

# Verità scientifica?

## Cosa ci insegna una scoperta

Luca Lista

*INFN Napoli*

*Seminario per  
gli studenti di Fisica*



- Parte I
  - Cos'è una scoperta
  - “False” scoperte
  - Probabilità
  - Metodo scientifico
- Parte II
  - Scienza e società

# I.1 Cos'è una scoperta

# Quando si può parlare di scoperta?

Gigi Rolandi<sup>[\*]</sup>, physics coordinator CMS

*“Una scoperta in Fisica avviene quando un ‘claim’ viene accettato dall’intera comunità”*

*“Quando uno ha degli argomenti abbastanza forti per convincere i propri colleghi (peers)”*

*“Uno cerca anche di quantificare la probabilità che quello che è osservato è effettivamente qualcosa di nuovo, oppure uno quantifica in probabilità che quello io vedo è un'espressione del segnale di fondo”*

*“Una scoperta a  $5\sigma$  può essere rifiutata dalla comunità perché alla fine nessuno veramente crede a come quelle  $5\sigma$  come sono calcolate”*



[\*]

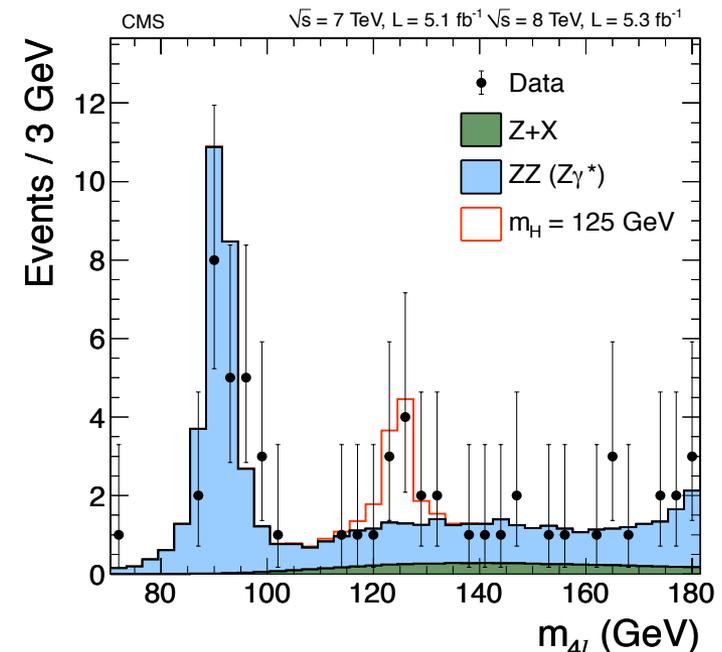
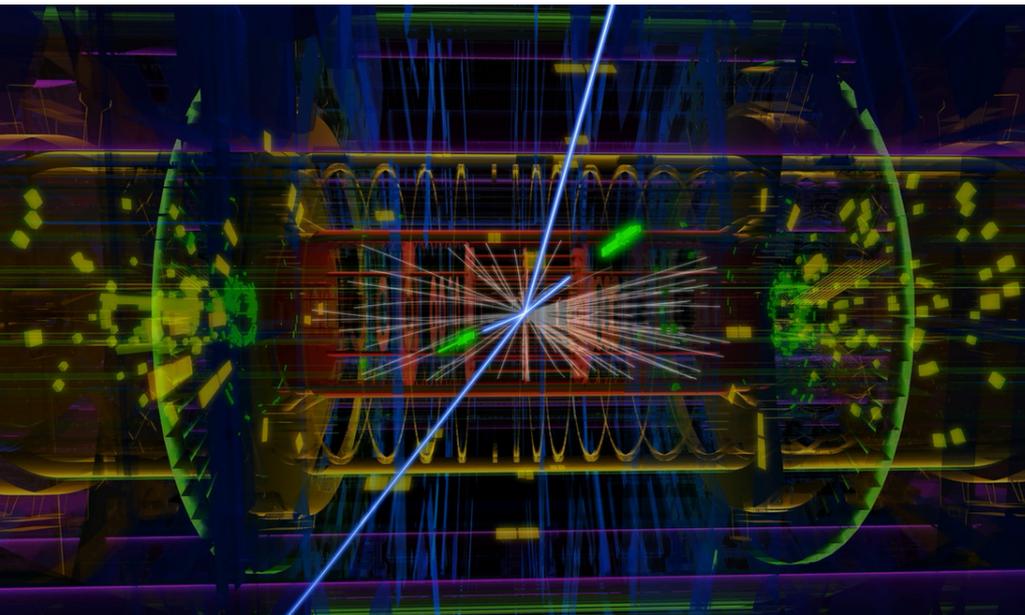
<https://youtu.be/t00ElgoY4No>

<https://youtu.be/rraMp175p00>

interviste a Focus.it

# Cos'è una scoperta?

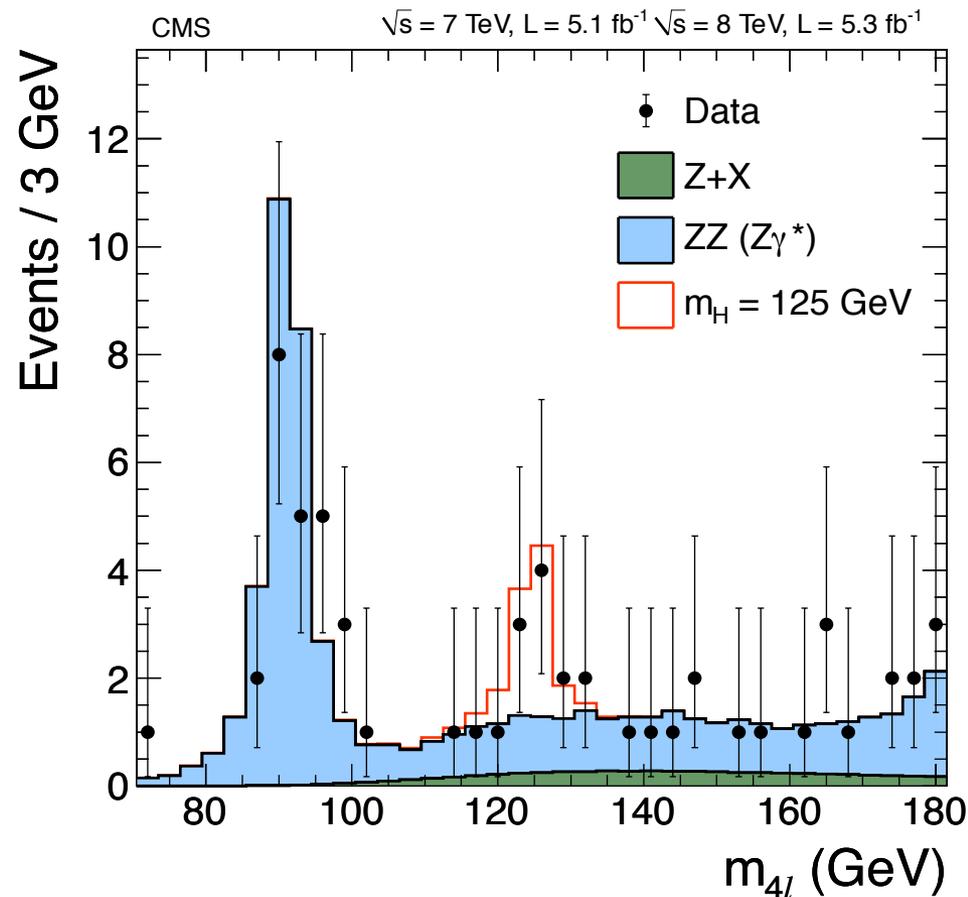
- Una scoperta consiste nel dimostrare l'**evidenza** (statistica) di un **nuovo segnale** previsto da un certo modello teorico
- Le **misure sperimentali** sono confrontate con le **previsioni teoriche** di possibili modelli **con** e **senza** il nuovo segnale
- **Fondo:** “*ipotesi nulla*”  
**Segnale + Fondo:** “*ipotesi alternativa*”



J. High Energy Phys. 06 (2013) 081

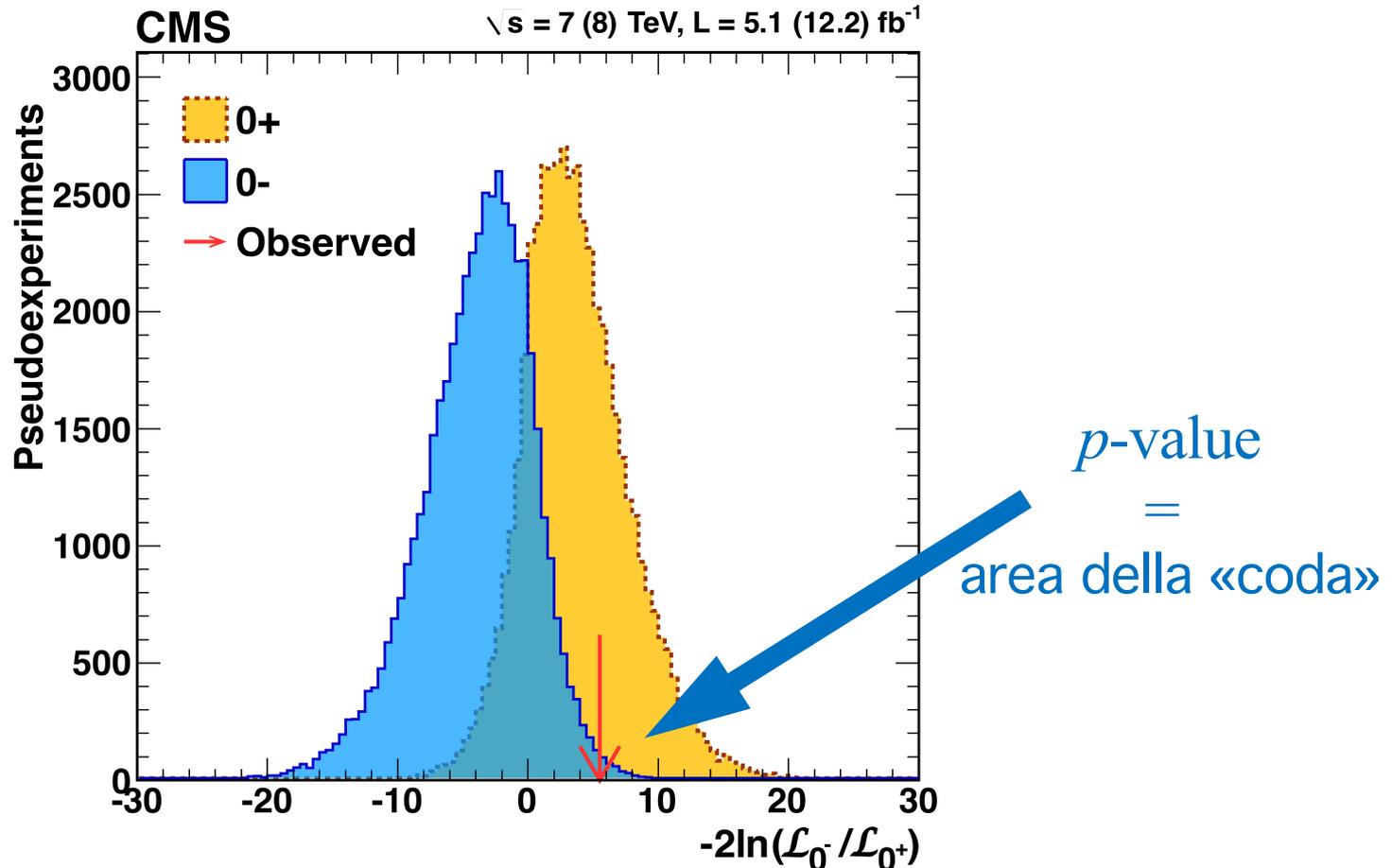
# Segnale vs fondo

- L'eccesso di segnale deve essere confrontato quantitativamente rispetto a possibili **fluttuazioni statistiche** che potrebbero simulare un segnale



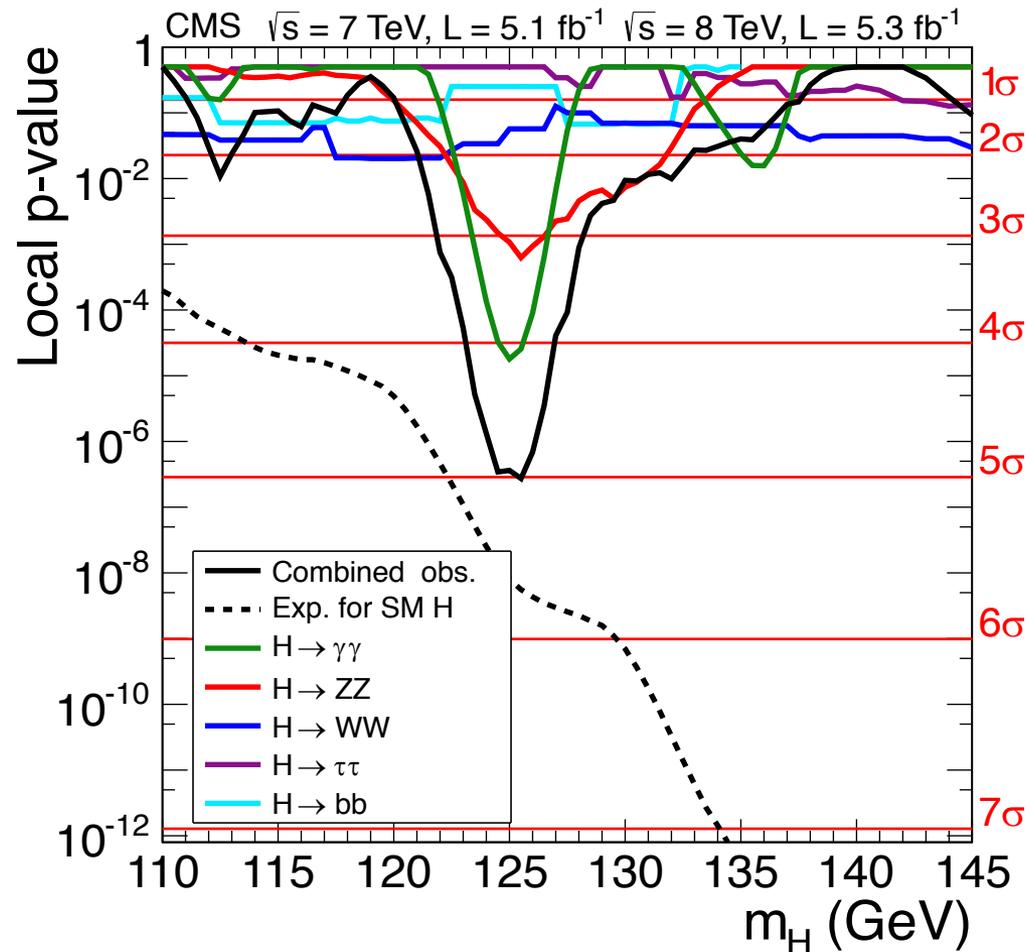
# Test statistic e $p$ -value

- Si definisce una variabile che separa le due ipotesi
- La probabilità di avere almeno il valore osservato in presenza di solo fondo deve essere molto bassa



# $p$ -value e scoperta

- Si dichiara una scoperta se  $p < 2.87 \times 10^{-7}$ 
  - scelta puramente convenzionale



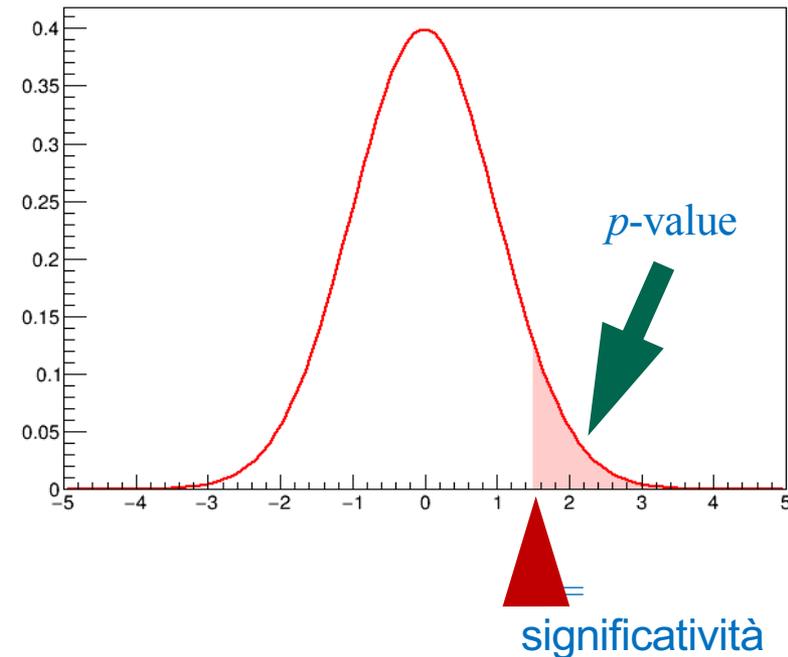
# $p$ -value e significatività statistica

- Viene calcolata la coda di una distribuzione Gaussiana che abbia area uguale al  $p$ -value

$$p = \int_z^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 1 - \Phi(z)$$

$$Z = \Phi^{-1}(1 - p)$$

$\Phi$  = **cumulativa** di una distribuzione normale "standard"



- Richiedere  $p < 2.87 \times 10^{-7}$  equivale a richiedere  $Z > 5$ 
  - Criterio delle « $5\sigma$ »

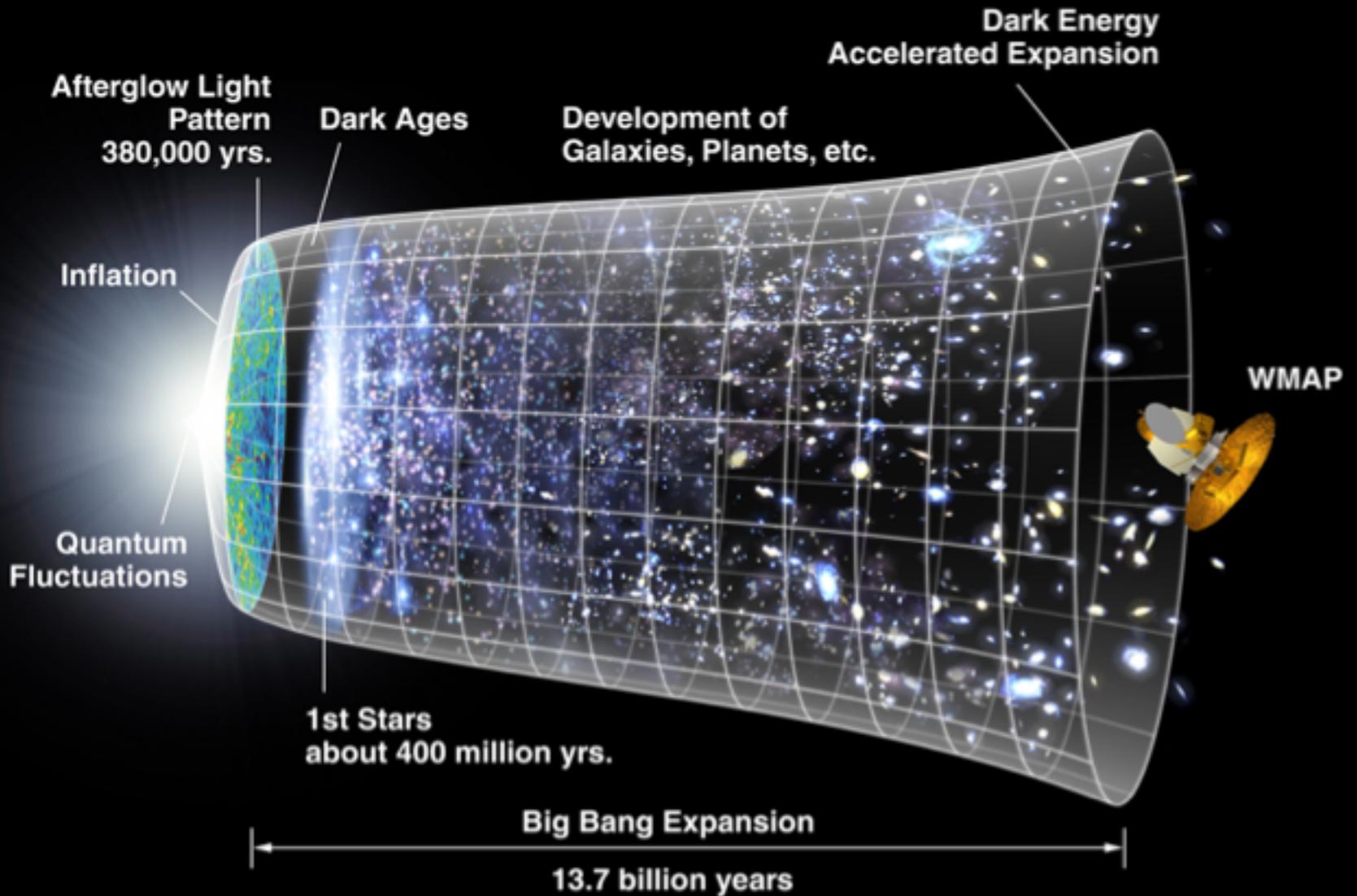
- Da Cowan *et al.*, EPJC 71 (2011) 1554:

“ It should be emphasized that in an actual scientific context, *rejecting the background-only hypothesis in a statistical sense is only part of discovering a new phenomenon*. One’s *degree of belief* that a new process is present will depend in general on other factors as well, such as the *plausibility of the new signal hypothesis* and the *degree to which it can describe the data*.

