crescendo non si sono scocciate.

Nella filastrocca tutto è ricondotto all'esistenza del fiore. Si noti che questo scaricabarile poetico è ciclico, e alla fine risulta che *per fare un fiore ci vuole un fiore*. Pertanto il fiore è anche causa di se stesso. Ora, sostituire il fiore con l'universo, o con le leggi della fisica o con Dio è una questione metafisica. In fondo non stiamo facendo altro che personalizzare la canzoncina secondo il nostro gusto, le nostre inclinazioni, le nostre convinzioni più profonde, o secondo la moda del momento, anche se forse queste modifiche richiederebbero dei rimaneggiamenti non banali.

Bibliografia

[*] Una bibliografia completa ed asaustiva su un tema come quello affrontato in questo libro sarebbe infinitamente lunga, ed anche per questo poco utile. I seguenti riferimenti bibliografici riportano i testi che sono stati citati e/o consultati nel comporre questo libro. E alcuni di quelli che si ritengono utili per approfondire i temi trattati. Le scelte fatte riflettono unicamente i gusti e le conoscenze dell'autore.

[1] Aczel, Pendulum, Il Saggiatore, 2011.

[2] E. Agazzi, D. Palladino, Le geometrie non euclidee e i fondamenti della geometria, La Scuola 1998.

[3] R. Alberoni, Il Dio di Michelagelo e la barba di Darwin, Rizzoli, 2007.

[4] Claude Allegre, Dio e l'impresa scientifica, Raffaello Cortina, 1999.

[5] C. Allegre, Un po' di scienza per tutti, Salani, 2003.

[6] C. Allegre, La sconfitta di Platone, Editori Riuniti, 1998.

[7] A. Ambrosetti, La matematica e l'esistenza di Dio, Lindau, 2009.

[8] M. Aramini, I confini della vita, Piemme, 2009.

[9] V. Angiuli e V. Augelli (a cura di), Measure and the infinite. Science faith experience, Edizioni Giuseppe Laterza, 2003.

[10] C. Augias, V. Mancuso, Disputa su Dio e dintorni, Mondadori, 2009.

[11] A. V., Pensiero scientifico e pensiero filosofico, Muzzio, 1993.

[12] D. J. Bartholomew, Dio e il caso, SEI, 1987.

[13] S. Beccastrini, M. P. Nannicini, Il cammino della matematica nella storia, Armando editore, 2008.

[14] E. Bellone, Galileo, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza I, n.1, 1998.

[15] E. Bencivenga, I passi falsi della scienza, Garzanti, 2003.

[16] J. D. Bernal, Storia della fisica, Editori Riuniti, 1983.

[17] M. Bersanelli, M. Gargantini, Solo lo stupore conosce, Rizzoli, 2003.

[18] C. B. Boyer, Storia della matematica, Mondadori, 1990.

[19] L. Burgin, Errori della scienza, Bompiani, 1997.

[20] E. Boncinelli, Il posto della scienza, Mondadori, 2004.

[21] E. Boncinelli, U. Bottazzini, La serva padrona, Raffaello Cortina Editore, 2000.

[22] E. Boncinelli, G. Coyne, L'universo e il senso della vita, San Paolo, 2008.

[23] R. Bucciantini, Galileo e Keplero, Einaudi, 2003.

[24] L. Calabi, Il caso che disturba, Edizioni ETS, 2006.

[25] E. Chargaff, Mistero impenetrabile, Lindau, 2009.

[26] R. Chiaberge, La variabile Dio, Longanesi, 2008.

[27] C. Ciliberto, R. Lucchetti (a cura di), Un Mondo di idee, la matematica ovunque, Springer, 2011.

[28] B. Continenza, Darwin, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza I, n.4, 1998.

[29] J. Cornwell (a cura di), L'immaginazione della natura, Boringhieri, 1997.

[30] J. Cornwell, L'angelo di Darwin, Grazanti, 2008.

[31] R. Courant, H. Robbins, Che cos'è la matematica?, Bollati Boringhieri, 1971.

[32] R. Colombo, G. Giorello, E. Sindoni (a cura di), L'intelligenza dell'universo, Piemme, 1999.

