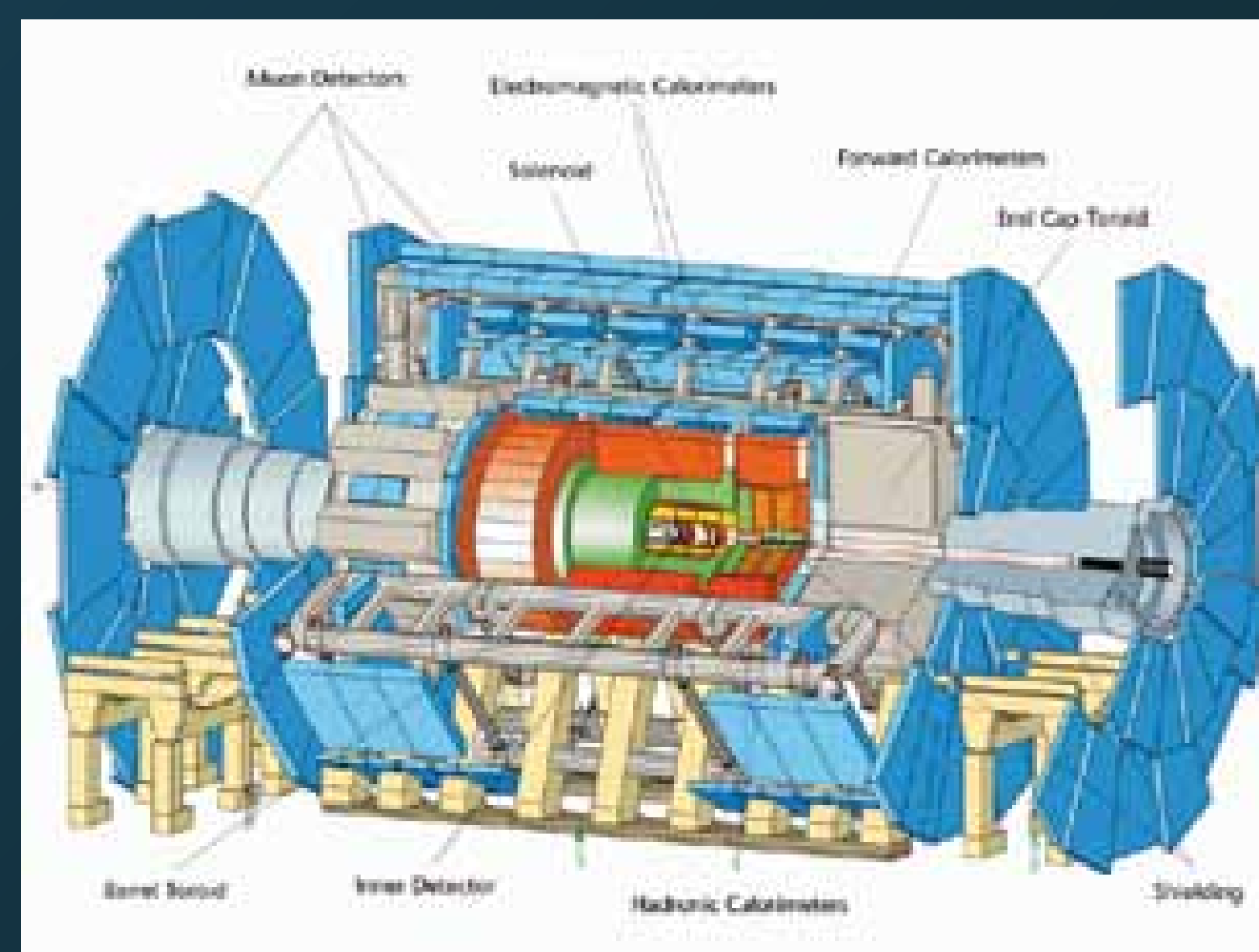


ATLAS, uno dei quattro grandi rivelatori che operano all'acceleratore LHC, ha una struttura a cipolla, formata da sotto-rivelatori che permettono di acquisire informazioni complementari sulle particelle che li attraversano. Nella parte più interna le traiettorie delle particelle cariche vengono curvate