Here, however, we only consider the task of determining the *p-value* of the background-only hypothesis; if it is found below a specified threshold, we regard this as “discovery”.

”





# I.2 “False” scoperte

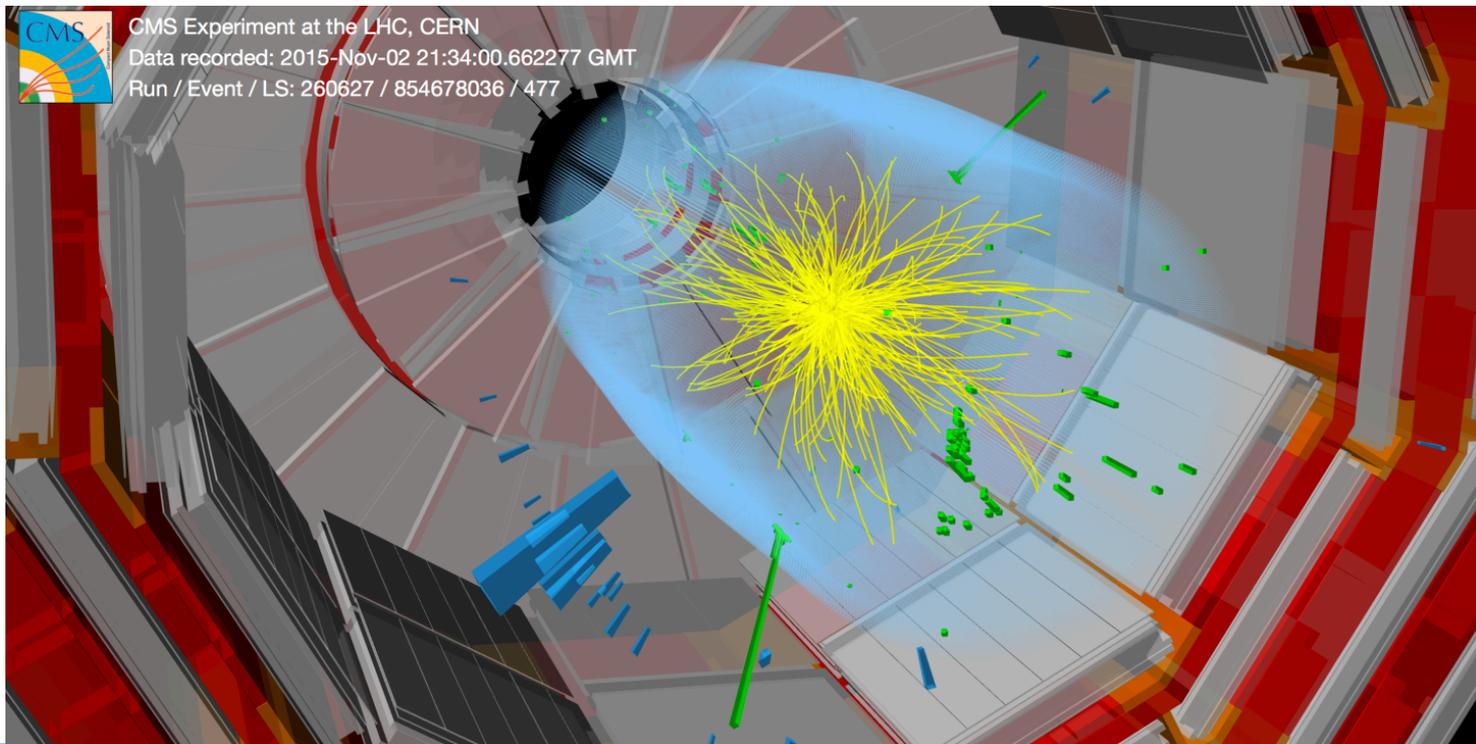
# Auditorium CERN, dic. 2015



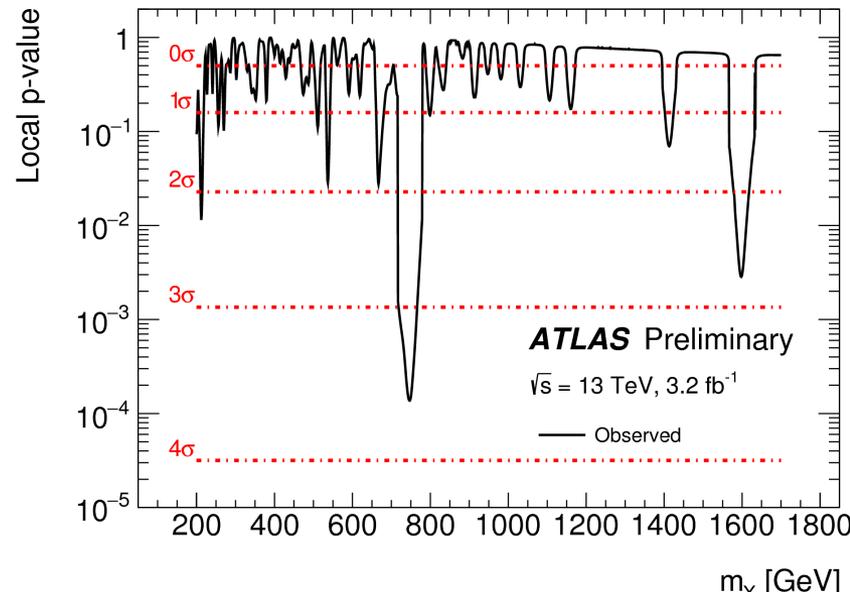
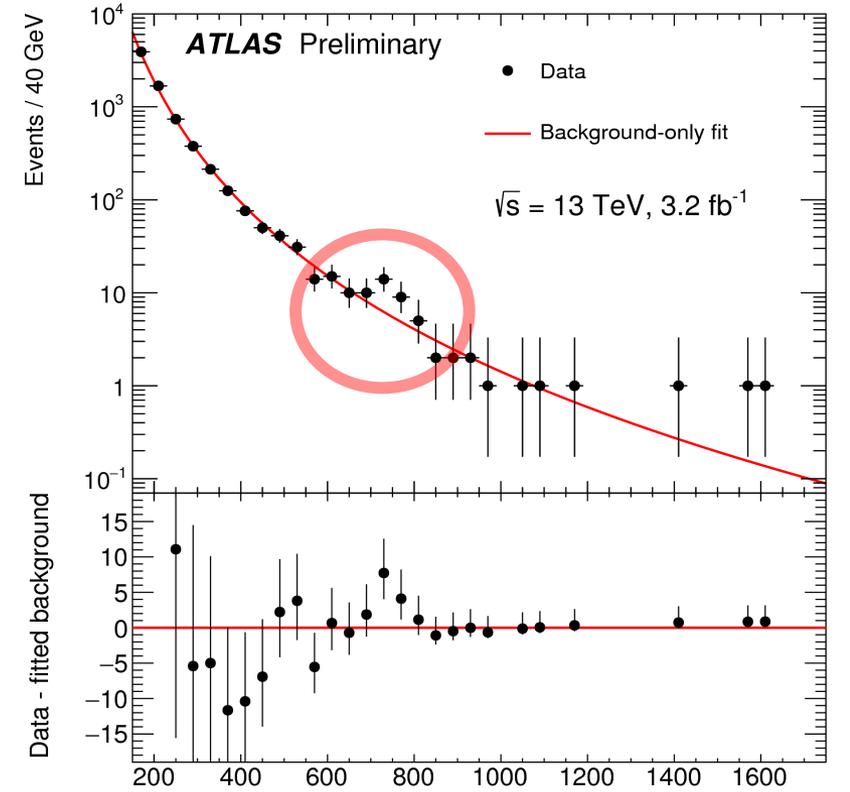
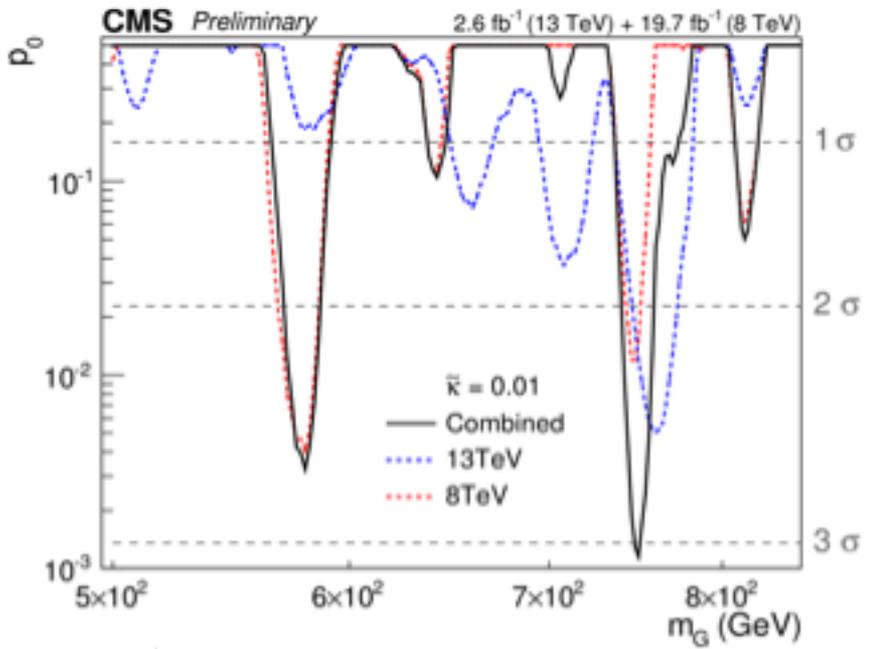
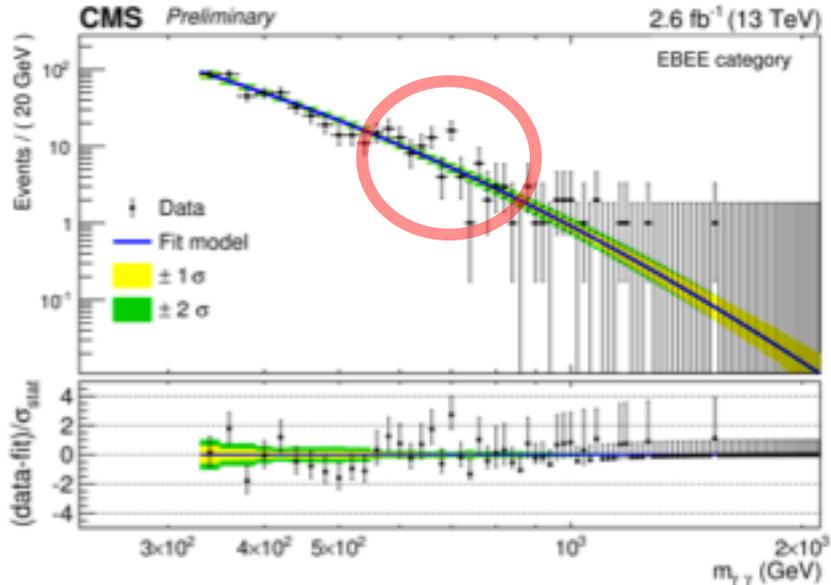
# Nuova particella a 750 GeV?

- Nel dicembre 2015 degli esperimenti ATLAS e CMS annunciarono un seminario congiunto
- Argomento: un **picco** nella ricerca di risonanze in  $\gamma\gamma$  intorno ad una massa di 750 GeV
- Significatività:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{CMS: } 3.0\sigma \text{ (locale), } 1.7\sigma \text{ (globale)} \\ \text{ATLAS: } 3.6\sigma \text{ (locale), } 2.0\sigma \text{ (globale)} \end{array} \right.$

Quanto vale la significatività combinata?



# CMS & ATLAS



# Cos'è il nuovo segnale?

- I teorici hanno pubblicato >250 articoli in pochi giorni su arXiv con altrettante possibili spiegazioni del nuovo segnale
- Notevole risonanza su tutti i media e blog scientifici



**nature** International weekly journal of science

Home News & Comment Research Careers & Jobs Current Issues Archives Audio & Video For Authors

News & Comment News 2017 December Article

NATURE | NEWS

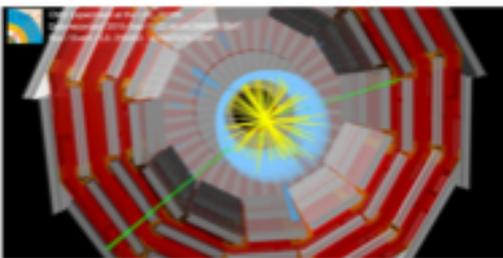
## Hints of new LHC particle get slightly stronger

One fresh analysis keeps alive physicists' hopes for a breakthrough, but another is disappointing.

Davide Castelvecchi & Elizabeth Gibney

17 March 2016 | Corrected 18 March 2016

Rights & Permissions



Particle collisions that produce two photons of a certain energy are unexpectedly prevalent at the LHC.

Hints of a mysterious new particle at the world's largest particle accelerator just got a little stronger: The excess of photons produced by particle collisions at the Large Hadron Collider (LHC) has kept physicists abuzz since it was discovered three months ago. Now the use of fresh data by one LHC experiment has made the signal slightly more statistically significant — but it still falls well short of the certainty needed to claim a discovery.

In December, physicists announced that they had seen an excess of pairs of  $\gamma$ -ray photons with a combined energy of around 750 gigaelectronvolts. The data came from ATLAS and CMS, the two largest detectors at the 27-kilometre-circumference LHC at CERN, the European particle-physics laboratory near Geneva, Switzerland.

The excess seen by the CMS experiment has now become slightly more significant, owing to a fresh analysis reported on 17 March at a conference in La Thuile, Italy. But to the disappointment of many, the analysis presented by ATLAS on the same day, which did not contain new data, did little to change the status of the mysterious excess. In fact, the significance seen by ATLAS went down a bit as a result of the analysis, which was a more conservative interpretation of the data-set than previously, says Marco Lattanzi, the physicist at the CNRS Theoretical Physics Laboratory in Armeny-le-Vaux, France who presented the ATLAS results.



Sciencemagazine | Scienze

Home Politica Economia Sport Spettacoli Tecnologia Motori Tutte le sezioni D Buy

## In arrivo una nuova particella? Attesa al Cern per capire chi è davvero "Mister Ics"



L'acceleratore di particelle di Ginevra ha osservato un'anomalia dei dati. Nei prossimi giorni si capirà se si tratta di una nuova scoperta, a poco distanza da quella del bosone di Higgs, o solo di una fluttuazione statistica. Nel frattempo valutano le ipotesi e si cerca di dare un nome a questo nuovo (forse) mattone della materia. Fra gravitoni, assioni e quark esotici

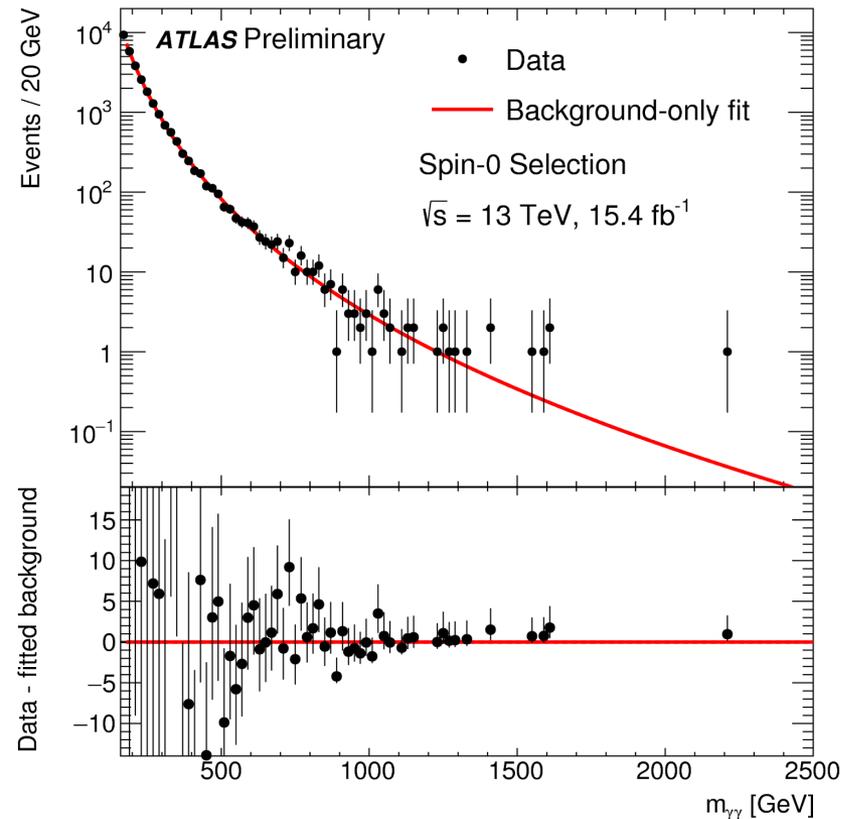
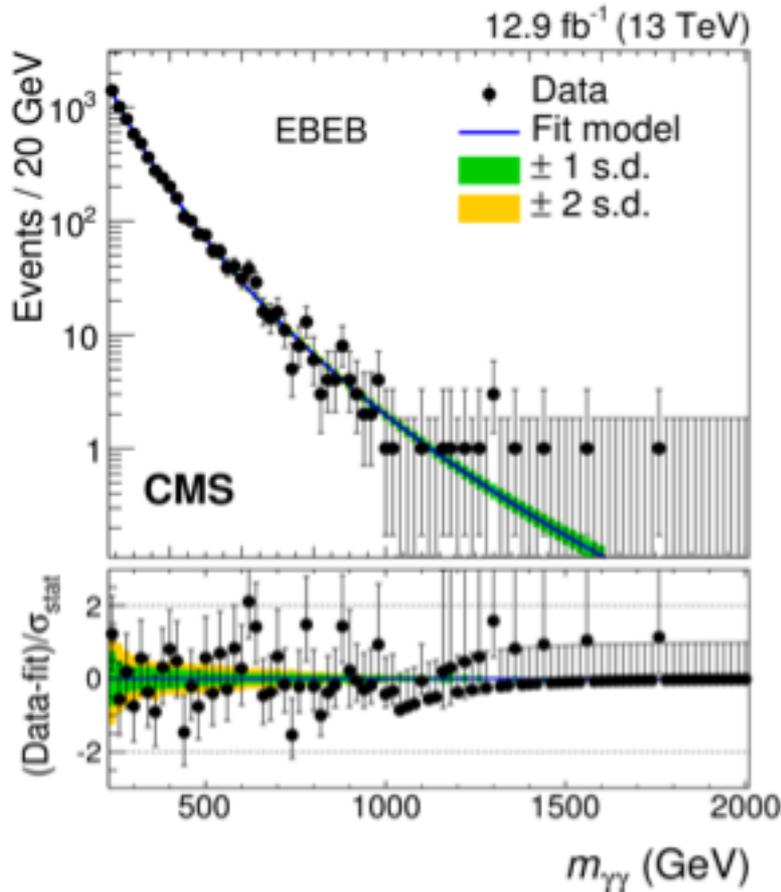
di ELENA DUSI

ROMA - Non ha un nome, né un'identità (e ammesso che esista) se ne sta ben chiusa in una scatola. Ma la nuova particella fantasma — quattro anni dopo la scoperta del bosone di Higgs — sta trasformando il Cern in un alveare di scommesse, ipotesi, speculazioni.