[33] G. V. Coyne, M. Heller, Un universo comprensibile, interazione tra scienza e teologia, Springer, 2009.

[34] Paul Davies, Dio e la nuova fisica, Mondadori, 1994.

[35] P. Davies, Da dove viene la vita, Mondadori, 2001.

[36] P. Davies, Sull'orlo dell'infinito, Mondadori, 1985.

[37] P. Davies, La mente di Dio, Mondadori, 1993.

[38] R. Dawkins, L'illusione di Dio, Mondadori, 2007.

[39] E. De Giorgi, Matematica e religione, Osservatore Romano, 18 novembre 1978.

[40] F. Dell'Isola, Teoria è Pratica, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01058218

[41] K. Devlin, Il linguaggio della matematica, Boringhieri, 2003.

[42] K. Devlin, Dove va la matematica, Boringhieri, 2005.

[43] S.J. Dick (a cura di), Molti universi, molti pianeti, un solo Dio?, Armenia, 2007.

[44] J. Dieudonné, L'Arte dei Numeri, matematica e matematici oggi, Mondadori, 1989.

[45] F. Di Trocchio, Le bugie della scienza, mondadori, 1995.

[46] P. Donghi (a cura di), Il patto col diavolo, Laterza, 1997.

[47] P. Dri, Pasteur, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza IV, n. 21, 2001.

[48] R. Dunbar, Non sparate sulla scienza, TEA, 2002.

[49] M. Du Sautoy, Il disordine perfetto, Rizzoli, 2010.

[50] B. D. Ehrman, Gesù è davvero esistito?, Mondadori, 2013.

[51] F. Facchini, Le sfide dell'evoluzione, In armonia tra scienza e fede, Jaca Book, 2008.

[52] F. Facchini, Evoluzione e creazione, Osservatore Romano, 17.01.2006.

[53] F. Facchini, Darwin, Meglio dei suoi nipotini, Avvenire, 01.03.2009.

[54] F. Facchini, Darwinisti, maestri d'intolleranza, Avvenire 02.04.2009.

[55] F. Facchini, Ma Darwin va d'accordo con la Genesi, Avvenire 02.12.2009.

[56] F. Facchini, Ma il cosmo ha una legge superiore? Avvenire 06.04.2011.

[57] F. Facchini, Evoluzione, alcune piste, Avvenire 17.01.2010.

[58] F. Facchini, Le 'falle fatali' dell'evoluzione, Avvenire 22.04.2010.

[59] F. Facchini, Ciao Darwin, scusa l'equivoco, Avvenire 31.12.2009.

[60] F. Facchini, Ridisegnare l'evoluzione, Avvenire 18.04.2008.

[61] F. Facchini, Darwinismo e biologismo esasperato: di fronte alle apparenti antinomie dell'evoluzione, Osservatore Romano 27/05/2009.

[62] F. Facchini, Ben venga il mea cupla di Dawkins, Avvenire 08.11.2008.

[63] F. Facchini, Evoluzione e creazione, terreno d'incontro tra la scienza e la fede, Avvenire 12.10.2008.

[64] F. Facchini, Il darwinismo da diversi punti di vista : i cattolici e la teoria dell'evoluzione, Osservatore Romano 13/07/2008.

[65] F. Facchini, Creazione ed evoluzione concetti complementari : la falsa contrapposizione tra scienza e fede, Osservatore Romano, 04.07.2008.

[66] A. Fantoli, Il caso Galileo, Rizzoli, 2003.

[67] E. P. Fischer, Aristotele, Einstein e gli altri, Raffaello Cortina Editore, 1977.

[68] A. Frova, M. Marenzana, Parola di Galileo, Rizzoli, 1998.

[69] M. Gardner, Nel nome della scienza, Transeuropa, 1998.

[70] G. Giorello, Senza Dio, Longanesi, 2010.

[71] G. Giorello, Introduzione alla filosofia della scienza, Bompiani, 1994.

[72] E. Giusti, Ipotesi sulla natura degli oggetti matematici, Boringhieri, 1999.

[73] E. Giusti, La matematica in cucina, Boringhieri, 2004.

[74] Jean Guitton, Dio e la scienza, Bompiani, 1992.