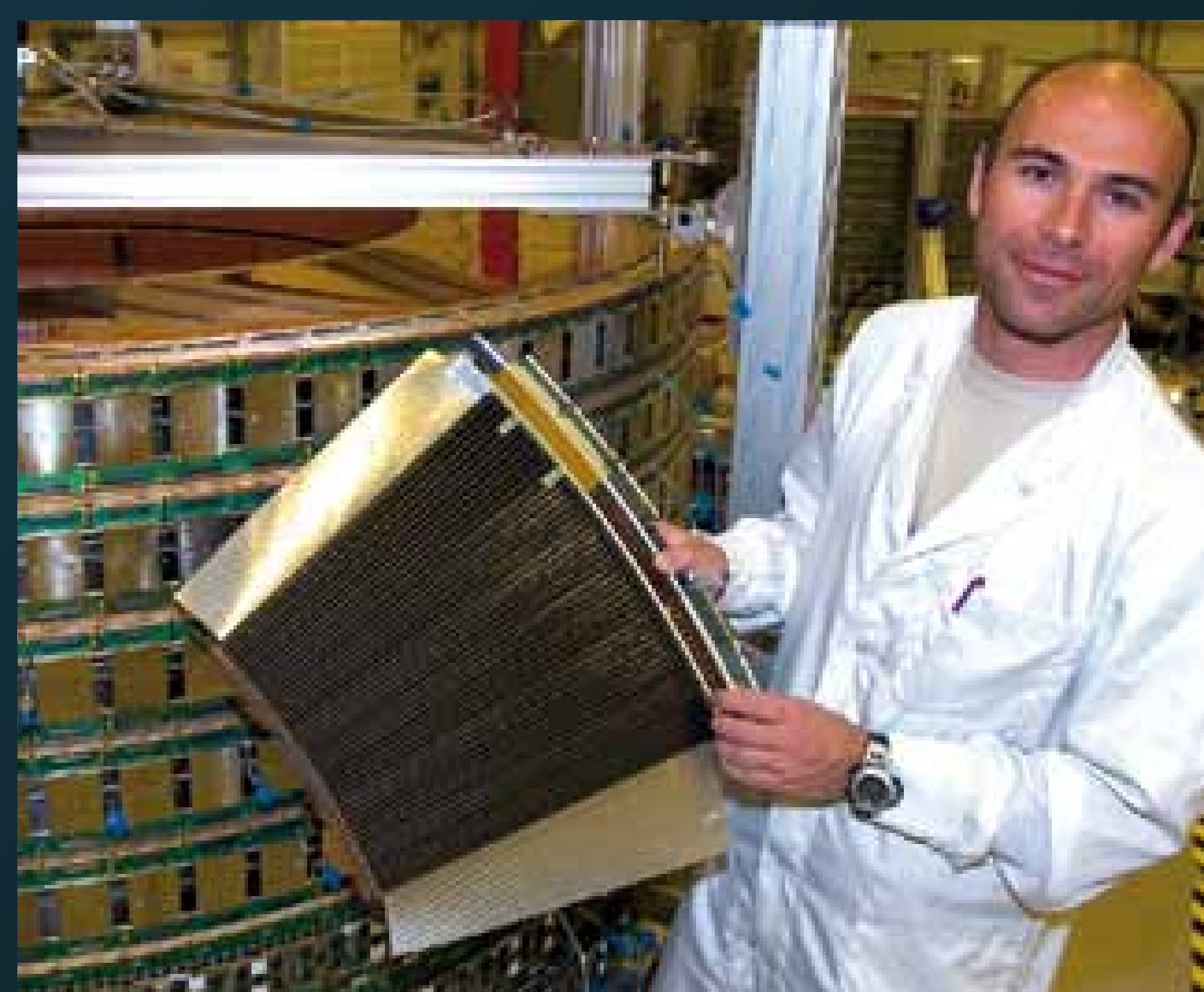


da un campo magnetico e misurate nei diversi strati di rivelatore che formano il **tracciatore**. Dopo il tracciatore si trovano i **calorimetri**, che permettono di misurare l'energia delle particelle assorbendole completamente. Infine si trova il sistema dedicato alla misura dei **muoni** che, essendo particelle molto penetranti, attraversano tutto il rivelatore senza essere assorbiti. Un sofisticato sistema di trigger, che coinvolge tutti i sotto-rivelatori di ATLAS, permette di selezionare già a livello di raccolta dei dati solo eventi potenzialmente interessanti.