A metà luglio i fisici dell'Organizzazione europea per la ricerca nucleare di Ginevra "apriranno la scatola". Andranno cioè a guardare i dati accumulati in questi mesi da Lhc, l'acceleratore di particelle più grande del mondo. Dentro potrebbero trovare la conferma di un bizzarro dato apparso per la prima volta lo scorso dicembre: un eccesso di fotoni, frutto forse del decadimento di una particella dalla massa di 750 Giga electron Volt (GeV). Un'indicazione arcaica per ciascuno di noi. Ma per i fisici il segnale — forse — dell'esistenza di un nuovo mattone della materia. Completamente inprevisto, sorprendente, inespugnabile.

# Com'è andata a finire

- La presa dati del 2016 ha escluso il nuovo segnale
- Si trattava di una **fluttuazione statistica**



[https://www.ted.com/talks/james\\_beacham\\_how\\_we\\_explore\\_unanswered\\_questions\\_in\\_physics](https://www.ted.com/talks/james_beacham_how_we_explore_unanswered_questions_in_physics)

# LIFEANDPHYSICS

## JONBUTTERWORTH

HOSTED BY THE GUARDIAN

Previous

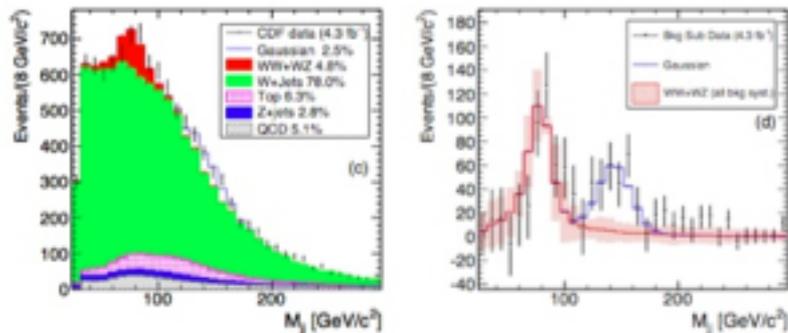
Blog home

### The Tevatron goes bump

The last and greatest breakthrough from a fantastic machine, or a false alarm on the frontiers of physics?

This week the CDF experiment at the Tevatron proton-antiproton collider caused a stir with [this paper](#) and a special seminar. This is a common situation in scientific research. The result is (a) really important if confirmed and (b) in need of confirmation before everyone is certain of it.

If you want more than that standard summary, I'm going to try to justify parts (a) and (b). But first the data. The main plot in the paper is this:



Dijet mass distribution in W+jet events.



“There are a few reasons for the caution. Firstly there is a chance that this is just a **statistical fluke.**

If the histograms and data are exactly right, the paper quotes a **one-in-ten-thousand (0.0001) chance that this bump is a fluke.**

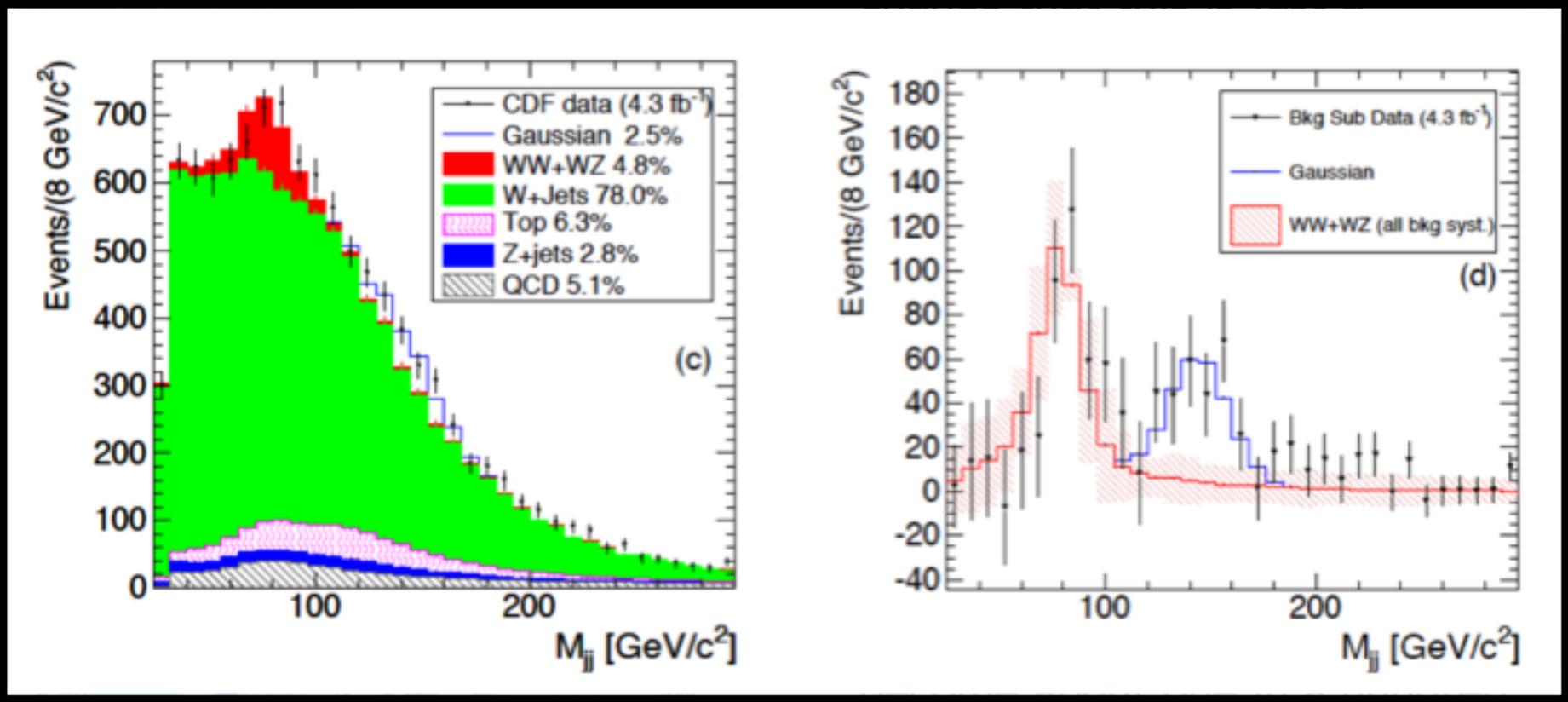
That's pretty small; although bear in mind that lots of distributions like this get plotted.

If you plot 100 different distributions, the chances become about one in a hundred (0.01) that you'll see something odd in one of them.”



# LIFEANDPHYSICS JONBUTTERWORTH

“There are a few reasons for the caution. Firstly there is a chance that this is just a



Vedi anche: G. D'Agostini, [arXiv 1112.3620](https://arxiv.org/abs/1112.3620), 2011

(0.01) that you'll see something

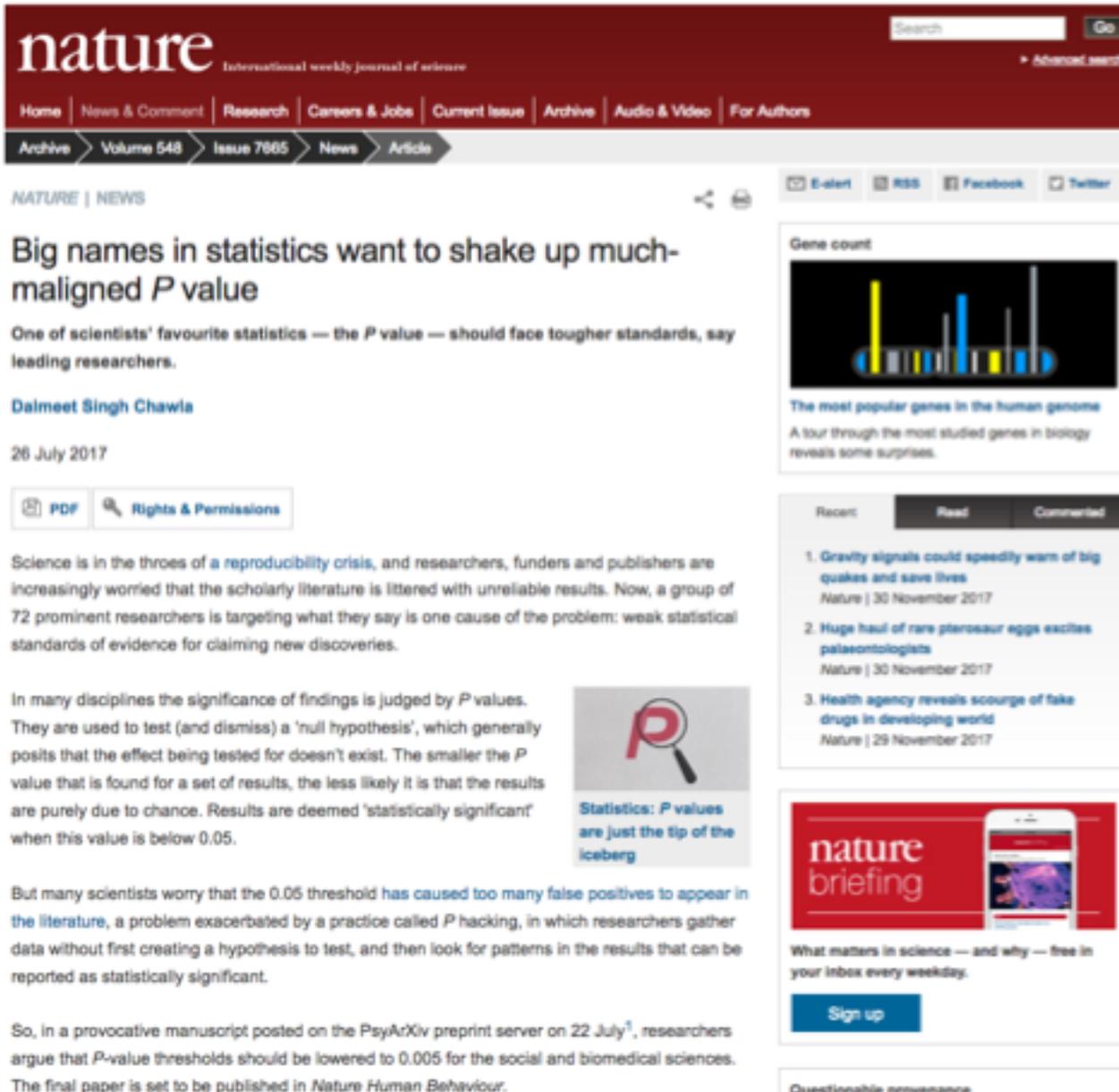
.”

# Come interpretare il $p$ -value

- La probabilità che il fondo possa produrre, per fluttuazione, il segnale osservato non è uguale alla probabilità che il segnale sia dovuto al fondo
- La probabilità che un **senatore sia donna** ( $62/346 = 0.18$ ) è diversa dalla probabilità che una **donna sia senatore** ( $62/31.143.704 = 2 \times 10^{-5}$ )
- Altro motivo per scegliere un livello di probabilità così basso prima di dichiarare una scoperta ( $p < 2.87 \times 10^{-7}$ )



# *p*-value or not *p*-value?



**nature** International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Job | Current issue | Archive | Audio & Video | For Authors

Archive | Volume 548 | Issue 7665 | News | Article

NATURE | NEWS

## Big names in statistics want to shake up much-maligned *P* value

One of scientists' favourite statistics — the *P* value — should face tougher standards, say leading researchers.

Dalmeeth Singh Chawla

26 July 2017

PDF | Rights & Permissions

Science is in the throes of a [reproducibility crisis](#), and researchers, funders and publishers are increasingly worried that the scholarly literature is littered with unreliable results. Now, a group of 72 prominent researchers is targeting what they say is one cause of the problem: weak statistical standards of evidence for claiming new discoveries.

In many disciplines the significance of findings is judged by *P* values. They are used to test (and dismiss) a 'null hypothesis', which generally posits that the effect being tested for doesn't exist. The smaller the *P* value that is found for a set of results, the less likely it is that the results are purely due to chance. Results are deemed 'statistically significant' when this value is below 0.05.

But many scientists worry that the 0.05 threshold has caused too many false positives to appear in the literature, a problem exacerbated by a practice called *P* hacking, in which researchers gather data without first creating a hypothesis to test, and then look for patterns in the results that can be reported as statistically significant.

So, in a provocative manuscript posted on the PsyArXiv preprint server on 22 July<sup>1</sup>, researchers argue that *P*-value thresholds should be lowered to 0.005 for the social and biomedical sciences. The final paper is set to be published in *Nature Human Behaviour*.

**Statistics: *P* values are just the tip of the iceberg**

**Gene count**

The most popular genes in the human genome

A tour through the most studied genes in biology reveals some surprises.

Recent

1. Gravity signals could speedily warn of big quakes and save lives  
Nature | 30 November 2017
2. Huge haul of rare pterosaur eggs excites palaeontologists  
Nature | 30 November 2017
3. Health agency reveals scourge of fake drugs in developing world  
Nature | 29 November 2017

**nature briefing**

What matters in science — and why — free in your inbox every weekday.

Sign up

Questionable provenance

Il problema è molto sentito, specialmente nella ricerca medica.

Il *p*-value richiesto di solito è  $p < 0.05$ .

Molti “falsi positivi” appaiono, specialmente se si pubblicano solo i risultati che confermano quello che si sta cercando!

“*the p-value threshold should be lowered to 0.005 for the social and biomedical sciences*”



*The  $p$ -value was never intended to be a substitute for scientific reasoning. Well-reasoned statistical arguments contain much more than the value of a single number and whether that number exceeds an arbitrary threshold. The ASA statement is intended to steer research into a ‘post  $p < 0.05$  era’.*

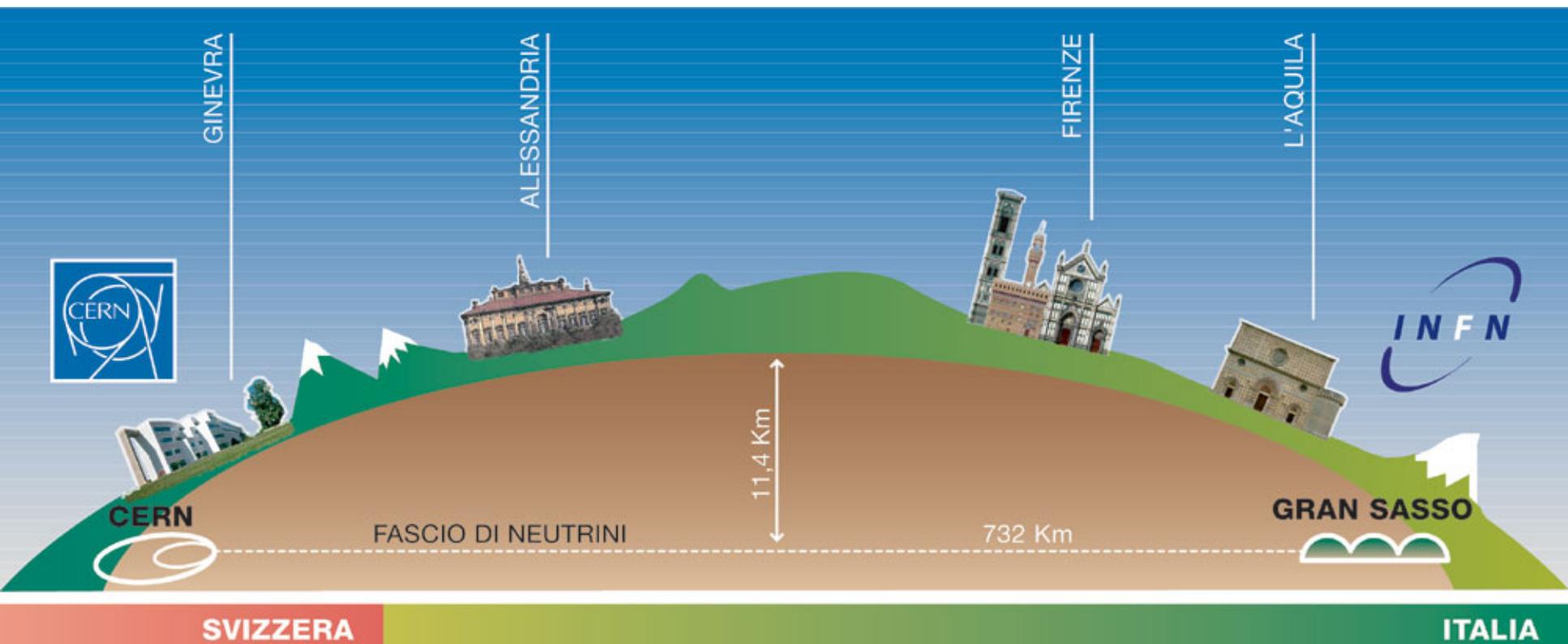
- 1.  $p$ -values can indicate how incompatible the data are with a specified statistical model.*
- 2.  $p$ -values do not measure the probability that the studied hypothesis is true, or the probability that the data were produced by random chance alone.*
- 3. Scientific conclusions and business or policy decisions should not be based only on whether a  $p$ -value passes a specific threshold.*
- 4. Proper inference requires full reporting and transparency.*
- 5. A  $p$ -value, or statistical significance, does not measure the size of an effect or the importance of a result.*
- 6. By itself, a  $p$ -value does not provide a good measure of evidence regarding a model or hypothesis.*



Ronald L. Wasserstein· Nicole A. Lazar  
**The ASA's statement on  $p$ -values: context, process, and purpose**  
**DOI:10.1080/00031305.2016.1154108**  
<http://amstat.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00031305.2016.1154108>

# Neutrini più veloci della luce?

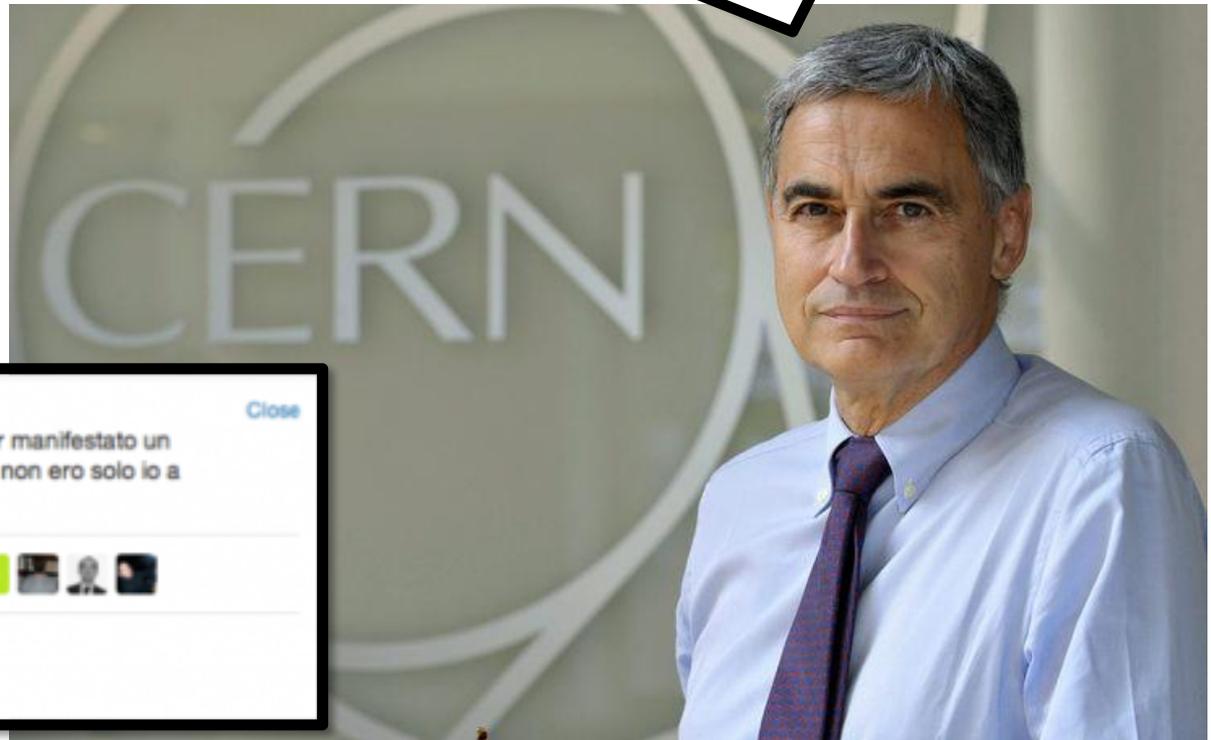
- Nel 2011 l'esperimento OPERA annunciò la misura della **velocità dei neutrini** dal CERN al Gran Sasso
- La velocità misurata risultò **maggiore della luce**: 60ns di anticipo, circa 1 parte su 40.000
- La significatività statistica era stimata a  $6\sigma$  ( $p < 0.99 \times 10^{-9}$ )



# L'effetto sistematico

Despite the *large significance* of the measurement reported here and the stability of the analysis, *the potentially great impact* of the result motivates the continuation of our studies in order to investigate *possible still unknown systematic effects* that could explain the observed anomaly. We deliberately do not attempt any theoretical or phenomenological interpretation of the results.