[75] L. Granieri, Paradossi, Biblioteca dei 500, Ulisse, Sissa, Trieste, 2004. Disponibile online all'indirizzo: http://ulisse.sissa.it

[76] L. Granieri, Elementi di matematica. Matematica elementare pre-universitaria, La Dotta, 2013.

[77] L. Granieri, Sulla gittata ottimale, Archimede N.3, 2008.

[78] J. Gribbin, L'Avventura della scienza moderna, Longanesi, 2004.

[79] J. Gribbin, Guida alla scienza per (quasi) tutti, Longanesi, 2001.

[80] N. Guicciardini, Newton, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza I, n.2, 1998.

[81] M. Hack, Il mio infinito, BCD editore, 2012.

[82] Rober A. Hazen, J. Trefill, La scienza per tutti, Longanesi, 1996.

[83] S. Hawking, Dal big bang ai buchi neri, Rizzoli, 1993.

[84] H. Helman, Le dispute della scienza, Raffaello Cortina Editore, 1999.

[85] R. Hersch, Cos'è davvero la matematica, Baldini & Castoldi, 2001.

[86] G. Holton, La responsabilità della scienza, Laterza, 1993.

[87] F. Hoyle, L'origine dell'universo e l'origine della religione, Mondadori, 1998.

[88] G. Israel, Il rapporto tra scienza e religione di fronte alle sfide della postmodernità, www.magna-carta.it

[89] G. Israel, Scienza pura e applicata nell'ultimo trentennio: una trasformazione radicale, LLULL, Revista de la Sociedad Espanola de Historia de las Ciencias y de las Tecnicas, vol. 26, 2003, pp. 859-888.

[90] G. Israel, La visione matematica della realtà, Laterza, 1996.

[91] S. L. Jaki, La strada della scienza e le vie verso Dio, Jaca Book, 1994.

[92] M. Kline, Storia del pensiero matematico, 2 volumi, Einaudi, 1996.

[93] T. S. Kuhn, La struttura delle rivoluzioni scientifiche, Einaudi, 1969.

[94] H. Kung, L'inizio di tutte le cose, RCS Libri, 2006.

[95] H. Kung, Dio esiste?, Mondadori, 1979.

[96] F. Jabr, Perché la vita, in realtà, non esiste, Scientific American, dicembre 2013, Le Scienze news dicembre 2013.

[97] Lawrence Krauss, Il mistero della massa mancante nell'Universo, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2000.

[98] A. V., L'infinito, Le Scienze dossier, numero 8, estate 2001.

[99] Scienze e filosofia alle soglie del XXI secolo, atti convegno Le Scienze, Milano, 1995.

[100] Kelvin, Perry e l'età della Terra, Le Scienze, agosto 2008.

[101] L'influenza di Darwin sul pensiero moderno , Le Scienze, settembre 2000.

[102] Galileo e l'eresia di Giordano Bruno, Le Scienze, gennaio 1987.

[103] L'affare Galileo, Le Scienze ottobre 1982.

[104] La teoria delle stringhe è scienza?, Le Scienze giugno 2007.

[105] Il modo giusto di sbagliare, Le Scienze agosto 2012.

[106] Processo a Copernico, Le Scienze marzo 2014.

[107] Energia oscura: esiste veramente? Le Scienze giugno 2009.

[108] La mano invisibile dell'universo, Le Scienze aprile 2007.

[109] L'antigravità cosmologica, Le Scienze marzo 1999.

[110] Rompicapo cosmico, Le Scienze novembre 2004.

[111] Atomi dello spazio e del tempo, Le Scienze, febbraio 2004.

[112] Il caos, Le Scienze N. 222, 1987.

[113] Origini, Le Scienze ottobre 2009.

[114] Il caso stamina, Le Scienze ottobre 2013.

[115] Villareal, I virus sono vivi? Le Scienze, febbraio 2005.

[116] P. Attivissimo, Come e perché si afferma un mito. Origini e fortune della falsa idea che la Terra piatta sia una teoria medioevale. Le Scienze Novembre 2014.

[117] Ian Stewart, Teoremi di impossibilità, Le Scienze N. 379, 2000.