## MODULO DEL RIVELATORE A PIXEL

Il rivelatore TRT costituisce la parte più esterna del tracciatore, in cui le particelle cariche vengono rivelate tramite la radiazione che emettono al passaggio dell'interfaccia fra mezzi con indice di rifrazione diverso, in questo caso nel passaggio attraverso fogli o fibre di polipropilene. La radiazione emessa viene rivelata da dispositivi a gas a forma di cannuccia, detti quindi *straw tube*, del diametro di 4 mm, che forniscono informazioni sul punto di pas-

saggio della particella soltanto nel piano trasverso ai fasci. La precisione in posizione del TRT è inferiore rispetto agli altri elementi del tracciatore, ma viene compensata dal grande numero di rivelazioni fatte, in media 36 per traccia. Inoltre, poiché gli elettroni irraggiano più degli adroni nel passaggio attraverso il rivelatore, il rivelatore TRT permette di ottenere informazioni sull'identità delle particelle.



## SETTORE DEL RIVELATORE TRT

Il rivelatore a pixel si trova nella parte più interna del tracciatore di ATLAS, dove le tracce lasciate dalle particelle cariche che originano dal punto di collisione vengono rivelate con la precisione di 5 millesimi di millimetro. Il rivelatore a pixel è costituito da 1740 unità di base, dette moduli, disposte su tre strati. Ogni modulo, è costituito da un rivelatore al silicio, seg-

mentato in 46080 pixel, di dimensioni 50x400 millesimi di millimetro, interconnesse tramite goccioline di metallo a 16 chip di elettronica di lettura. Ogni pixel permette di raccogliere la carica dovuta alla ionizzazione della particella che lo ha attraversato, fornendo così l'informazione sulla posizione che viene usata nella ricostruzione delle traiettorie.

## MODULO DEL RIVELATORE A PIXEL

Il calorimetro elettromagnetico è dedicato alla misura dell'energia di elettroni e fotoni.

Le particelle entrando nel calorimetro interagiscono con gli strati di piombo e acciaio inossidabile, producendo una cascata di particelle secondarie che viene assorbita all'interno del rivelatore.

Tra gli strati di assorbitore è presente Argon liquido a -185 °C che viene ionizzato dal passaggio di particelle cariche. La carica elettrica viene raccolta da elettrodi di

rame; la geometria "a fisarmonica" del rivelatore permette di usare gli elettrodi anche per estrarre il segnale. Vengono così eliminati punti ciechi che verrebbero introdotti se gli elettrodi fossero paralleli all'asse dei fasci e fosse necessario un cavo per estrarre il segnale.

Il calorimetro è alloggiato all'interno di criostati, per cui i cavi per la lettura del segnale e i cavi di alta tensione devono essere portati fuori dai criostati attraverso particolari dispositivi, detti *feed-through*.







*indivisibile*

---

“Non so cosa penserà il mondo di me. A me sembra di essere stato solo un fanciullo che gioca sulla riva del mare e si diverte a trovare ogni tanto un sassolino un po' levigato o una conchiglia un po' più graziosa del solito, mentre il grande oceano della verità si stende inesplorato dinanzi a me”