L'anomalia si dimostrò essere dovuta ad un connettore difettoso.



# Ripetibilità degli esperimenti

- Una scoperta deve essere confermabile da un laboratorio indipendente
  - La **probabilità di replicare errori sistematici** in esperimenti indipendenti è molto minore risp. a sbagliare una volta
- Es.: la  **fusione fredda**  non è stata riprodotta in laboratori indipendenti, al di fuori da una certa “cerchia”
  - In certi casi gli autori **non hanno svelato i dettagli** degli esperimenti
  - Promesse di imminenti clamorosi risultati ripetutamente smentite
- C’è pure chi parla di “**atteggiamento inquisitorio**” della **scienza ufficiale** “**dentro la quale tutto è marcio**”



R. Germano, autore di *Fusione fredda. Moderna storia d'inquisizione e d'alchimia*, 2003, Bibliopolis

<https://youtu.be/Og8ewbUh2zw>  
<https://22passi.blogspot.it/2011/02/conferenza-di-roberto-germano-2003.html>

arXiv:1310.4749v1 [physics.ins-det] 17 Oct 2013

## Search for Neutron Flux Generation in a Plasma Discharge Electrolytic Cell

R. Faccini, A. Filenzi, A.D. Palusa,<sup>1</sup> M. Angeli, E. Castagna, S. Lecci, A. Pietropalo, M. Pilon, M. Sansonini, F. Sario, V. Violante,<sup>2</sup> and R. Bellugi, A. Esposito<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma and INFN Sezione di Roma, Piazzale Aldo Moro 2, I-00185 Roma, Italy

<sup>2</sup>Ensa, Centro Ricerche di Frascati, Via E. Fermi 45, I-00044 Frascati, Italy

<sup>3</sup>INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Via E. Fermi 68, I-00044 Frascati, Italy

Following some recent unexpected hints of neutron production in setups like high-voltage atmospheric discharges and plasma discharges in electrolytic cells, we present a measurement of the neutron flux in a configuration similar to the latter. We use two different types of neutron detectors, poly-allyl-diglycid-carbonate (PADC, aka CR-39) screens and Indium disks. At 95% C.L. we provide an upper limit of 1.5 neutrons  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  for the thermal neutron flux at  $\approx 5$  cm from the center of the cell. Allowing for a higher energy neutron component the largest allowed flux is 64 neutrons  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . This upper limit is two orders of magnitude smaller than what previously claimed in an electrolytic cell plasma discharge experiment. Furthermore the behavior of the CR-39 is discussed to point out possible sources of spurious signals.

PACS numbers: 52.80.Wg, 24.10.-i, 28.20.-v, 29.40.Wa

The possibility that completely new sources of neutrons could be devised and exploited is a topic of paramount importance on both the applicative and theoretical grounds. Some impressive hints on neutron production in high-voltage atmospheric discharges are reported in a recent paper [1] as well as production of neutrons in plasma discharges in electrolytic cells are discussed in [2]. Great resonance had also the approval of the patent [3] similarly claiming the existence of a neutron producing electrolytic cell.

We focus here on an experimental set-up similar to the one discussed in [2, 3] albeit the underlying physical mechanisms could be in common with Ref. [1], the so called Low Energy Nuclear Reactions (LENR).

From the theoretical point of view, there is an open debate on whether inverse- $\beta$  nuclear transmutations could justify such observations [4, 5]. Experiments are therefore needed to guide the research in the field. To this aim, we have reproduced the experimental setup of Ref. [2] and searched for a neutron flux with two different detection techniques: the CR-39 detectors, also used in the experiment on atmospheric discharges [1] and Indium activation, commonly used in neutron flux measurements. A dedicated effort was devoted to understanding the behavior of the CR-39 detectors.

**The experimental setup.** The two main elements of this measurement are the electrolytic cell and the neutron detectors. For reasons that will be evident after the results are presented, the experiment consisted of three data-taking campaigns, Run1, Run2 and Run3, that took place in February-March, June, and September 2013, respectively. The experimental setup and the changes between the campaigns will be discussed in the following.

**The electrolytic cell.** Plasma electrolysis can be considered an hybrid between the conventional electrolysis process and the atmospheric-pressure plasma production.

In aqueous solutions the electrochemical process can produce plasma with applied voltages of at least  $\approx 130$  V.

The electrochemical cell we use (see Fig. 1) consists of a water cooled pyrex vessel with the anodic and the cathodic areas separated by a quartz cylinder of 45 mm inner diameter, 4 mm thick. The anode consists of a cylindrical grid of titanium plated with platinum positioned outside the quartz cylinder, while the tungsten cathode is a pipe having outer diameter of 2 mm and lateral wall thickness of 1.4 mm during Run1 or a cylindrical rod with a diameter of 2.1 mm during Run2 and Run3. The cathode is partially covered by a quartz tube, in order to reduce its conductive active area, thus increasing the electric impedance of the electrochemical system. This makes the plasma discharge rise at the electrolyte-cathode interface. The electrolyte consists of 1.16 liters of 0.5M  $\text{K}_2\text{CO}_3$  aqueous solution.

The cell is covered with an airtight cap having two passages, through which the gases produced both in the cathodic zone (hydrogen and oxygen basically produced by plasma discharge) and in the anodic zone (oxygen only from the Faradic current) are separately collected. We



FIG. 1: Scheme of the experimental setup. At the bottom right a picture of the cell with plasma.

# I.3 Probabilità

# Cos'è la probabilità?

- La **probabilità** può essere definita in diversi modi
- L'applicabilità di ciascuna definizione dipende dal tipo di **affermazione** alla quale vogliamo applicare il concetto di probabilità
- **Esperimenti ripetibili:**  
probabilità = **quanto frequentemente** l'affermazione è vera
- **Approccio soggettivo:**  
**grado di credibilità** dell'affermazione.  
**Può variare da soggetto a soggetto!**



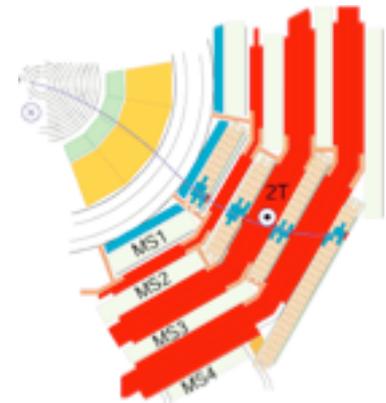
Approccio frequentista



Approccio Bayesiano

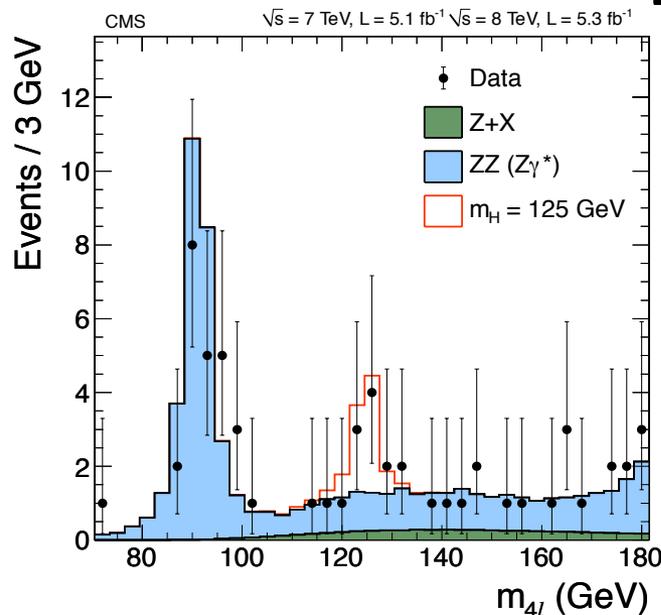
# Esperimenti ripetibili

- Probabilità di estrarre un asso in un mazzo di carte
- Probabilità di vincere a una lotteria
- Probabilità che un pione è erroneamente identificato come muone in CMS



- Probabilità che una fluttuazione nel fondo produca un picco nello spettro di ampiezza almeno uguale a quello che è stato osservato in CMS

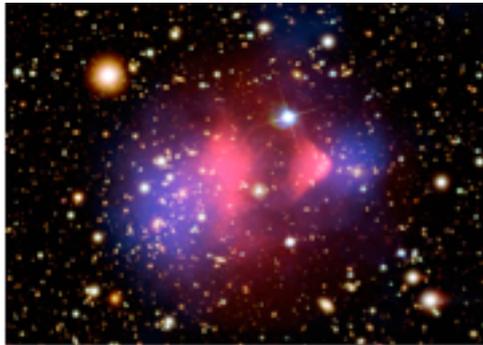
Abbiamo già notato che è diversa dalla **probabilità che il picco sia dovuto ad una fluttuazione del fondo** (impossibile ripetere con e senza segnale!)



# Casi non ripetibili

DAY	HIGH/LOW	DESCRIPTION	PRECIP	WIND	HUMIDITY
TODAY May 20	69°/47°	☁️ Partly Cloudy	/ 0%	E 5 mph	54%
SAT May 21	78°/51°	☀️ Sunny	/ 0%	SE 8 mph	54%
SUN May 22	73°/45°	☁️ Partly Cloudy	/ 20%	SW 9 mph	58%
MON May 23	57°/42°	☔ Rain	/ 90%	SW 9 mph	67%
TUE May 24	66°/42°	☀️ Mostly Sunny	/ 20%	NE 7 mph	57%
WED May 25	71°/51°	☁️ Partly Cloudy	/ 20%	SE 4 mph	60%

- Potrebbe riguardare **eventi futuri**:
  - Probabilità che **domani pioverà a Ginevra**
  - Probabilità che **la tua squadra di preferita vincerà questo campionato**
- Ma anche **eventi passati**:
  - Probabilità che **i dinosauri si siano estinti a causa di un asteroide**



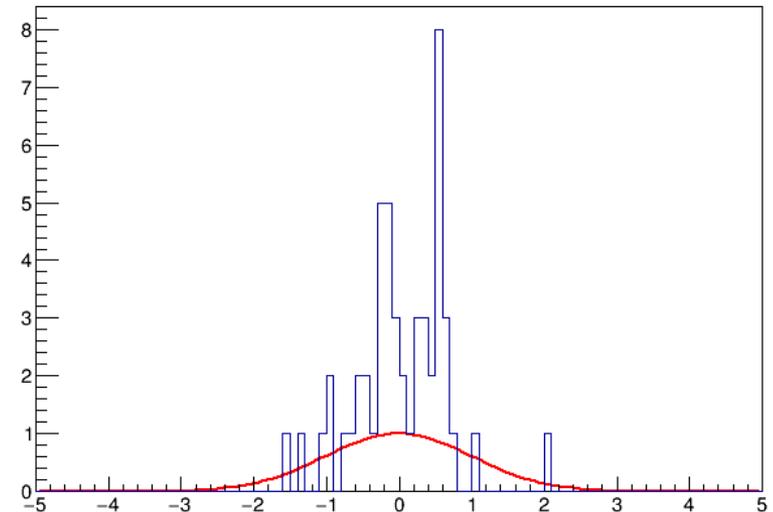
- Più in generale, **eventi sconosciuti**:
  - Probabilità che **la materia oscura sia fatta da particelle più pesanti di 1 TeV**
  - Probabilità che **i cambiamenti climatici attuali siano dovuto all'intervento dell'uomo**

# Probabilità frequentista

- Probabilità = frequenza con cui si verifica un evento nel limite di grande numero di tentativi (= esperimenti) ripetuti ( $N \rightarrow \infty$ )

$$P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\text{Numero di casi favorevoli}}{N = \text{Numero di tentativi}}$$

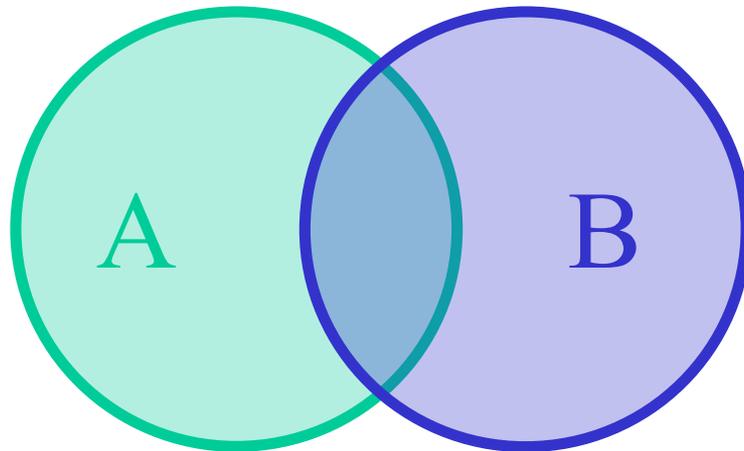
- Per realizzarlo serve **numero infinito di esperimenti!**
  - Concettualmente sgradevole...
  - ...ma pragmaticamente accettabile dai fisici
- Applicabile solo in caso di **esperimenti ripetibili**



# Probabilità condizionata

- Probabilità che un evento  $A$  avvenga, dato che anche  $B$  avviene:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$



# Il teorema di Bayes

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$



$$P(A|B)P(B) = P(B|A)P(A)$$



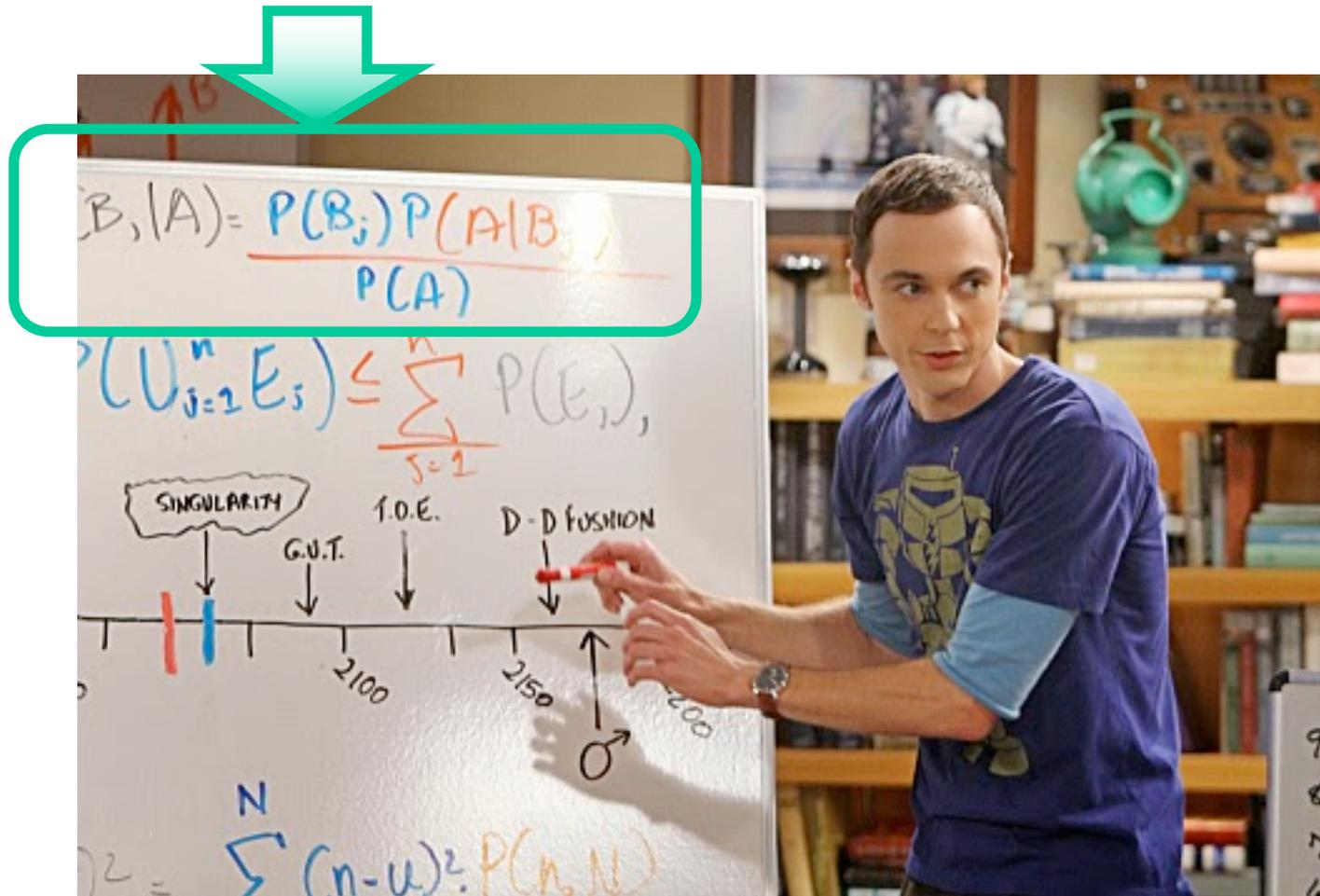
$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$



Thomas Bayes (1702-1761)

- $P(A)$  = *prior probability*
- $P(A | B)$  = *posterior probability*

# Sheldon è fan del teorema di Bayes!



The Big Bang Theory © CBS

# Esempio epidemiologico

- Ad una persona viene diagnosticato un cancro
- Probabilità di una diagnosi corretta su una persona malata: ~100%
- Probabilità di una diagnosi positiva su una persona sana (**falso positivo**): 0.2%



- Qual è la probabilità che quella persona sia realmente malata?
- Si potrebbe rispondere rapidamente: 99.8%
- È una risposta ragionevole?

