

● <https://cc3m.infn.it/>



La divulgazione della  
scienza attraverso  
il gioco

Prof. Fabrizio Parodi  
Prof. Carlo Schiavi  
Dott.ssa Livia Soffi





Parleremo di:

- Giochi da tavolo




- Videogiochi



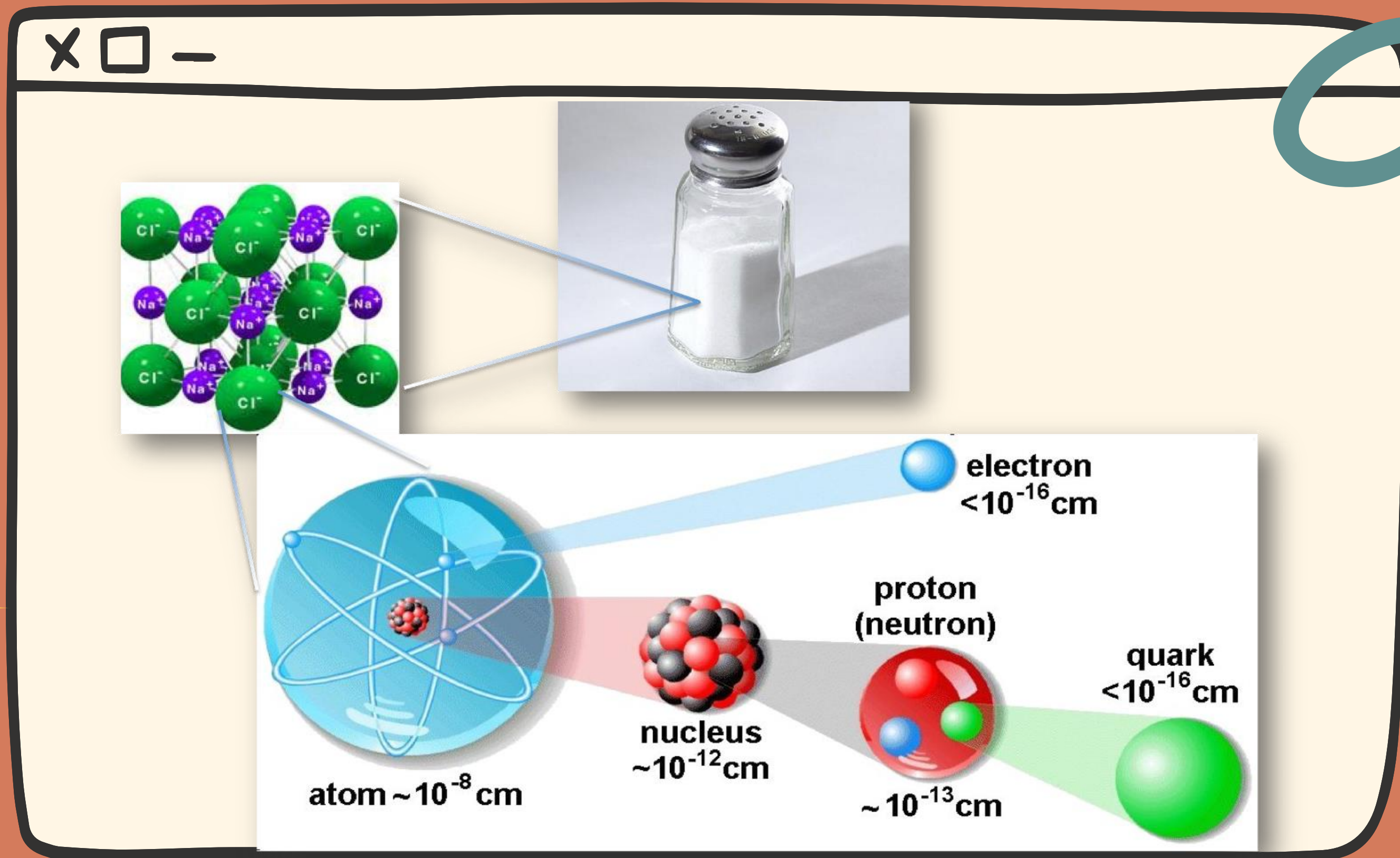
- Escape Room



sviluppati per "raccontare" la ricerca in fisica delle particelle elementari (HEP – High Energy Physics) condotta nei grandi laboratori internazionali tra cui il CERN di Ginevra.