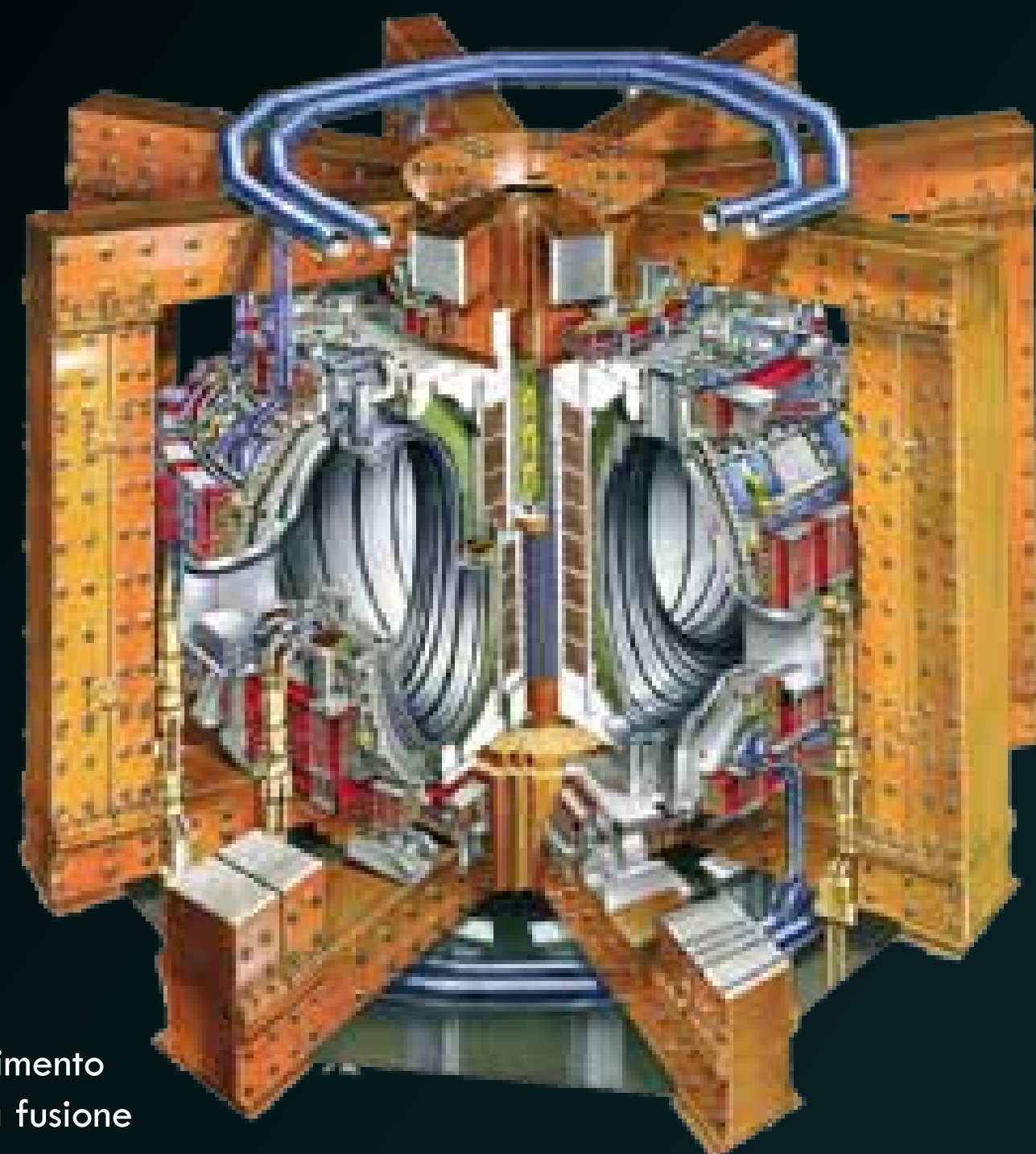
*Isaac Newton*



# DA DEMOCRITO AI QUARK, PASSANDO PER RUTHERFORD

**A**bbiamo ripercorso le tappe di una scoperta fondamentale: la materia è costituita da atomi, e questi a loro volta hanno una struttura nucleare. Le cose stanno proprio così: oggi l'evidenza è inoppugnabile.

Ciò non significa affatto che abbiamo capito tutto dell'atomo e del suo nucleo. Al contrario, proprio la crescente certezza dell'esistenza di queste strutture, ha ripetutamente aperto la strada a nuove domande e a scoperte sorprendenti, da Rutherford ad oggi.



JET:  
esperimento  
per la fusione  
nucleare

Così quel particolare oggetto della natura che chiamiamo "atomo" ci è apparso sempre più reale e decisivo, e nel contempo sempre più misterioso: ha mutato il suo volto da "indivisibile" a "divisibile", da "oggetto compatto" a "campo di forze".