G. Cowan, Statistical data analysis 1998,

G. D'Agostini, CERN Academic Training, 2005

L. Lista, Statistical Methods for Data Analysis in Particle Physics, 2015

# Applicando Bayes

- Probabilità di essere malato [👤] =  
prob. condizionata data la diagnosi positiva [➕]
  - $P(➕ | 👤) \sim 100\%$ ,  $P(- | 👤) \sim 0$
  - $P(➕ | 😊) = 0.2\%$ ,  $P(- | 😊) = 99.8\%$
- Coll teorema di Bayes “invertiamo” la probabilità condiz.:

$$P(\text{👤} | \text{➕}) = \frac{P(\text{➕} | \text{👤}) P(\text{👤})}{P(\text{➕})} \cong \frac{P(\text{👤})}{P(\text{➕})}$$

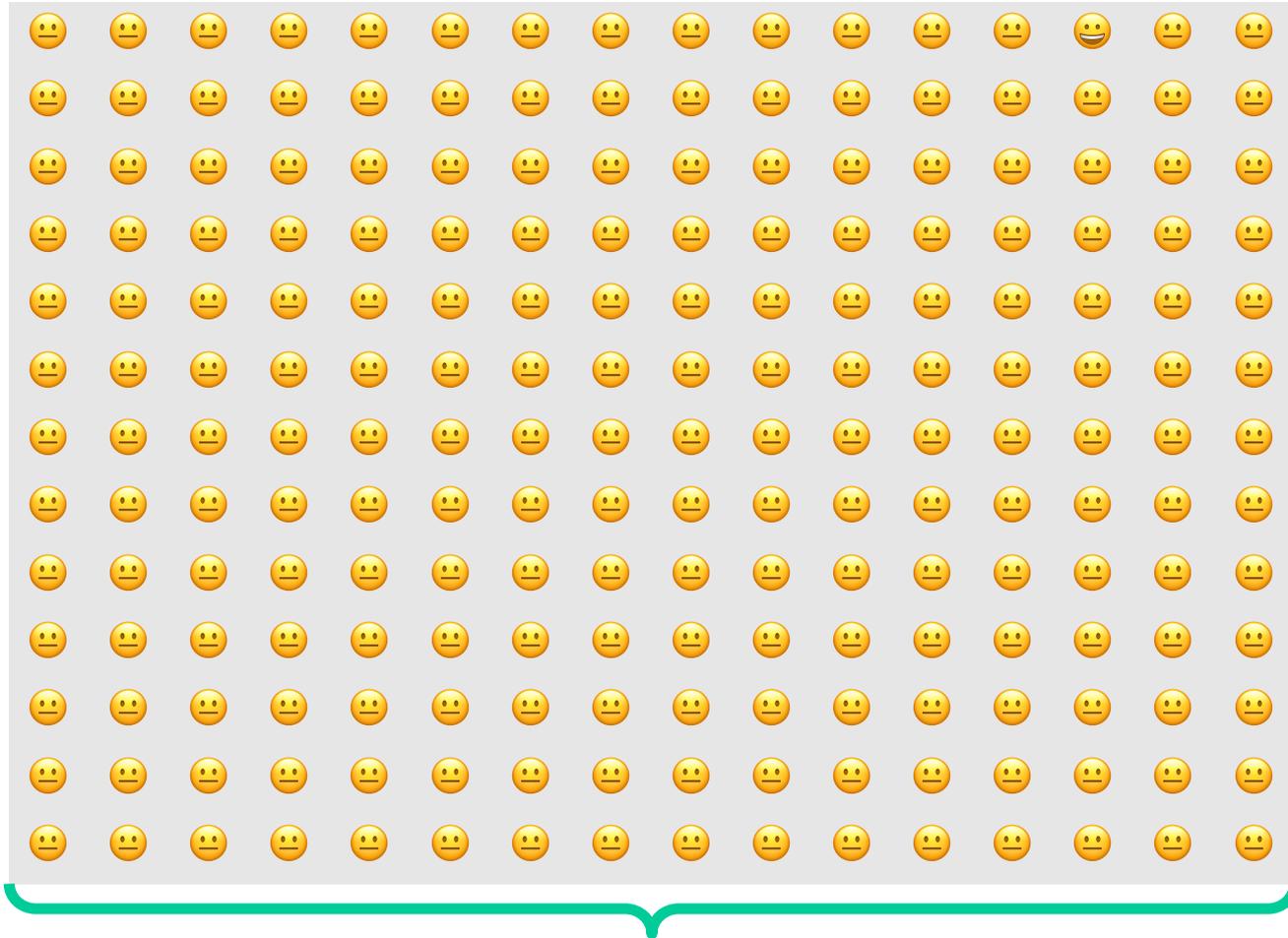
- **Ci serve un altro ingrediente!**
  - $P(\text{👤}) =$  probabilità che una persona scelta causalmente sia malata ( $\ll P(\text{😊})$ )

- Nota: si può dimostrare che:

$$P(\text{➕}) = P(\text{➕} | \text{👤}) P(\text{👤}) + P(\text{➕} | \text{😊}) P(\text{😊})$$

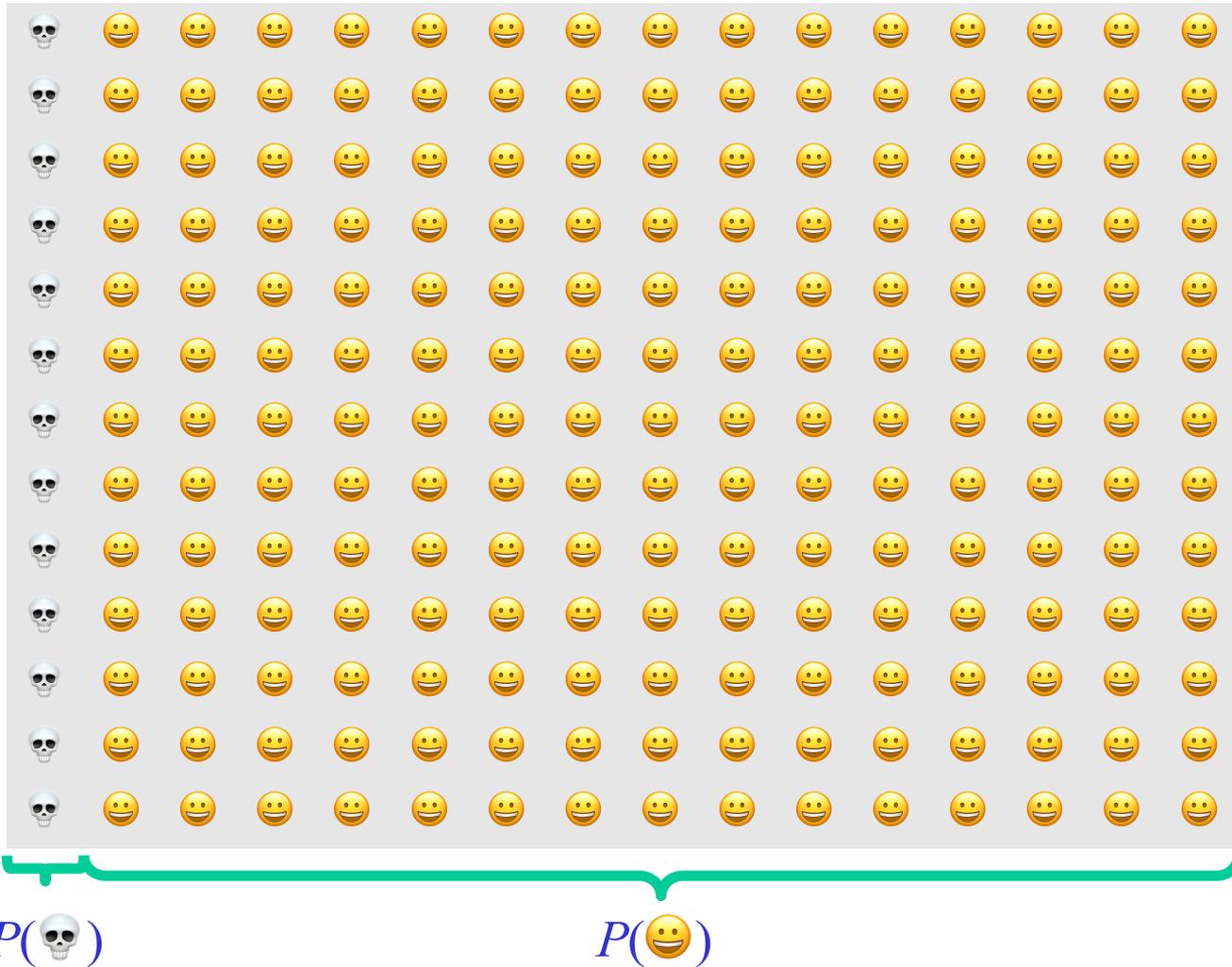
$$\cong P(\text{👤}) + P(\text{➕} | \text{😊}) P(\text{😊})$$

# In un'immagine



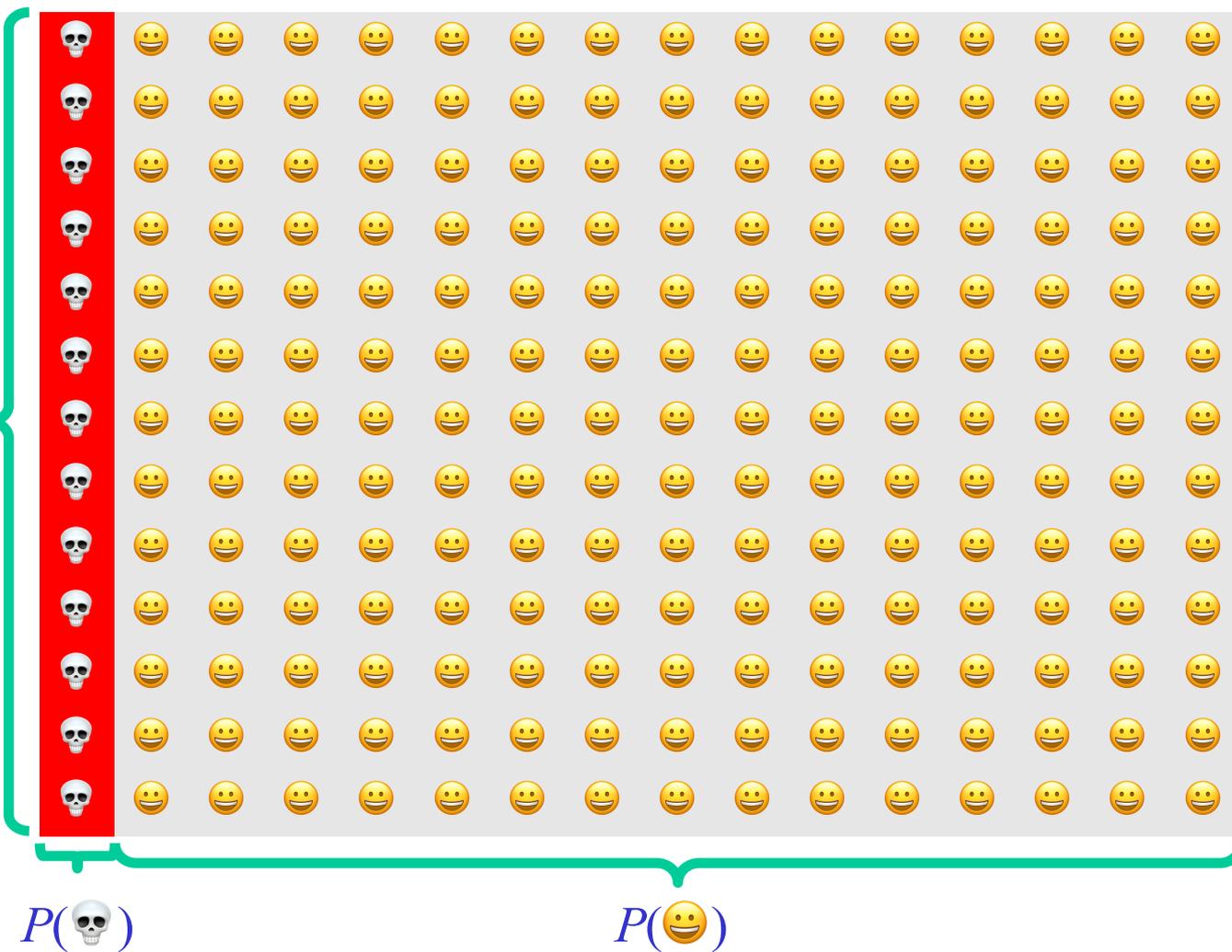
*L'intera popolazione*

# In un'immagine

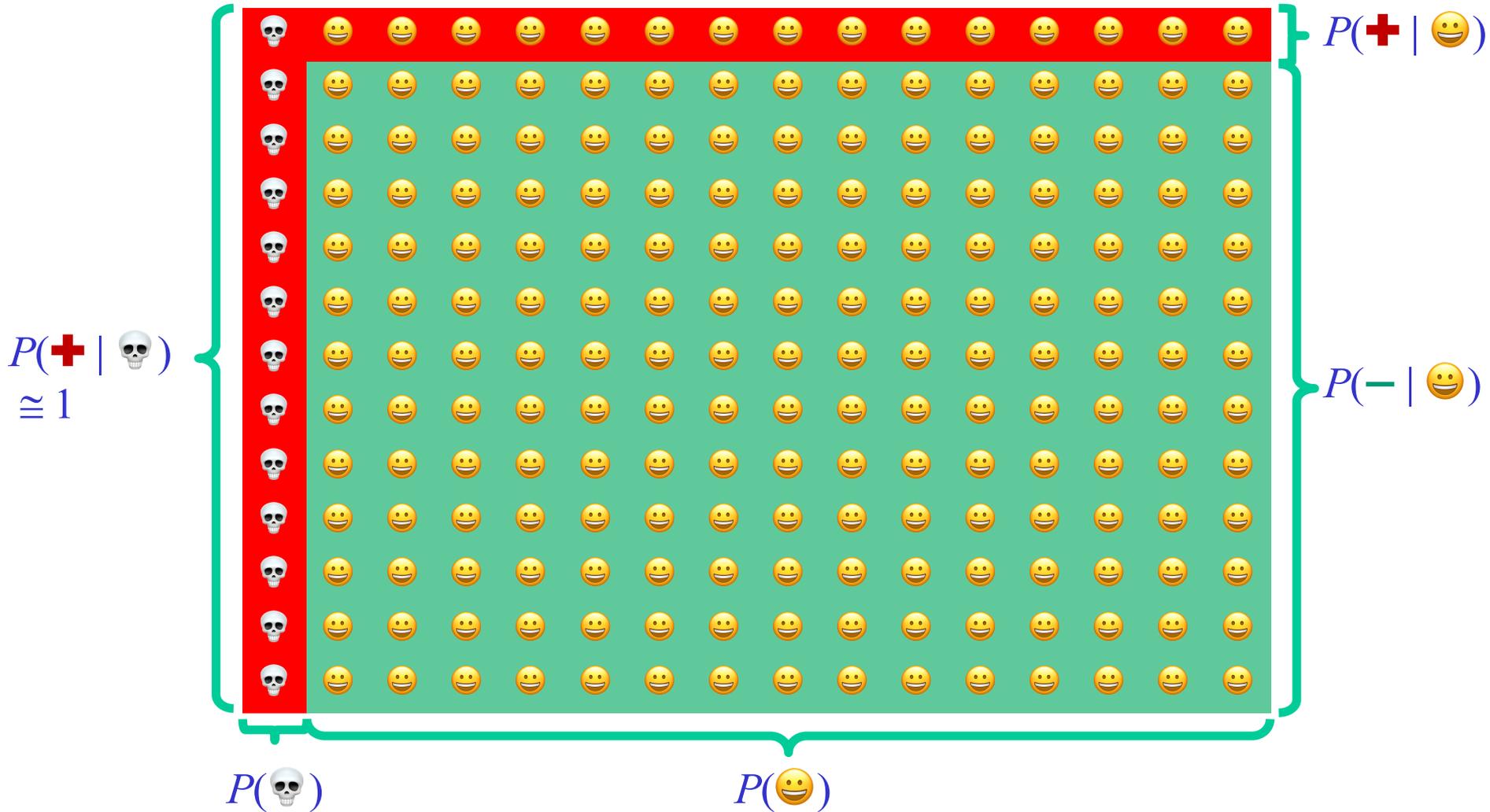


# In un'immagine

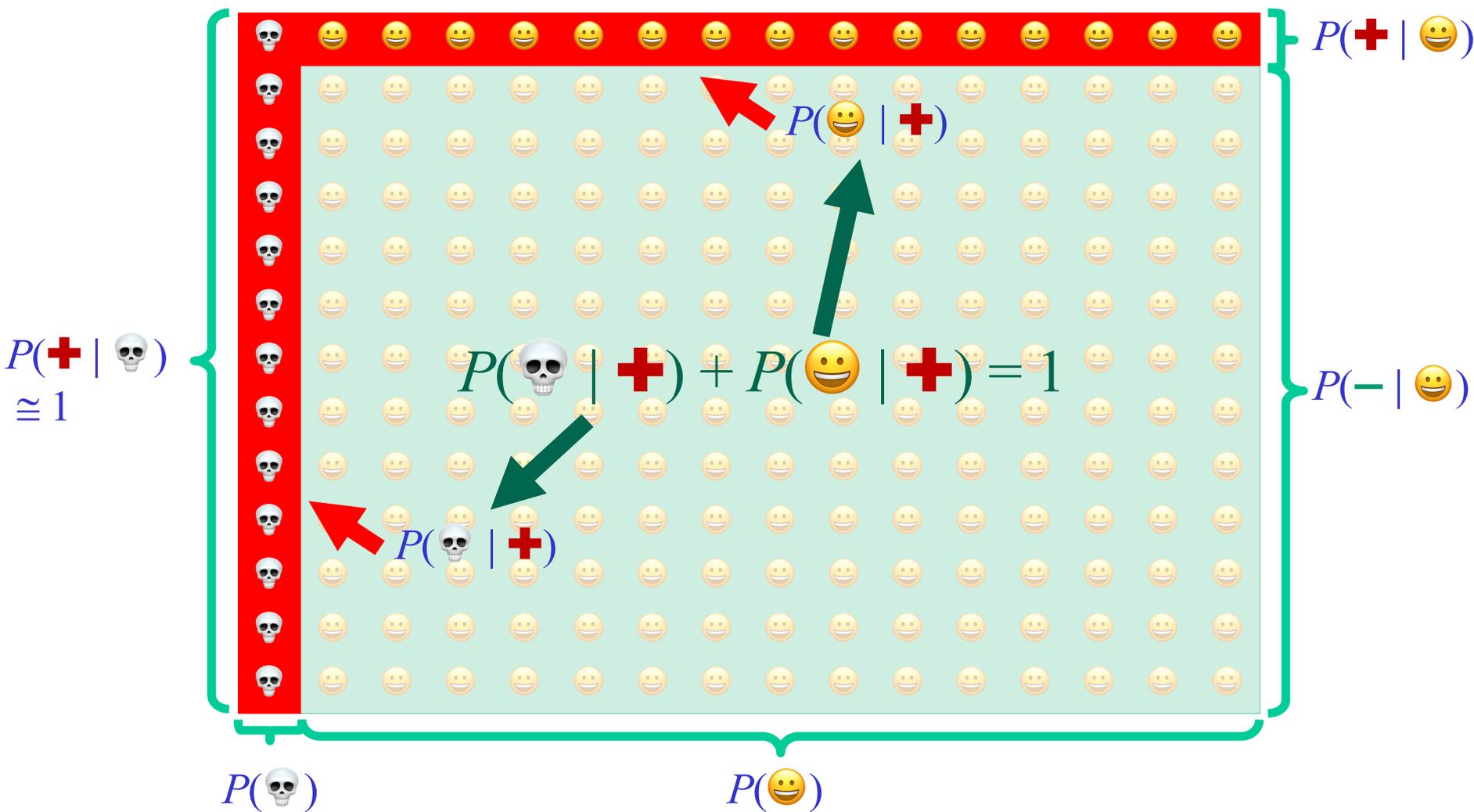
$$P(+ | \text{skull}) \cong 1$$



# In un'immagine



# In un'immagine



# Mettendo qualche numero...

- Probabilità di essere malato:

$$\begin{aligned} - P(\text{skull} \mid \text{+}) &= P(\text{skull}) / P(\text{+}) \\ &\cong P(\text{skull}) / (P(\text{skull}) + P(\text{+} \mid \text{smiley})) \end{aligned}$$

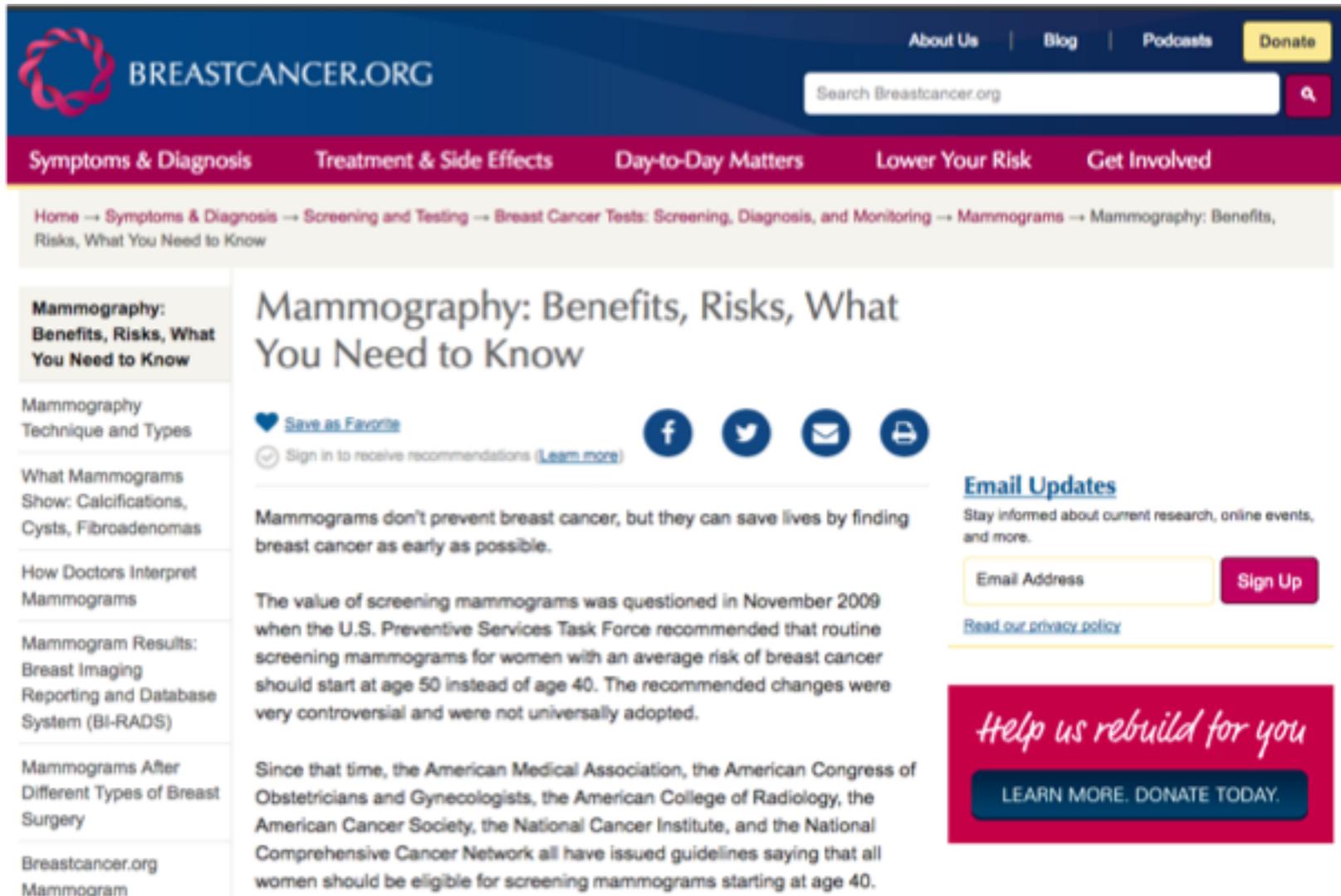
- Assumendo:

$$- P(\text{skull}) = 0.15\%, P(\text{+} \mid \text{smiley}) = 0.2\%$$

- Abbiamo:

$$- P(\text{skull} \mid \text{+}) = 15 / (15 + 20) = 43\%$$

- È più probabile essere sani che malati!