# La fisica delle particelle in un guscio di noce



# Un microscopio potentissimo: il Large Hadron Collider o LHC

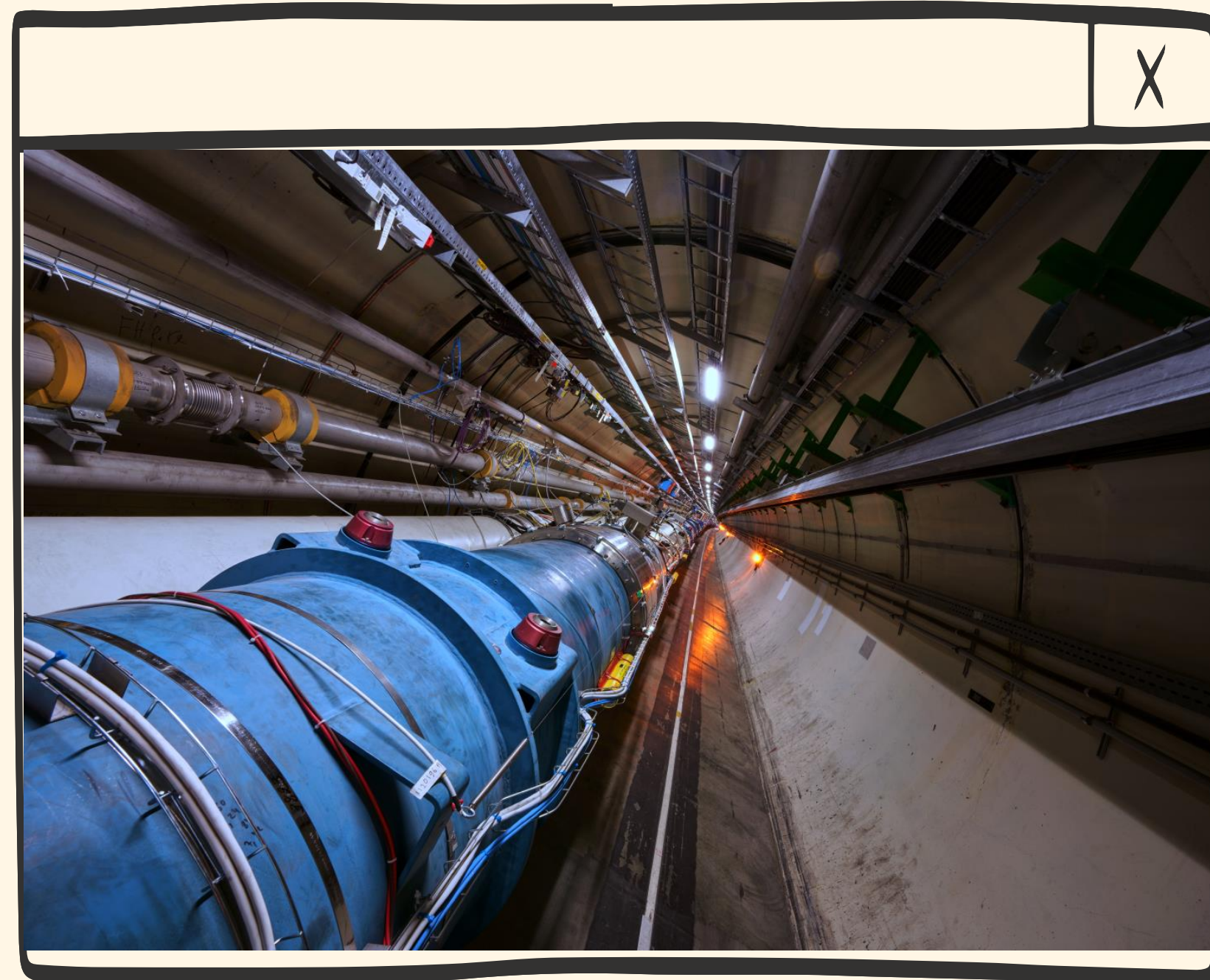
Per guardare una cellula ( $d \sim 10^{-5}$  m) usiamo  
la luce visibile ( $E \sim \text{eV}$ )



$d$  ↘  $E$  ↗

Per esplorare il mondo sub-nucleare  
( $d < 10^{-17}$  m) ci serve una “luce” molto  
energetica ( $E > 10^{12}$  eV):

Il Large Hadron Collider !