Con logica sperimentale analoga a quella usata cent'anni fa da Rutherford, e con tecnologie sempre più sofisticate, i fisici hanno esplorato la materia fino a profondità estreme, arrivando a svelare la struttura dei nuclei atomici stessi. Ciò ha messo nelle mani di noi uomini del XXI secolo gravi responsabilità, così come la straordinaria prospettiva di avere a disposizione, un domani, la stessa forma di energia che tiene accesi il Sole e le stelle.

## ATOMO *indivisibile?*



*Domande e  
certezze nella scienza*



**L**a vicenda di Rutherford e dei suoi successori dimostra che l'uomo, attraverso la scienza, ha la possibilità di diventare certo di "qualcosa".

L'azione del ricercatore si basa su un'intuizione di fondo che precede ogni certezza particolare: il fatto che la realtà è data e la sorpresa - sempre rinnovata - che essa è conoscibile.

E' questa convinzione profonda che ci abilita a porre nuove domande, a concepire esperimenti, a formulare ipotesi ardite, a dialogare con la natura. Per questo ci mettiamo in ascolto di ciò che altri prima di noi hanno conosciuto, ci inseriamo in una tradizione di conoscenza, in una condivisione che talvolta arriva fino all'amicizia.

E così quella "certezza che viene prima" si rafforza: diventiamo più certi e stupiti della conoscibilità del reale. E aumenta la nostra fiducia nel metodo scientifico e nel linguaggio matematico, che si dimostrano sorprendentemente adeguati al nostro dialogo con la natura.