The screenshot shows the BreastCancer.org website. At the top, there is a navigation bar with links for 'About Us', 'Blog', 'Podcasts', and a 'Donate' button. A search bar is also present. Below the navigation bar, there are five main categories: 'Symptoms & Diagnosis', 'Treatment & Side Effects', 'Day-to-Day Matters', 'Lower Your Risk', and 'Get Involved'. The breadcrumb trail reads: 'Home → Symptoms & Diagnosis → Screening and Testing → Breast Cancer Tests: Screening, Diagnosis, and Monitoring → Mammograms → Mammography: Benefits, Risks, What You Need to Know'. The article title is 'Mammography: Benefits, Risks, What You Need to Know'. Below the title, there are social media sharing icons for Facebook, Twitter, Email, and Print. A 'Save as Favorite' button is also visible. The main text of the article begins with 'Mammograms don't prevent breast cancer, but they can save lives by finding breast cancer as early as possible.' It then discusses a 2009 recommendation from the U.S. Preventive Services Task Force to start screening at age 50 instead of 40, and notes that this was controversial. The text continues with 'Since that time, the American Medical Association, the American Congress of Obstetricians and Gynecologists, the American College of Radiology, the American Cancer Society, the National Cancer Institute, and the National Comprehensive Cancer Network all have issued guidelines saying that all women should be eligible for screening mammograms starting at age 40.' On the right side of the article, there is an 'Email Updates' section with a 'Sign Up' button and a link to 'Read our privacy policy'. At the bottom right, there is a red box with the text 'Help us rebuild for you' and a button that says 'LEARN MORE. DONATE TODAY.'

[http://www.breastcancer.org/symptoms/testing/types/mammograms/benefits\\_risks](http://www.breastcancer.org/symptoms/testing/types/mammograms/benefits_risks)

# Probabilità Bayesiana

- Il teorema di Bayes può definire la **probabilità di ipotesi o affermazioni  $H$** , anche non legate ad eventi casuali, data un'osservazione o evidenza  $E$ :

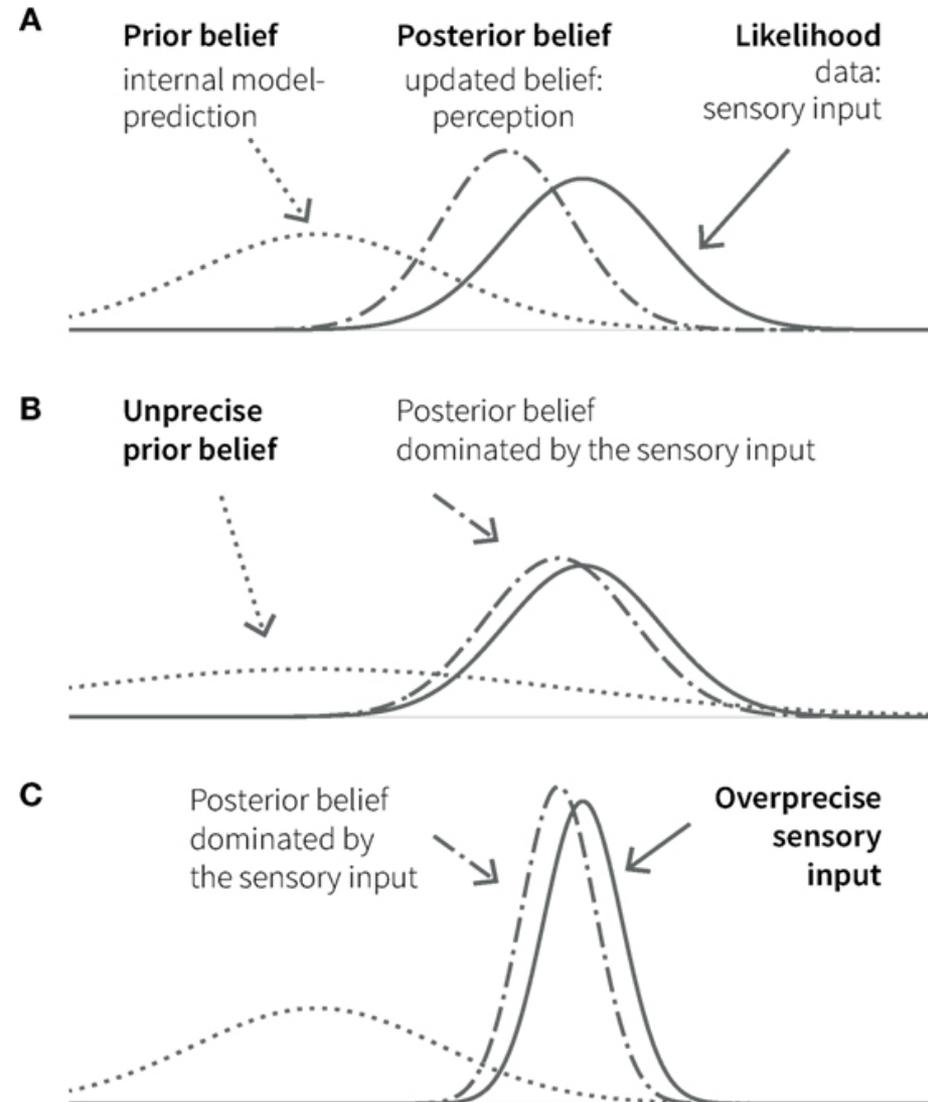
$$P(H|E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}$$

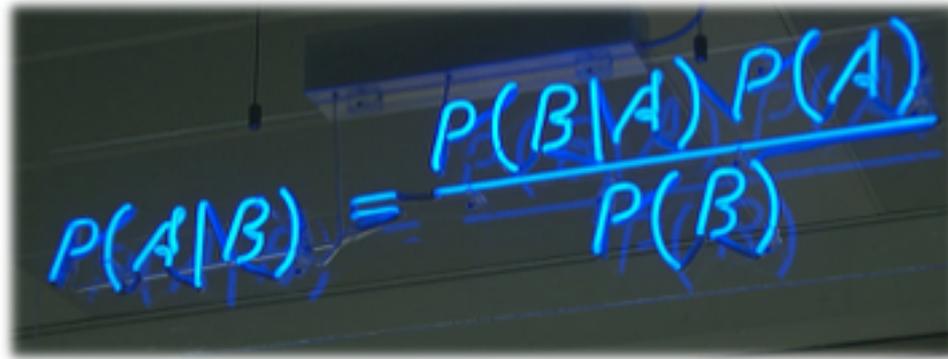
- $P(H)$  = probabilità a priori
- $P(H|E)$  = probabilità a posteriori, dato  $E$
- $P(E|H)$  = **funzione di verosimiglianza** (likelihood)
- $P(E)$  = **fattore di normalizzazione**  
 Su può calcolare come  $P(E) = \sum_i P(E|H_i)P(H_i)$   
 se  $H_i$  sono le diverse ipotesi considerate  
 o come  $P(E) = \int P(E|H)P(H)dH$  nel caso continuo

# Apprendimento Bayesiano

Posterior	Likelihood	Prior
$P(H E) = \frac{P(E H)P(H)}{P(E)}$		
		Evidence

- Inevitabile l'elemento **soggettivo**
  - Conoscenze pregresse, pregiudizio...
- Osservazione più precisa:
  - minore sensibilità alla probabilità a priori
  - risultato meno soggettivo




$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

(CC) mattbuck, Wikimedia commons

- La **regola di Bayes**, intrinsecamente **soggettiva**, definisce un metodo **razionale** per modificare il **pregiudizio** di un soggetto sulla base dell'evidenza
- La **probabilità a priori** che **il bosone di Higgs esista** (prima della scoperta) è maggiore di quella che il **neutrino possa avere velocità maggiore della luce**
  - Ma entrambe sono difficilmente quantificabili
  - Dipendono dal bagaglio di conoscenze preesistenti
- Deviazioni da questa regola potrebbero essere usate come misura quantitativa dell'**irrazionalità**

# I.4 Metodo scientifico

# Il metodo scientifico

- Il **metodo scientifico** è uno strumento razionale per **credere** ad una **teoria** in base alle **evidenze** sperimentali
- I fisici usano **metodi statistici** per asserire l'**evidenza scientifica** e motivare la solidità di una teoria



# Credere razionalmente

- Credere in senso scientifico non è **mai un atto di fede** perché è basato su evidenze
- **Crediamo nei risultati della scienza perché è dimostrato continuamente che funziona**
- In questo senso, credere ha un significato molto diverso da quello inteso in senso **religioso**, basato sulla **fede**
  - *Forse dovremmo usare due parole diverse...*
- **Chi crede nella scienza non crede ad uno tra tanti possibili dogmi**
  - *Tipica obiezione di persone irrazionali sui social media...*



# Scienza e fede

- Se si hanno **certezze a priori**:

$$P(A_i) = \begin{cases} 1 & \text{se } i = 0 \\ 0 & \text{se } i \neq 0 \end{cases}$$

- Qualunque siano le evidenze, il **dogma** non viene mai intaccato:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i) \times 0}{P(B)} = 0 = P(A_i) \text{ se } i \neq 0$$

$$P(A_0|B) = \frac{P(B|A_0) \times 1}{\sum_{i=1}^n P(B|A_i) P(A_i)} = \frac{P(B|A_0)}{P(B|A_0) \times 1} = P(A_0)$$

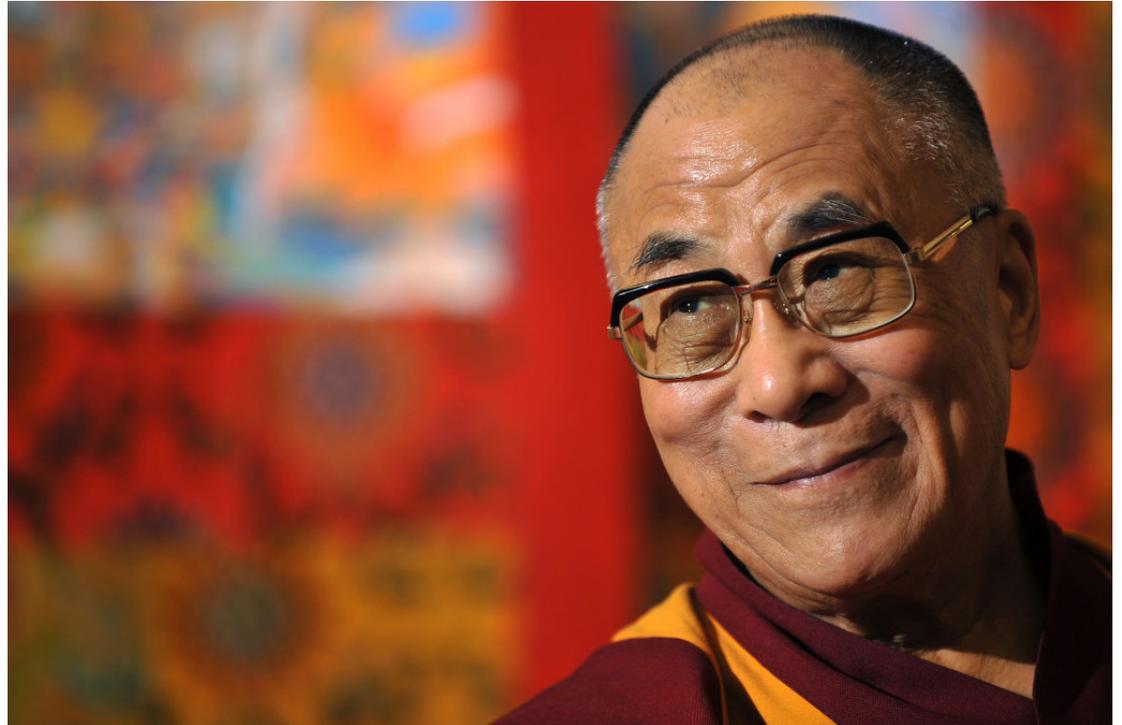
- Il **progresso scientifico è impossibile se la fede riguarda aspetti osservabili dell'esperienze**
  - Chiesa cattolica: **359** anni per riabilitare Galileo



# Cosa dice il buddismo

“ *If scientific analysis were conclusively to demonstrate certain claims in Buddhism to be false, then we must accept the findings of science and abandon those claims.* ”

Dalai Lama XIV, *The Universe in a Single Atom: The Convergence of Science and Spirituality*



# Cosa ne pensava Richard Feynman

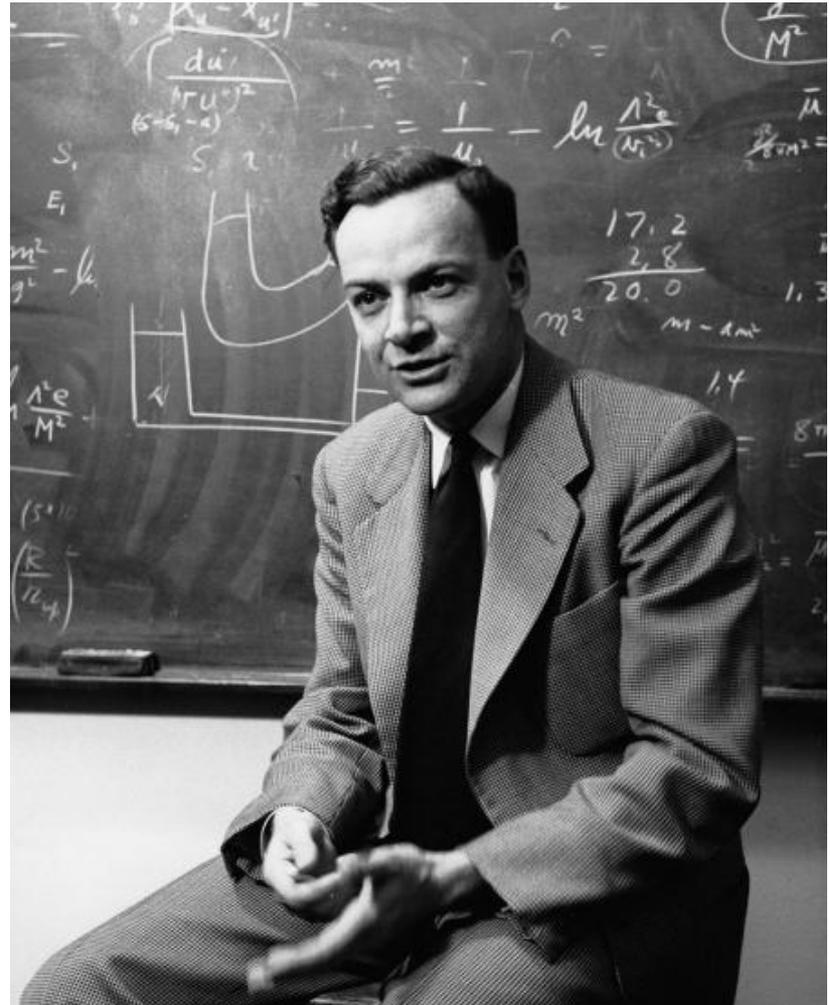
Biblioteca Scientifica 27

*Richard P. Feynman*

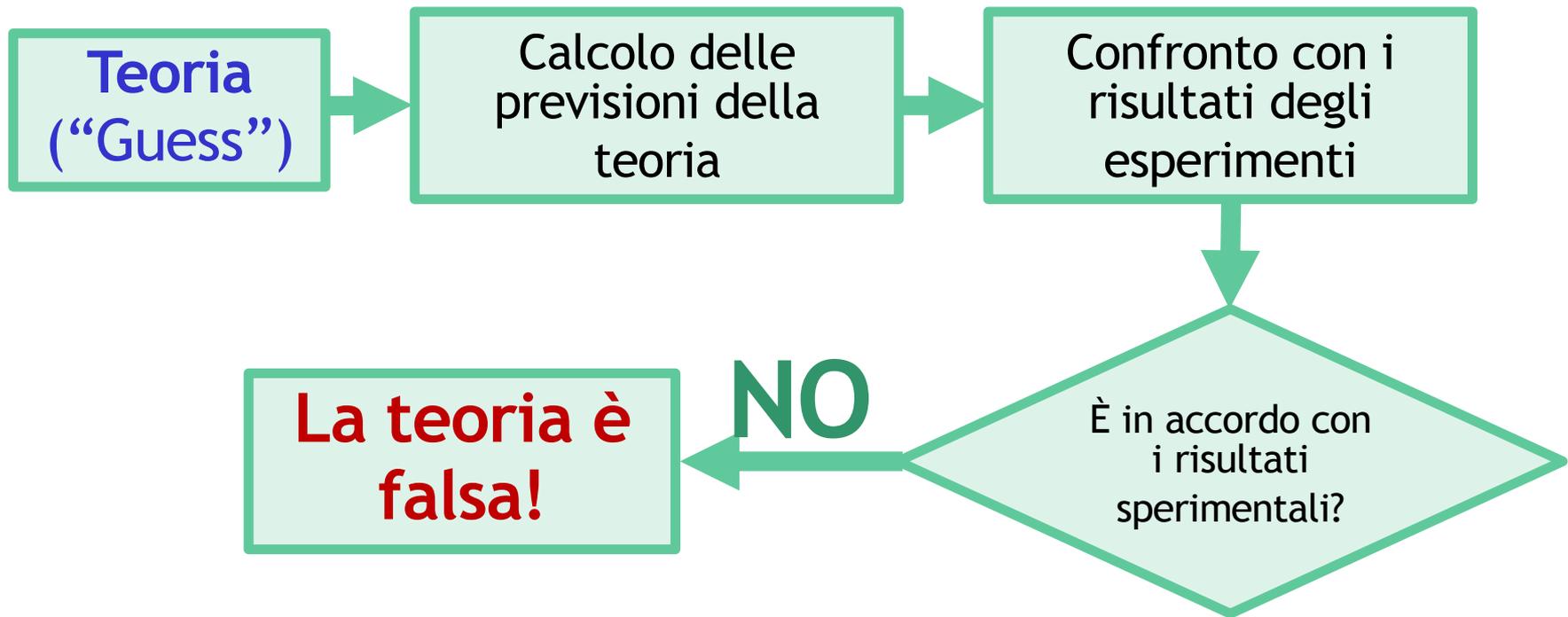
IL SENSO DELLE COSE



ADELPHI



Vedi anche:  
<https://youtu.be/EYPapE-3FRw>



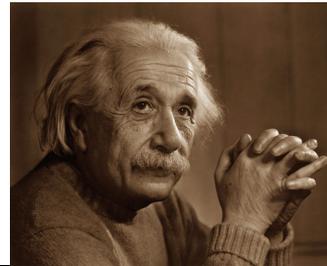
- Si può dimostrare che una teoria è falsa, ma **non si può mai essere certi che una teoria sia vera**
  - Potrebbero emergere nuove osservazioni che contraddicono una teoria finora consolidata
  - Allora sarà necessario sviluppare una nuova teoria...
  - ... ma deve essere in accordo con i dati vecchi e quelli nuovi!
- Allora, cos'è la verità scientifica?