[118] Materia oscura: uno sguardo a un livello più profondo della realtà?, Le Scienze, Giugno 2012.

[119] Alle radici dello spazio e del tempo, Le scienze, Aprile 2012.

[120] La forma dell'universo: dieci possibiltà, Le Scienze, Febbraio 2003.

[121] L. Susskind, L'enfant terribile della fisica, Le Sienze n. 517, 2011.

[122] A. Pluchino, A. Rapisarda, C, Garofalo, S. Spagano e M. Caserta, L'efficienza del caso, Le Scienze n. 533 gennaio 2013.

[123] J. Lykken, M. Spiropulu, La supersimmetria e la crisi della fisica, Le Scienze n. 551, Luglio 2014.

[124] Novecento, il secolo della scienza. Gli anni dell'ottimismo e il mondo dei quanti, Le Scienze.

[125] R. Laurentin, Dio esiste, ecco le prove, Piemme, 1997.

[126] C.S. Lewis, Miracoli, Lindau, 2010.

[127] M. Livio, Dio è un matematico, RCS Libri, 2009.

[128] M. Livio, Cantonate, Rizzoli, 2013.

[129] G. Lolli, QED, fenomenologia della dimostrazione, Boringhieri, 2005.

[130] G. Lolli, Capire la matematica, Il Mulino, 1996.

[131] A. M. Lombardi, Kepelero, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza III, n.13, 2000.

[132] J. Losee, Filosofia della scienza. il Saggiatore, 2009.

[133] R. Low, Le nuove prove che Dio esiste, Piemme, 1996.

[134] S. Magister, L'Italia che va a messa davvero: un'inchiesta rivelatrice, www.chiesa.espressoonline.it

[135] H. Meschkowski, Che cosa sappiamo veramente?, Garzanti, 1990.

[136] Vittorio Messori, Ipotesi su Gesù , SEI, 1976.

[137] D. Molteni, Frammenti di riflessioni su scienza e fede, https://sites.google.com/site/veritassapientinitet/home/frammenti

[138] J. Monod, Il caso e la necessità, Mondadori, 2001.

[139] B. Nacci, I Pensieri di Pascal caduto da cavallo... Un imbarazzante articolo di Piergiorgio Odifreddi sul grande pensatore francese, Avvenire 19/01/2011. Si veda anche www.gliscritti.it/blog/entry/662.

[140] E. Newth, Breve storia della scienza, Salani Editore, 1998.

[141] P. Odifreddi, Galileo, hai vinto!, Mondadori, 2009.

[142] Piergiorgio Odifreddi, Il Vangelo secondo la Scienza, Einaudi, 1999.

[143] P. Odifreddi, Perché non possiamo essere cristiani, Longanesi, 2007.

[144] C. Sabelli Fioretti intervista P. Odifreddi, Perché Dio non esiste, Aliberti editore, 2010.

[145] P. Odifreddi, In principio era Darwin, Longanesi, 2009.

[146] P. Odifreddi, C'era una volta un paradosso, Einaudi, 2001.

[147] P. Odifreddi, Le menzogne di Ulisse, Longanesi, 2004.

[148] P. Odifreddi, Caro Papa, ti scrivo, Mondadori 2011.

[149] P. Odifreddi, Sulle spalle di un gigante, Longanesi 2014.

[150] P. Odifreddi, I pensieri seri di Pascal, Le Scienze, Gennaio 2011.

[151] P. Odifreddi, La formula dell'evoluzione, Le Scienze n. 486, Febbraio 2009.

[152] A. Oliverio, Dove ci porta la scienza, Laterza, 2003.

[153] Blaise Pascal, Pensieri, FME, 1990.

[154] J. A. Paulos, La prova matematica dell'inesistenza di Dio, Rizzoli, 2008.

[155] Max Perutz, È necessaria la scienza?, Garzanti, 1989.

[156] M. Perutz, Spaccare l'atomo in quattro, Baldini e Castoldi, 2000.

[157] G. Peruzzi (a cura di), Scienza e realtà. Riduzionismo e antiriduzionismo nelle scienze del novecento, Mondadori, 2000.

[158] M. Piattelli Palmarini, Scienza come cultura, Mondadori, 1995.