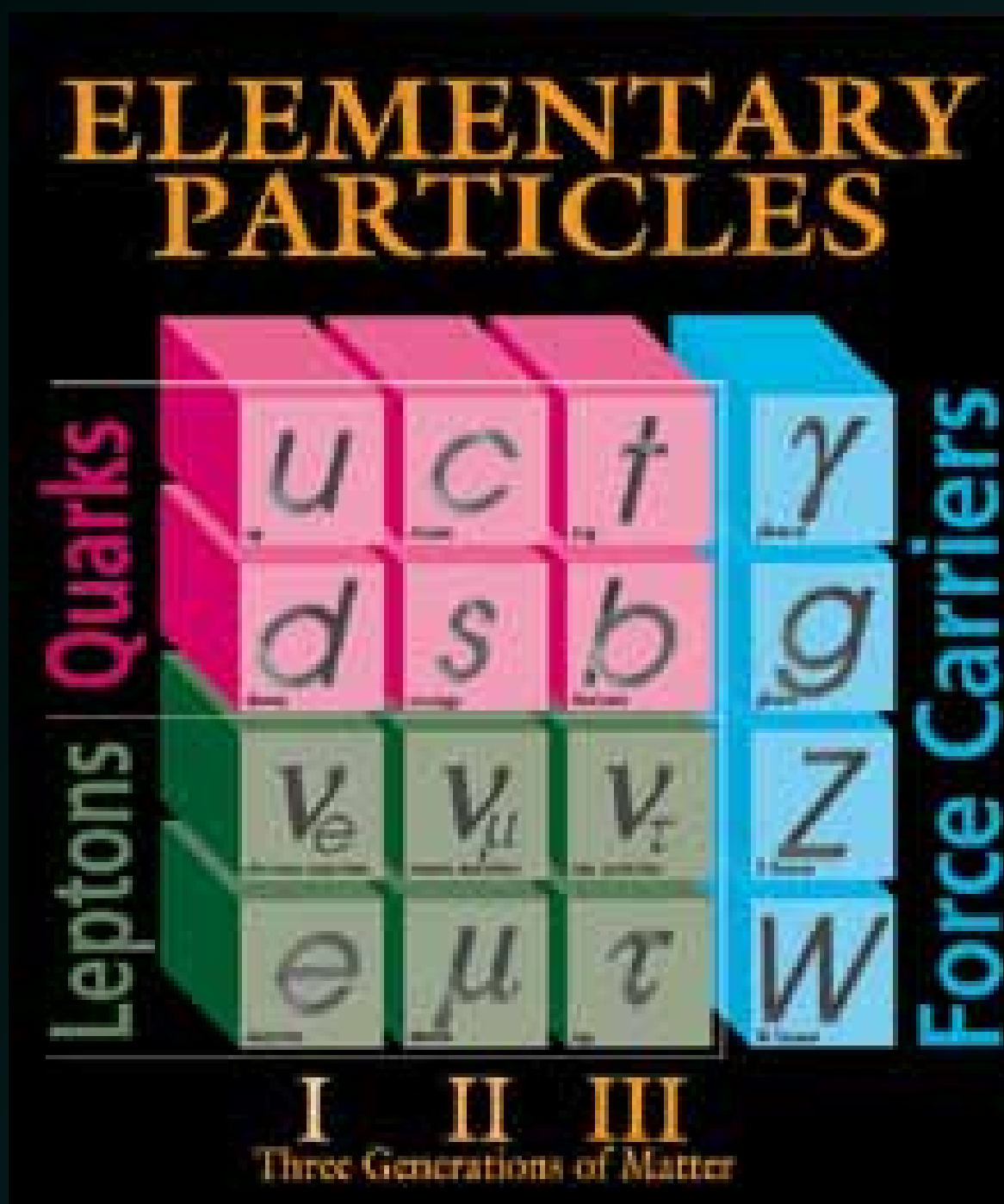
## LA CERTEZZA POSSIBILE



# LA TRAMA DEGLI INDIZI

**L**e risposte arrivano: lentamente, nel tempo. Al termine di un lungo cammino, talvolta tortuoso. In alcuni casi, come per Rutherford, si giunge a veri e propri “punti di non ritorno”. Arrivare a delineare in modo stabile certi tratti del mondo fisico (l'esistenza di atomi e nuclei, così come tante altre cose: la forma rotonda della Terra, l'irreversibilità della produzione del calore, l'espansione dell'Universo...) non è l'esito di un automatismo. Non sono i puri dati sperimentali a costituire il “risultato”: essi sono una trama di indizi, di “segni” che indicano qualcosa oltre se stessi. La scoperta di Rutherford non fu il semplice conteggio dei rimbalzi, ma riconoscere ciò che essi indicavano.

C'è sempre un “salto di qualità” tra l'insieme dei dati e il diventare certi di qualche cosa.



Così nel tempo, l'accumularsi di osservazioni, esperimenti, sviluppi teorici, e la loro condivisione tra gli scienziati, costruiscono una rete sempre più robusta di fattori convergenti su un punto sintetico.