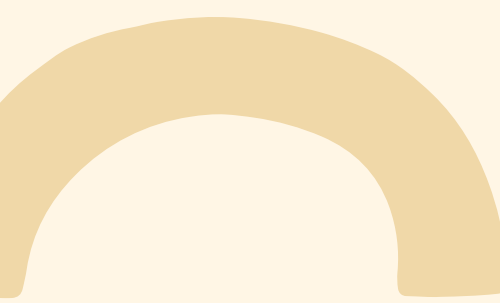


# Perché il gioco?

L'argomento è complesso, basato su conoscenze varie e stratificate: richiederebbe lunghe (e noiose) introduzioni

Il gioco rappresenta uno strumento di simulazione (a cui siamo abituati fin da piccoli) che può avvicinare e incuriosire.

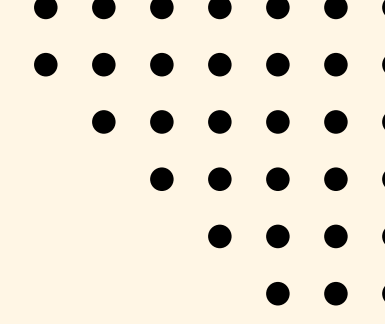
Il gioco sposta il punto di vista dell'utente: da uditore a protagonista

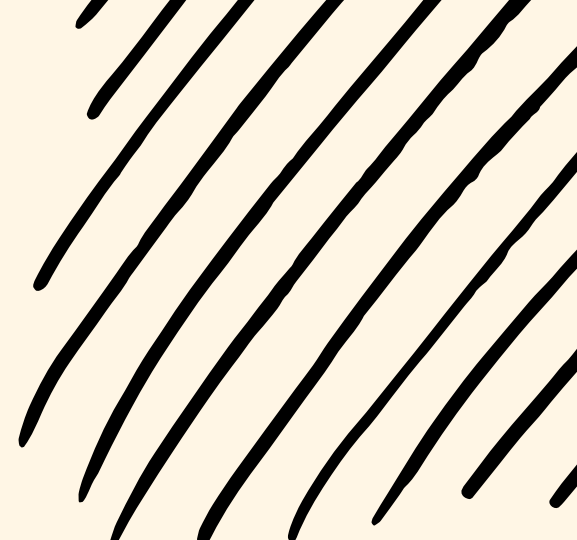
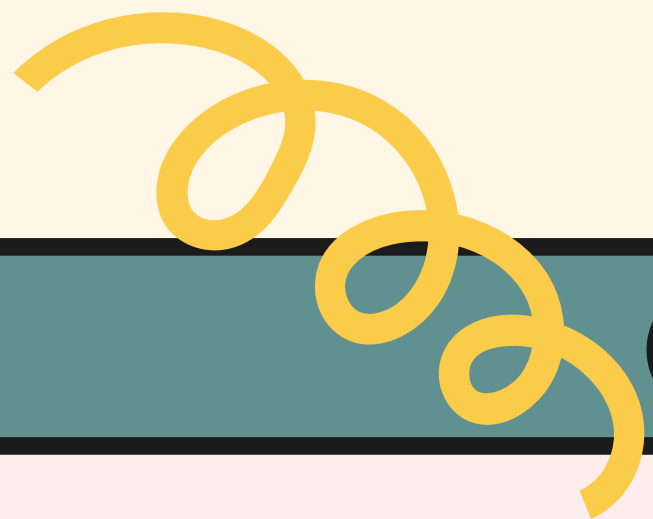
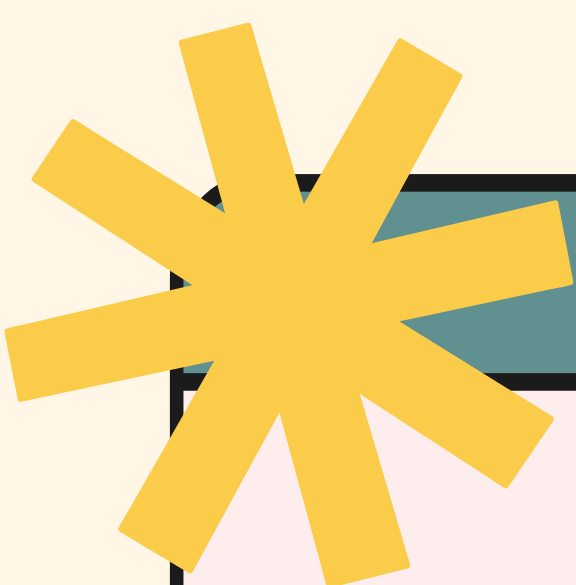