# La scienza è sempre in evoluzione

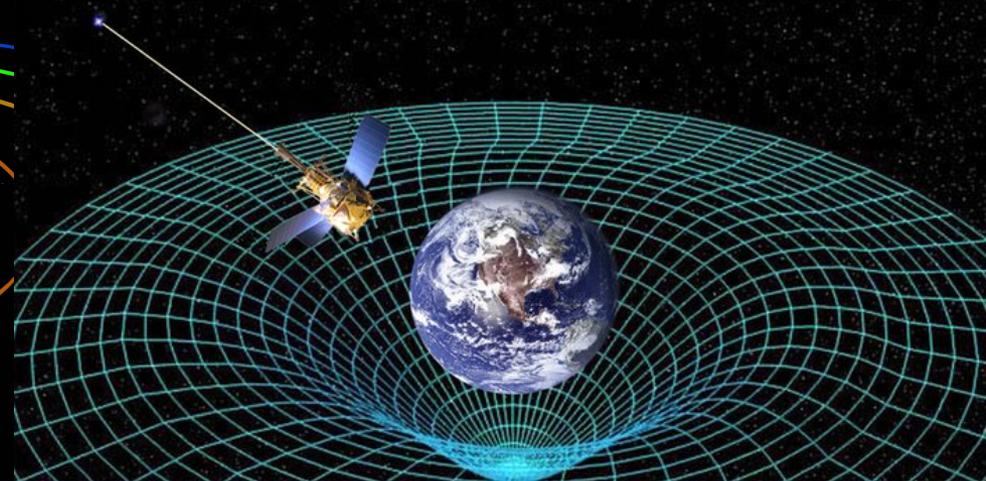
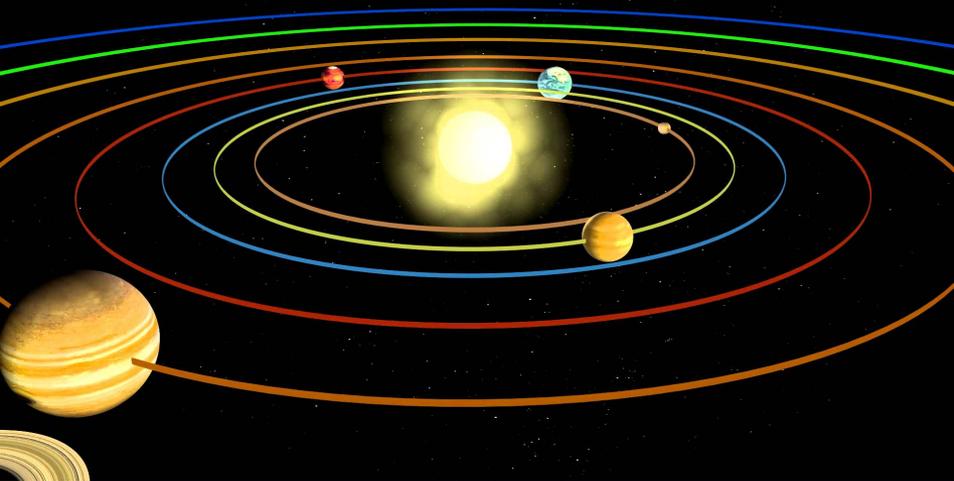
- Gravitazione universale → relatività generale
- La relatività generale è **consistente** con tutte le osservazioni scientifiche che hanno portato alla gravitazione universale.
- La **estende** e fa nuove **previsioni** (precessione di Mercurio, buchi neri, onde gravitazionali, ...)



$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}} \vec{r}_{12}$$

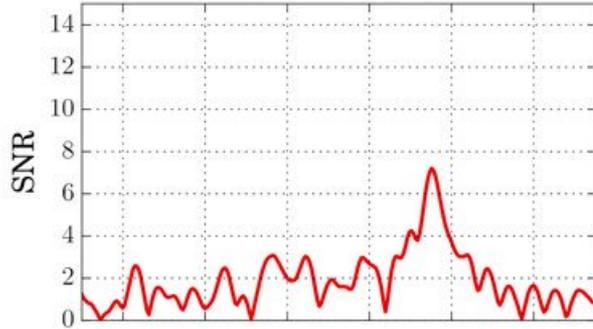


$$R_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

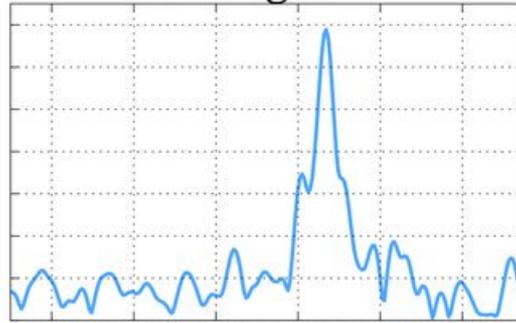


# 100 anni dopo Einstein

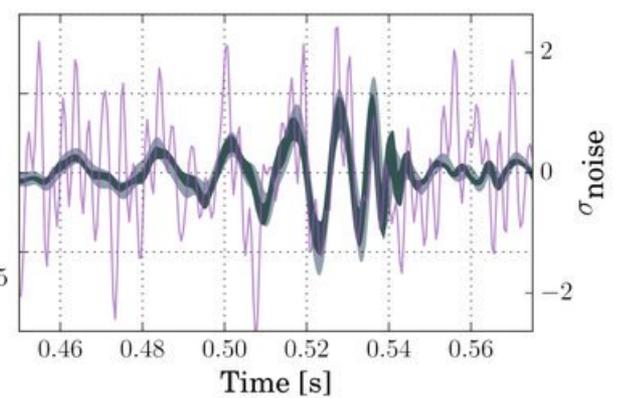
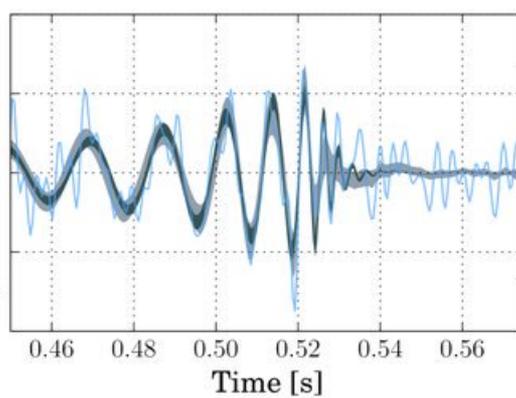
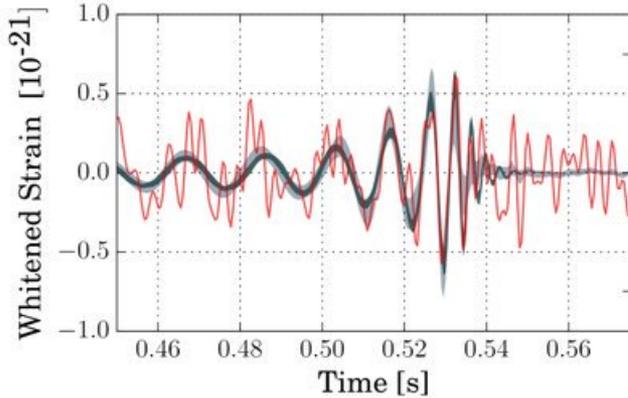
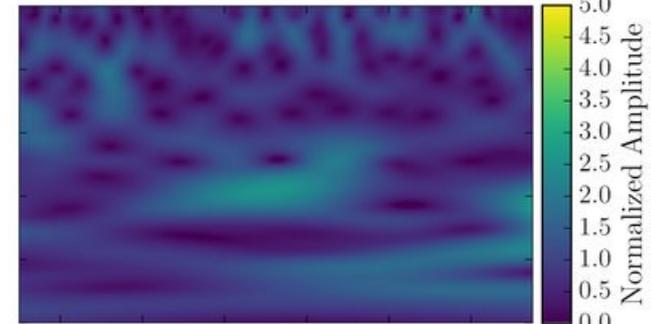
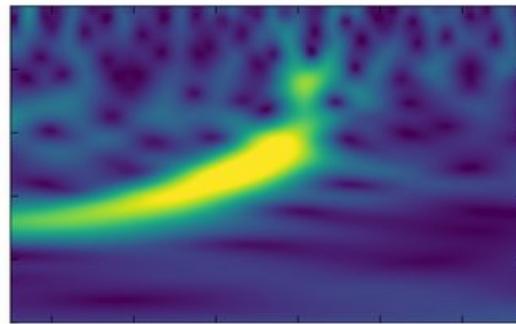
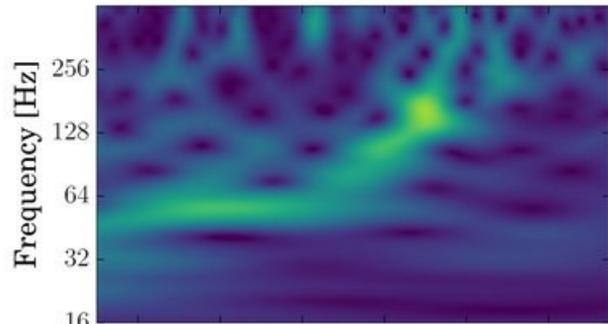
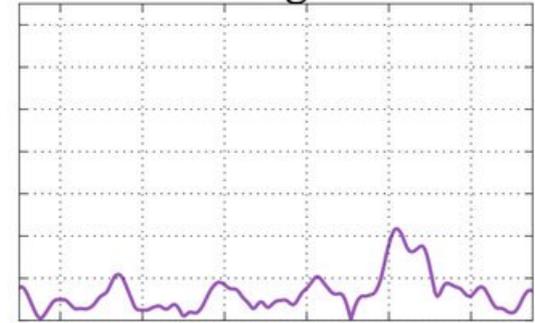
### Hanford



### Livingston



### Virgo



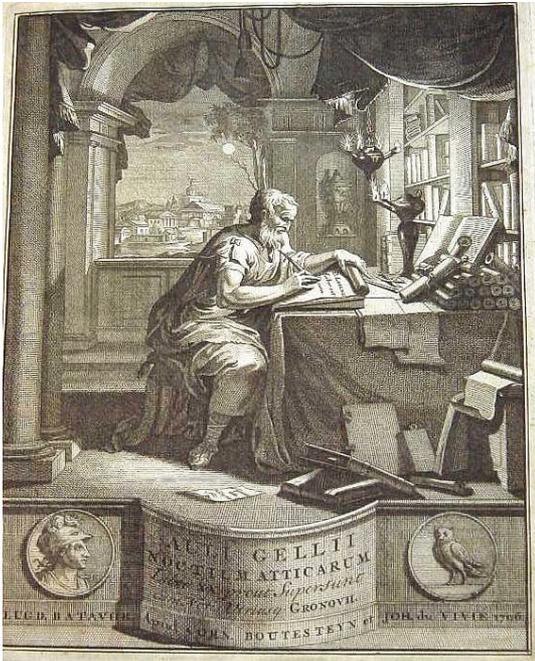
# Verità scientifica e tempo

“

*Veritas filia temporis*  
*Truth is daughter of time,*  
*not authority*

”

*La verità è figlia del tempo*



Aulo Gellio (Roma, 125–180 d.C.)  
Francis Bacon (London, 1561 – 1626)



# II. Scienza e società

# Possibile o credibile?

- Non basta che un'ipotesi sia **possibile** perché diventi anche **credibile**
- ***“Puoi provare che gli alieni non sono venuti sulla Terra?”***
- **No, ma posso dire che è molto improbabile!**



# Falsificabilità e probabilità

- Secondo la logica “booleana” aristotelica:  
*“Se una causa  $A$  implica che è impossibile l’effetto  $B$ , allora l’osservazione di  $B$  implica che  $A$  è falsa.”*

- Considerando un evento casuale  $B$  e una possibile ipotesi  $A$ , è un errore tipico concludere che:

*“Osservare un effetto  $B$  che è molto improbabile, se assumiamo una causa  $A$ , implica che  $A$  è molto improbabile.”*



# “La scienza non sa spiegare che...”

- “*Non è un caso, dicono molti che a pochi metri di distanza c’è l’Oasi di San Pio*”



La Repubblica Napoli.it, 12-09-2017

# Affermazioni e evidenza

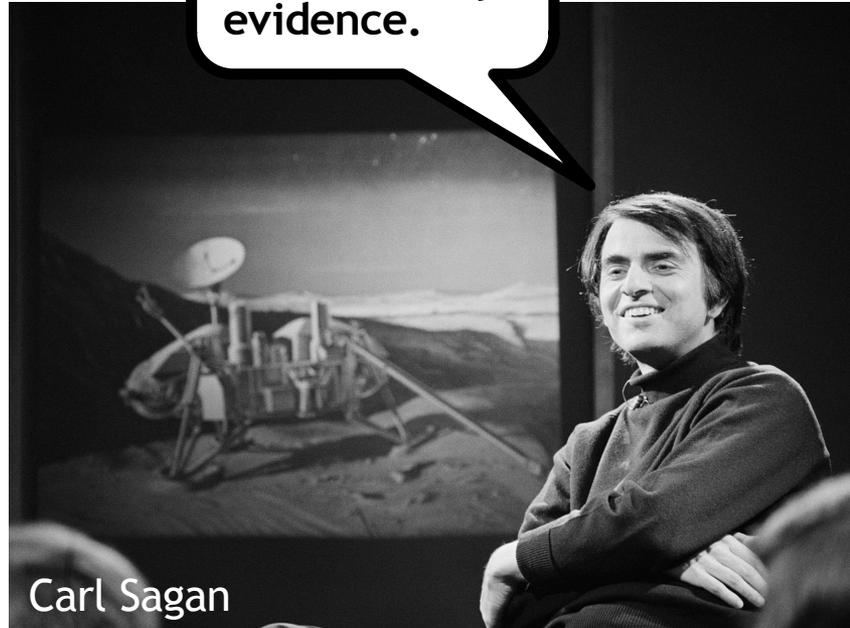
*Se il nesso causale tra l'autismo e l'esavalente è stato riconosciuto in un tribunale nel 2014 e lo stato è stato condannato a pagare si capisce perché in questo momento sui vaccini i media continuano a mentire.*

*Non fatevi infinocchiare dall'illusione dei vaccini!*



*Plus un fait est extraordinaire, plus il a besoin d'être appuyé de fortes preuves; car, ceux qui l'attestent pouvant ou tromper ou avoir été trompés, ces deux causes sont d'autant plus probables que la réalité du fait l'est moins en elle-même.*

Extraordinary claims require extraordinary evidence.



Carl Sagan



Pierre Simon Laplace

# Fidarsi degli scienziati?

- Si chiama l'**idraulico** quando si rompe un **tubo**, non di un **imbianchino**
- Ma molti **non si fidano** degli **scienziati** su **questioni scientifiche**
- **La competenza viene vista come compromissione col potere** (R. Saviano)
- Le **sensazioni** e le **opinioni** di persone carismatiche spesso convincono più dei **fatti** (**post-verità**)
- Mentire non è considerato grave, perché la larga condivisione fa diventare automaticamente «vere» le affermazioni (**fake news**)
- In diversi casi le **pseudoscienze** nascondono loro stesse **interessi economici** o di altra natura, oltre ad essere manifestazione di ignoranza e arroganza
- Avere **certezze** soddisfa un **bisogno psicologico** dell'uomo
- Ma a volte l'unica risposta razionale può essere «**non lo so**» perché è espressa in termini di probabilità lontane da 0 e da 1



© Zerocalcare



©Leo Ortolani

# La scienza è “uncomfortable”

BBC



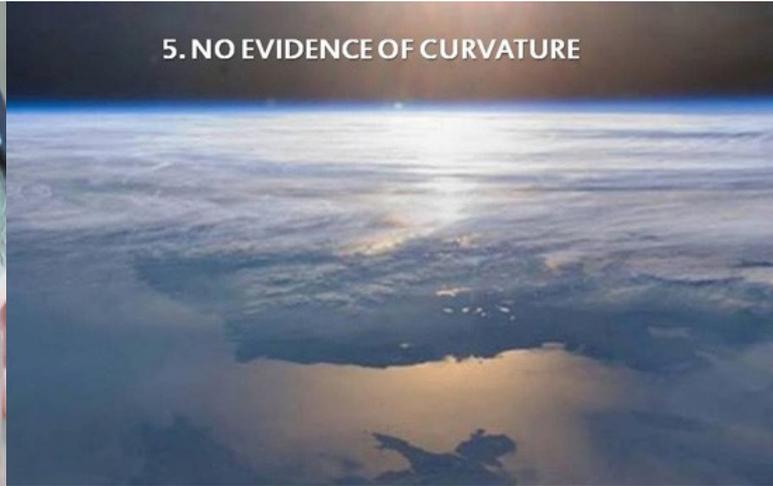
BBC



Nobody likes this uncomfortable feeling to be in this tiny ball,

flying through space in this vast end of the universe.

5. NO EVIDENCE OF CURVATURE



If the sun is 93 million miles away



How are the clouds behind it?

Nick Havok

# Flat Earth supporters



Mark Sargent  
ha **52.080** seguaci  
sul canale YouTube ‘Flat Earth’

<https://www.youtube.com/channel/UC7rXdy3d0inCLNpPiPkc8Kw>

<https://www.facebook.com/bbcnews/videos/10155310356077217>

## The Flat Earth Society



<https://theflatearthsociety.org/>

The Flat Earth Society mans the guns against **oppression of thought** and the Globularist lies of a new age. **Standing with reason** we offer a home to those **wayward thinkers** that march bravely on with **REASON** and **TRUTH** in recognizing the TRUE shape of the Earth - Flat.

Come join us in our forums and get started learning about the **greatest lie ever told**.

# La scienza però ispira anche l'arte

- *"Cerco un centro di gravità permanente"*
- *"Supererò le correnti gravitazionali  
Lo spazio e la luce per non farti invecchiare"*
- *"Volano gli uccelli volano nello spazio tra le nuvole  
con le regole assegnate a questa parte di universo  
al nostro sistema solare"*
- *"Telescopi giganti per seguire le stelle  
Navigare navigare nello spazio nello spazio, di più  
No time, no space, another race of vibrations"*
- *"Scorre lento il tempo di altre leggi di un'altra dimensione"*
- *"Rumori che fanno sottofondo per le stelle  
lo spazio cosmico si sta ingrandendo e le galassie si  
allontanano"*

Dai testi delle canzoni di Franco Battiato

*“La tecnica **Theta Healing**<sup>®</sup> è una tecnica di guarigione interiore, è una filosofia spirituale [...].  
Cambiando il ciclo delle tue **onde cerebrali**, includendo lo stato “Theta”, tu puoi effettivamente connetterti con la consapevolezza suprema per creare istantaneamente benessere fisico ed emotivo [...].  
Questa tecnica ci permette di lavorare con il **Campo Quantico** per contribuire a raggiungere l’armonia nella nostra mente, corpo e spirito [...]”*

Tratto da:  
<http://naturopatiaapuolia.it/>

# Entanglement e psicologia

L'Associazione Internazionale di Ricerca sull'Entanglement in Medicina e in Psicologia ha promosso:

## Congresso Internazionale Entanglement, Mente, Spiritualità e processi di guarigione

Presenti tra gli altri:

- Amit Goswami, fisico, Univ. Oregon
- Luc Montagnier, Premio Nobel per la Medicina 2008
- Emilio Del Giudice, Fisico, Primo Ricercatore INFN (sostenitore della fusione fredda)



**AIREMP**  
Associazione Internazionale di  
Ricerca sull'Entanglement  
in Medicina e in Psicologia



CONGRESSO INTERNAZIONALE  
ENTANGLEMENT, MENTE,  
SPIRITUALITA'  
E PROCESSI DI GUARIGIONE

Bologna 29 e 30 Novembre 2013  
Sala Europa Fiera  
Palazzo Dei Congressi  
Piazza Costituzione 4 a, 40128 Bologna

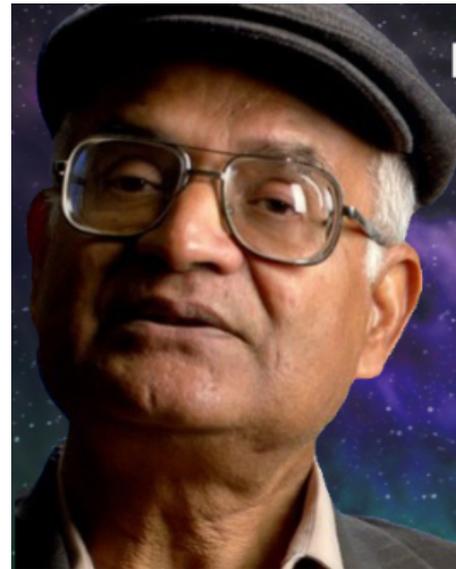


"Amit Goswami is one of those rare jewels in the pantheon of quantum physics . . . I am deeply indebted to him." —DEEPAK CHOPRA, author of *You Are the Universe*

# The Every thing Answer Book

HOW QUANTUM SCIENCE EXPLAINS  
**LOVE, DEATH**  
AND THE MEANING OF  
**LIFE**

AMIT GOSWAMI, PHD



## Living Quantum Spirituality

### The Journey to Quantum Enlightenment

Online with  
Amit Goswami, Ph.D.