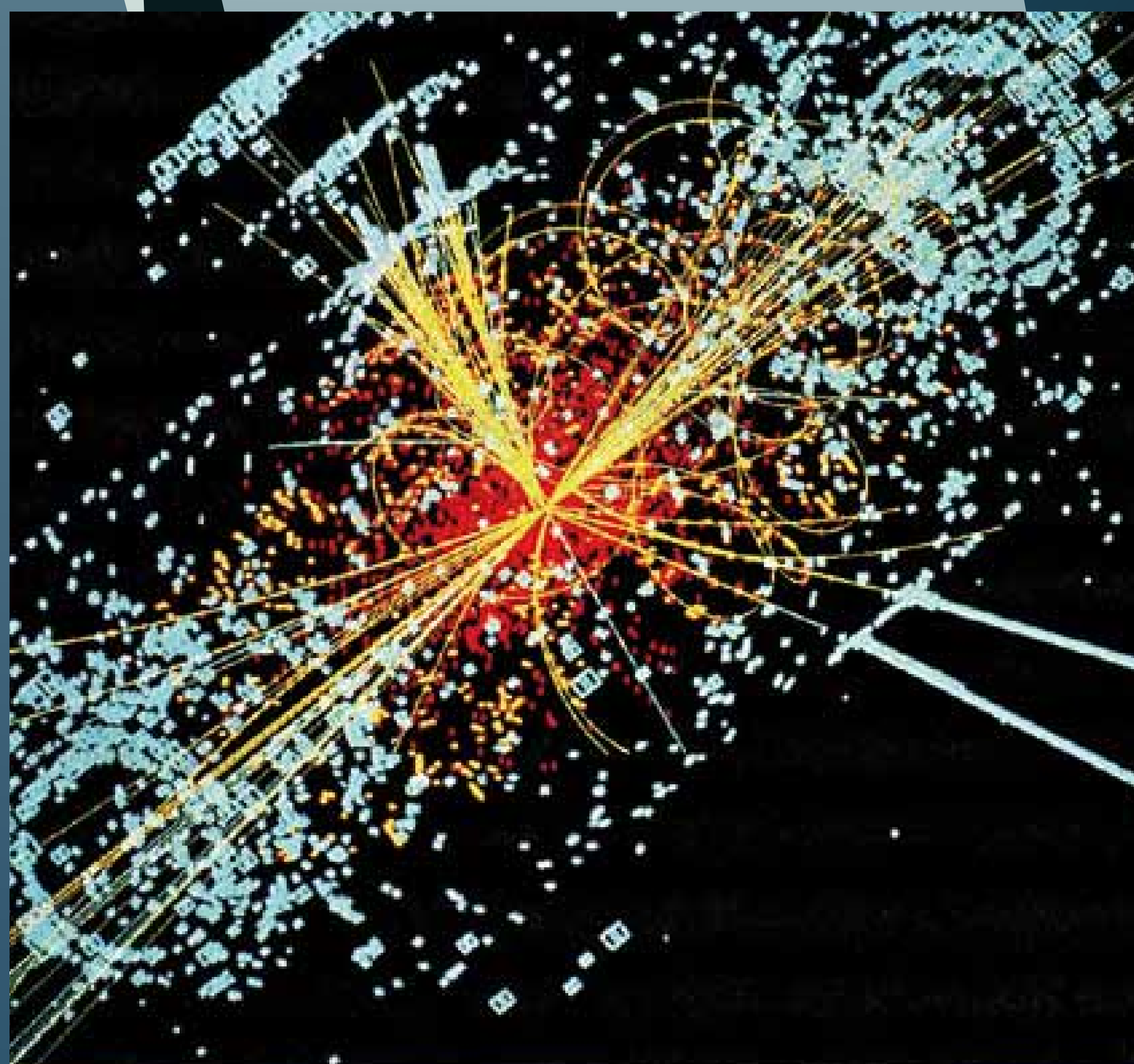
Finché, ad un certo momento, diventa irragionevole dubitarne.

# ATOMO *indivisibile?*



“Ciò che nell’età moderna andò perduto non fu, naturalmente, la capacità di verità, di realtà, di fede né la concomitante inevitabile accettazione della testimonianza dei sensi e della ragione, ma la certezza che prima le accompagnava”.

Hannah Arendt



Il tema della certezza nella conoscenza scientifica mette in discussione la concezione di ragione che tacitamente ciascuno assume, e svela una sorta di schizofrenia di cui a volte soffriamo. Da una parte si ritiene che la scienza detenga lo scettro della certezza: se non è dimostrato scientificamente, si dice, non possiamo esserne certi. Dall'altra, si esalta il dubbio come chiave della mentalità scientifica: non possiamo mai dirci certi di nulla perché domani ci potrebbe essere un esperimento in grado di smentire la nostra ipotesi. Eppure oggi nessun uomo ragionevole dubiterebbe che la materia è strutturata in atomi. Questa certezza non è la conseguenza di una singola dimostrazione, che potrebbe essere smentita, ma dell'accumularsi di indizi, secondo un processo di verifica proprio non solo alla scienza ma a ogni forma di conoscenza.

Ciò dimostra la natura agile e flessibile della ragione umana: un'apertura sul reale secondo tutta la sua strutturale ampiezza. La capacità dell'uomo di acquisire conoscenze certe è un fatto impressionante. Attraverso un cammino fatto di tentativi, smentite, errori, paradossi, contraddizioni, entusiasmi e sconfitte, la conoscenza può giungere alla certezza. La fragilità e complessità del procedere mette ancor più in risalto quanto indomabile e misteriosamente efficace sia quella tensione al vero che abita in noi.

# UNA RAGIONE AMPIA