[159] M. Piattelli Palmarini, L'illusione di sapere, Mondadori, 1993.

[160] T. Pievani, Creazione senza Dio, Einaudi, 2006.

[161] J. Polkinghorne, Credere in Dio nell'età della scienza, Raffaello Cortina Editore, 2000.

[162] J. Polkinghorne, Scienza e Provvidenza, Sperling and Kupfer, 1993.

[163] J. Polkinghorne, Quark, caos e Cristianesimo, Claudiana, 1997.

[164] K. Popper, Scienza e filosofia, Einaudi, 1969.

[165] K. Popper, Tutta la vita è risolvere problemi, Rusconi, 1994.

[166] K. Popper, La logica della scoperta scientifica, Einaudi, 1970.

[167] J. Ratzinger, Fede e scienza, Lindau, 2010.

[168] G. Ravasi, Questioni di fede, Mondadori , 2010.

[169] G. Ravasi, L. Ferry, Il cardinale e il filosofo, Mondadori, 2014.

[170] C. Raymo, Il dubbio e la fede, Baldini Castoldi Dalai, 2008.

[171] P. Redondi, Galileo eretico, Laterza, 2009.

[172] M. Respinti, Processo a Darwin, Piemme, 2007.

[173] M. Rhonheimer, Teoria dell'evoluzione neodarwinista, Intelligence Design e Creazione, Acta Philosophica I, 17, 2008, pp. 87-132.

[174] P. Rossi (diretta da), Storia della scienza moderna e contemporanea, 6 volumi, Tea, 2000.

[175] P. Rossi, La nascita della scienza moderna in Europa, Laterza, 2005.

[176] C. Rovelli, Che cos'é la scienza, Mondadori, 2014.

[177] Bertrand Russel, Dio e la religione, Newton, 1994.

[178] B. Russell, Perché non sono cristiano, Longanesi, 1960.

[179] L. Russo, La rivoluzione dimenticata, Feltrinelli, 2001.

[180] G. Sermonti, Una scienza senz'anima, Lindau, 2008.

[181] W. Shea, Copernico, collana Le Scienze: I Grandi della Scienza IV, n. 20, 2001.

[182] D. Sobel, Il segreto di Copernico, Rizzoli, 2012.

[183] R. Stark, A gloria di Dio, Lindau, 2011.

[184] R. Stark, La scoperta di Dio, Lindau, 2008.

[185] R. Stark, Un unico vero Dio, Lindau, 2009.

[186] R. Stark, Le città di Dio, Lindau, 2010.

[187] R. Stark, Ascesa e affermazione del cristianesimo, Lindau, 2007.

[188] J. D. Stein, La Matematica non è un'opinione, Newton Compton, 2010.

[189] V. J. Stenger, Perché la scienza non crede in Dio, Orme, 2008.

[190] A. Strumia, G. Tanzella-Nitti (a cura di), Dizionario interdisciplinare di scienza e fede, Urbaniana University Press, Città Nuova Editrice, Roma, 2002.

[191] A. Tartaglia, La luna e il dito, Lindau, 2009.

[192] D. W. Theobald, Introduzione alla filosofia della scienza, Feltrinelli, 1972.

[193] R. G. Timossi, L'illusione dell'ateismo, San Paolo, 2009.

[194] R. Timossi, Dio e la scienza moderna, Mondadori, 1999.

[195] F. J. Tipler, La fisica dell'immortalità, Mondadori, 1995.

[196] G. Toraldo di Francia, Ex absurdo, Feltrinelli, 1997.

[197] D. M. Turoldo, Anche Dio è infelice, Piemme, 1991.

[198] Zichichi, Perché io credo in colui che ha fatto il mondo, Il Saggiatore, 2006.

[199] M. Wertheim, I pantaloni di Pitagora, Instar Libri, 1996.

[200] A. N. Whitehead, La scienza e il mondo moderno, Boringhieri, 1979.

[201] E. Wigner, The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, Communications on Pure and Applied Mathematics 13(1), 1960, 1-14.

[202] C. M. Wynn, A. W. Wiggins, Le cinque più grandi idee della scienza, Zelig, 1998.