Nov. 4 - Dec. 3, 2017



Gyandev McCord   Dr. Shantl Rubenstone   Dr. Amit Goswami   Joseph Selbie   Dr. Peter Van Houten

## Intersections of Science and Spirituality

November 17-19, 2017—In-Person or Online Symposium

### The Science Behind Meditation Symposium

*How Meditation Can Change You—and the World*

A deeper understanding of meditation: what actually happens physiologically, neurologically, metabolically, genetically, energetically, and quantum physically.

[expandinglight.org](http://expandinglight.org)   530.478.7518

# Di chi fidarsi?

- Meglio fidarsi di **esperti della materia** che di chi si **improvvisa** tale
  - **Anche gli esperti possono sbagliare**, ma è difficile che molti esperti sbaglino contemporaneamente!
- **Attenzione!** Un esperto in un campo non è necessariamente competente in altri campi!



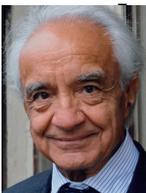
Luc Montagnier, Nobel per la medicina 2008, sostiene la **memoria dell'acqua** come fondamento dell'omeopatia

<https://youtu.be/R8VvUsVOic0>



Brian Josephson, Nobel per la fisica 1973, è sostenitore del **paranormale**

<https://www.theguardian.com/uk/2001/sep/30/robinmckie.theobserver>



Antonino Zichichi ha criticato **l'evoluzione di Darwin** e negato **l'impatto dell'uomo sul riscaldamento globale**

<https://scienze.fanpage.it/il-cambiamento-climatico-un-invenzione-e-tra-gli-scienziati-dissenziati-c-e-anche-zichichi/>



# Come valutare le fonti?

- Ci sono **pubblicazioni scientifiche** a supporto?
- Che **affidabilità** hanno le riviste su cui sono pubblicate?
- Anche le pubblicazioni possono sbagliare...
  - ...ma in genere errori evidenti sono corretti da studi successivi
  - ... o addirittura ci sono frodi: **Lancet ritirò lo studio del 1998 di Andrew Wakefield che aveva falsificato i dati per dimostrare connessione tra autismo e vaccini.**

## NeuroQuantology

An Interdisciplinary Journal of Neuroscience and Quantum Physics

Home About Login Register Search Current Archives Announcements Books For Review Editorial Board For Authors Submit Now! Browse By Sections Popular Articles Statistics

Home > Vol 14, No 3 (2016) > Tressoldi

DOI: 10.14704/nq.2016.14.3.906

### Can Our Minds Emit Light at 7300 km Distance? A Pre-Registered Confirmatory Experiment of Mental Entanglement with a Photomultiplier

Patrizio Tressoldi, Luciano Pedersoli, Marzio Matteoli, Elena Prati, John G. Kruth

#### Abstract

With this pre-registered confirmatory study, we aimed at replicating the findings observed in two previous experiments where the focused mental entanglement (ME) with a photomultiplier located approximately 7300 km far from the location of a small group of selected participants, showed an increase in the number of photons with respect to the control periods. In particular, we aimed at replicating the increase of approximately 5% of photons detected in the ME periods with respect to the control periods in the bursts of photons exceeding six standard deviations from their mean. The results observed in this study confirmed this increase replicating what observed in the two previous experiments. We discuss the characteristics of these photons which energy is estimated in approximately 65 eV at 788 THz and how ME can generate them at distance.

#### Keywords

mental entanglement; photons; Generalized Quantum Theory; photomultiplier

249°/259 (2016) giornale di neuroscienze per impact factor (0.586), che scende a 0.191 se si escludono le autocitazioni

<https://www.neuroquantology.com/index.php/journal/article/view/906>

Approfondimenti sul sito dell'Univ. di Padova:

<http://dog.unid.it/en/soc>



Send Orders for Reprints to [reprints@benliham-science.it](mailto:reprints@benliham-science.it)

Current Topics in Medicinal Chemistry, 2015, 15, 559-571

559

## Permanent Dissipative Structures in Water: The Matrix of Life? Experimental Evidences and their Quantum Origin

V. Elia<sup>1,2\*</sup>, R. Germano<sup>2</sup> and E. Napoli

<sup>1</sup>Department of Chemical Sciences, University of Naples "Federico II" Complesso Universitario Monte Sante Angeli, Via Cintia 80126, Naples, Italy; <sup>2</sup>PROMETE Srl, CNR Spin off, Via Buongiovanni, 49 - 80046 San Giorgio a Cromano (NA), Italy



Vittorio Elia

**Abstract:** This paper presents a short review of the evidence - both experimental and theoretical - of the formation of dissipative structures in liquid water induced by three kinds of physical perturbations having a low energy content: extremely diluted solution (EDS), iteratively filtered water (IFW), and iteratively nanofiltered water (INW). Particular attention is devoted to the very recent discovery that such structures are irresoundably persistent even in the solid phase: large ponderal quantities of supramolecular aggregates of water (with each nucleus hundreds of nanometers in size) have been observed - at ambient pressure and temperature - using easily-reproducible experimental methods. The nature of these dissipative structures is analyzed and explained in terms of the thermodynamics of far-from-equilibrium systems and irreversible processes, showing their spontaneous quantum origin. Are these kinds of structures the matrix itself of life?

**Keywords:** Dissipative structures, Fractals, Low energy coherent systems, QED, Water.

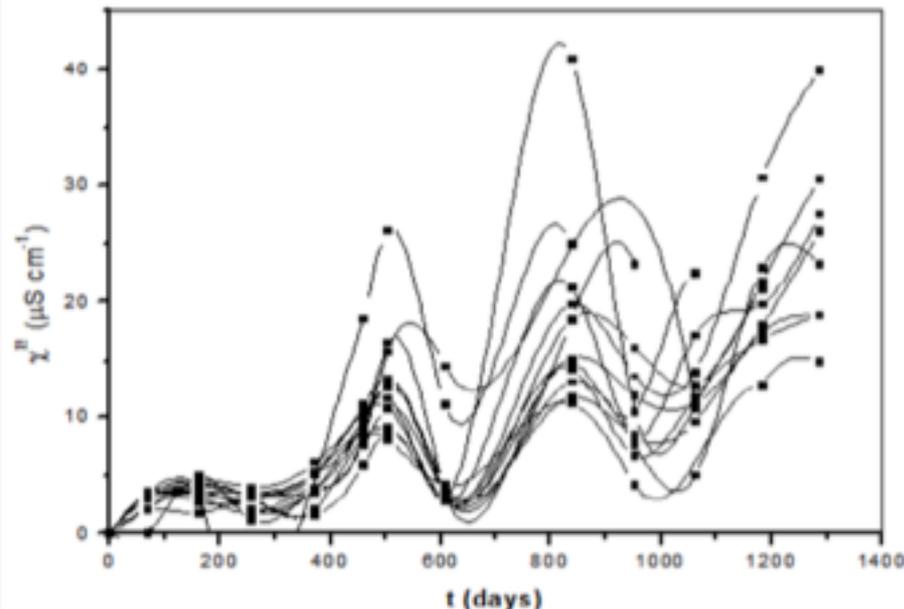
### INTRODUCTION

Water exhibits many properties that make it an ideal - and possibly even irreplaceable - substrate for life. For many years, it was believed that the structure of liquid water resulted from the properties of its hydrogen-bond network: a collection of almost totally independent molecules held together by weak electrostatic bonds. This is not a dynamical explanation, but rather an "a posteriori" observation, or an electrostatic model. However, experimental observations by biologists of the properties of water close to the cell membrane suggest that two forms of molecular organization of water coexist as microdomains, from tens to hundreds of Angstrom in size, throughout the liquid temperature range, as calculated by quantum electrodynamics (QED) [1-3]. What is more, many experimental findings are deeply incompatible with the simplistic model of a liquid as merely a "denser gas". More than half a century ago, the Hungarian physiologist Albert Szent-Gyorgyi had already noted [4] the large number (175) of papers on water hydrating hydrophilic surfaces published between 1947 and 1957, which all clearly showed that the hydrating water region can be tens or hundreds of molecule-layers deep, rather than just a few molecules deep, as conventionally supposed by physicists and chemists on the basis of the electrostatic interactions. The effect was revealed by observing that the limescence of many kinds of dyes, when dissolved in water, alters a great deal depending on different surface polarization states. By interpreting these experiments, Albert Szent-Gyorgyi

suggested that the "more organized" interfacial water was able to support longer-lasting electronic excitations, possibly having a principal role in energy transfer near cell surfaces, where water displays a liquid-crystal like behavior - as the founder of the International Liquid Crystal Society, Sivaramakrishna Chandrasekhar, pointed out [5].

More recently, these experimental findings have been corroborated by Gerald Pollack and his research group [6]. Using microspheres and dyes as probes, they showed that, on hydrophilic surfaces, a clearly "distinct" layer of water appears, measuring hundreds of microns (or even up to half a millimeter) in depth, where dyes and other solutes cannot penetrate, which they called the "Exclusion Zone" (EZ). This EZ water was also found to be more viscous than "bulk water" and to easily release electrons, as a result of which EZ water has a non-negligible (up to hundreds of millivolts) redox potential as compared to bulk water. In a certain sense, EZ water is a reducing species, whereas normal water is an oxidant, and a non-negligible electric current in the order of microamperes (and with power in the order of microwatts) can be easily extracted by exploiting this net asymmetry that is generated within water. This is the case even when working with pure double distilled water, which demonstrates without question - as a not - unimportant "corollary" - that a non-ionic electric transport phenomenon occurs in liquid water, as recently reported by our group [7-9]. Finally, it is worth mentioning a recent (July 2013) work concerning "modified" liquid water [10], which showed experimentally, by X-ray Compton scattering, that electrons and protons of nanoconfined water (in Naflon®) are in a distinctly different quantum state from those of bulk water. It is thus very conceivable that, following a local quantum state modification, some new kind of collective equilibria may be reached that

\*Address correspondence to this author at the Department of Chemical Sciences, University of Naples "Federico II" Complesso Universitario Monte Sante Angeli, Via Cintia 80126, Naples, Italy; Tel.: +39 081 554811; E-mail: [vgermano@promete.it](mailto:vgermano@promete.it)



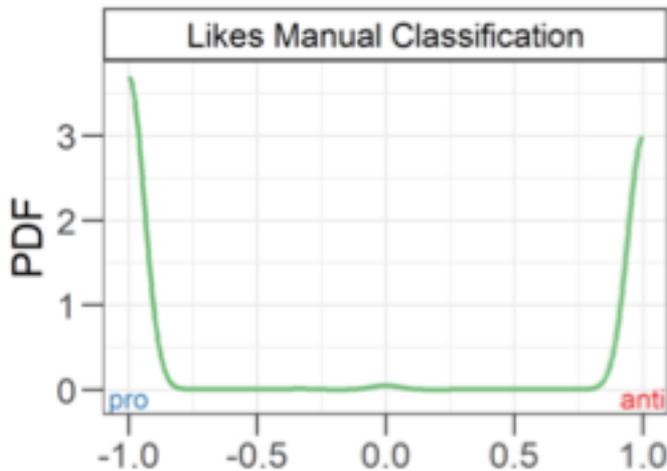
**Fig. (1).** Specific excess conductivity,  $\chi^E$ , vs. the samples ageing,  $t$ . Each curve describes the temporal evolution of Arnica Montana (AM) samples in homeopathic dilutions prepared from the same mother tincture. There is no specific correlation between the  $\chi^E$  behaviour and the degree of dilution (CH) of the samples. [20].

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25714383>  
Impact factor: 2.561 (2.848 a 5 anni)

# Vaccini e social media

- Polarizzazione degli utenti dei social media in “fazioni” che raramente comunicano al loro esterno (**echo-chambers**)
- Gli utenti trovano **continua conferma nei propri pregiudizi** perché le notizie, anche false, sono proposte selettivamente dai social in base alle convinzioni preesistenti

«Dove c'è complessità e incertezza si cerca semplificazione e sicurezza. Tutto si riduce ad un gran polverone rimuovendo il fatto che il gap è semplicemente incolmabile. Post-truth forse è solo l'emergere dell'essere umano nella sua più profonda esigenza di voler essere libero di credere.»



$$\rho = \frac{\#like\ anti - \#like\ pro}{\#like\ anti + \#like\ pro}$$



**Vaccini: Liberi di Scegliere**  
December 8, 2017 · €

Ci toccherà tradurlo dall'inglese per Mister Ovatta Burioni e Miss Senz'ago Lorenzin.  
La FDA ammette che vaccini possano causare autismo.



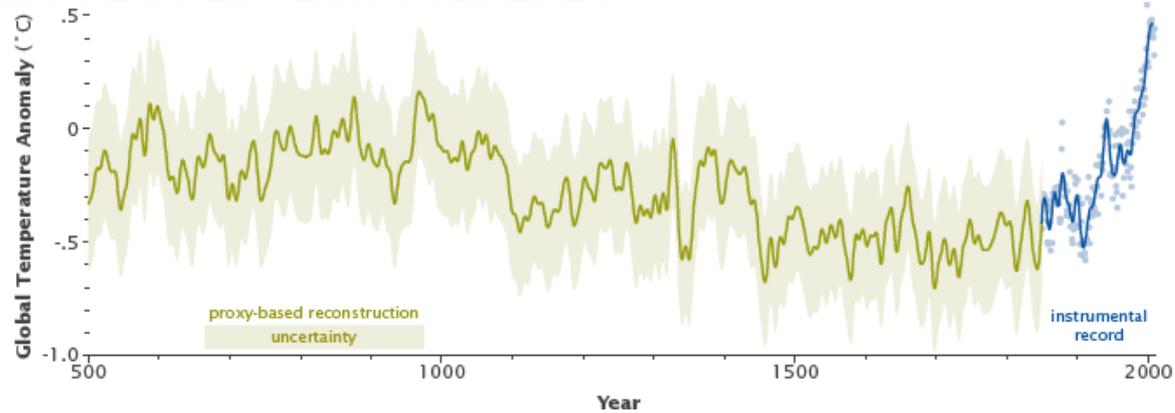
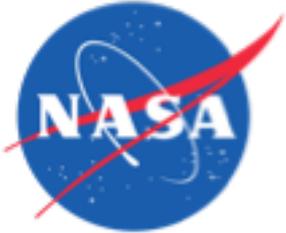
**FDA Announced That Vaccines Are Causing Autism!**

**FDA Announced That Vaccines Are Causing Autism!**  
The FDA has published conclusive proof on their website that the DTap vaccine can cause autism. According to the FDA's online Biologics Blood Vaccines document, a vaccine manufacturer admits on its package insert that their...  
INSHAPETODAY.COM

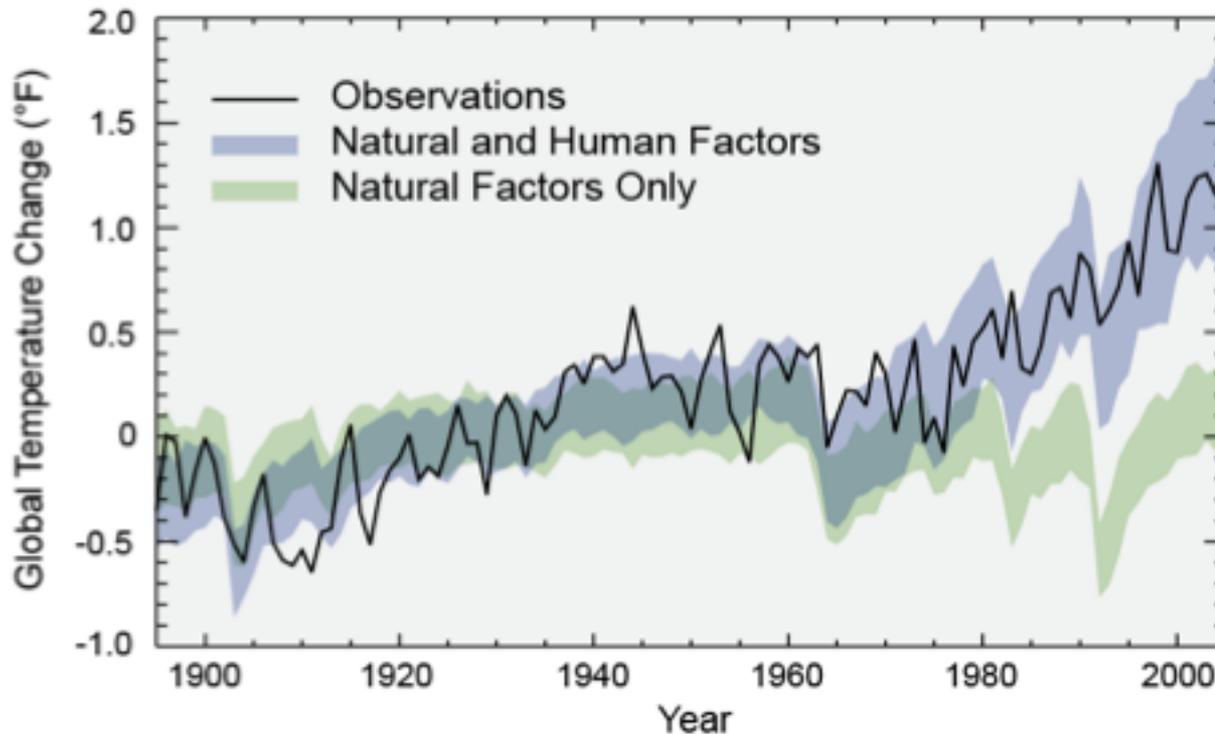
Like Comment Share

W. Quattrociochi *et al.*, 9-1-2018  
Polarization of the Vaccination Debate on Facebook  
<https://arxiv.org/abs/1801.02903>  
Samidh Chakrabarti, product manager at Facebook  
<https://newsroom.fb.com/news/2018/01/effect-social-media-democracy/>

# Cambiamenti climatici



Separating Human and Natural Influences on Climate



<https://archive.epa.gov/epa/climate-change-science/causes-climate-change.html>  
<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/>

# Scienza e responsabilità

- Le azioni umane hanno sempre maggior **impatto sul pianeta**
- È irresponsabile prendere decisioni senza essere in grado di prevederne l'**impatto su scala globale e sul lungo tempo**
- **Screditare la scienza** dà ai politici più libertà di manovra verso **scelte irresponsabili** che danneggiano molti a vantaggio di pochi
- **Il rischio è che le prossime generazioni avranno un mondo dove non vale la pena di vivere**



- L'umanità ha sviluppato un **metodo** che **funziona** per comprendere il mondo e che ha prodotto i più grandi **cambiamenti** dell'umanità
- Il pensiero scientifico si è evoluto per **secoli**, a partire da astrologia, alchimia, magia e altre **credenze irrazionali**
- Lo **spirito critico** dettato dal metodo scientifico permette di prendere decisioni basate sull'evidenza e a ridurre i rischi dovuti a valutazioni irrazionali, anche in contraddizione con quello che pensa la maggioranza, o qualche guru carismatico
- **Tutto questo sta diventando e diventerà sempre più importante**

*In sostanza:*

**la cultura scientifica  
aiuta a vivere meglio  
e dovrebbe diventare  
patrimonio di tutti**