# Un po' di storia

Evoluzione degli strumenti ludici nella comunità HEP italiana



- I "giochi" nascono come intermezzi nei laboratori didattici per "alleggerire".
  - Il CERN ha sviluppato video game e giochi interattivi (sia online che nei suoi spazi di divulgazione).
  - Dal 2022 l'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) partecipa a Modena Play (la maggiore fiera del gioco italiana) con un proprio stand (INFN\_Play) in cui si alternano laboratori classici e giochi (di ruolo, da tavolo, videogiochi, escape room).
  - L'idea è emancipare gli strumenti ludici, rendendoli occasioni di comunicazione autonomi, anche asincrone rispetto agli eventi "classici" di divulgazione.
- 



Giochi da tavolo a tema  
fisica nucleare e delle  
particelle elementari

## Giochi da tavolo a tema scientifico

Due opzioni di sviluppo:

- Riutilizzo di meccaniche di giochi da tavolo noti; i contenuti scientifici costituiscono l'ambientazione
- Sviluppo di giochi "ex novo" in cui le meccaniche siano ispirate a concetti scientifici



# Giochi con meccaniche note

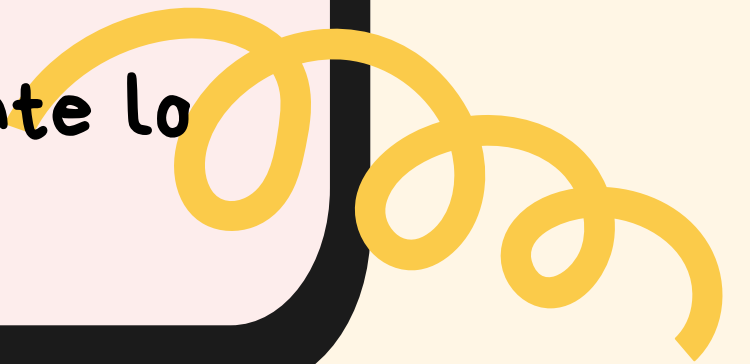


Alcuni esempi di giochi ri-adattati in ambito INFN\_Play

- Gioco dell'oca  $\longrightarrow$  *Gioco dell'oca delle particelle*: viaggio nella realizzazione di un esperimento di fisica delle particelle
- Monopoly  $\longrightarrow$  *Mesopoly*: viaggio nel mondo dei mesoni
- Timeline  $\longrightarrow$  *Cosmic Time Line*: gli eventi sono scoperte scientifiche
- Indovina chi  $\longrightarrow$  *Indovina il radio-nuclide*: identificazioni di elementi radioattivi

**Vantaggi:** il regolamento è spesso già noto

**Svantaggi:** la "localizzazione" scientifica rischia di scomparire durante lo svolgersi del gioco



# Giochi con meccaniche "scientifiche" 000

Le meccaniche si ispirano direttamente ai contenuti scientifici che si intendono comunicare.

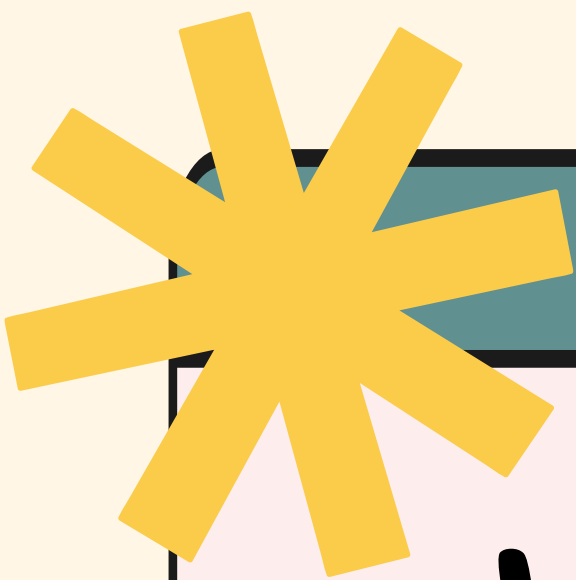
Alcuni esempi:

- *Tutti quantum* (F. Riva, edito da Elvetiq): i "disegni" che i fisici usano per far i calcoli diventano l'elemento chiave di un puzzle game.
- *I primi 20 minuti* (F. Parodi e INFN\_Play: versione beta, presentazione ufficiale al Festival della Scienza 2024): in 20 minuti (o quasi) i giocatori devono sfidarsi per costruire il proprio universo ed arrivare per primi alla formazione del nucleo di elio



**Vantaggi:** Le regole da memorizzare hanno contenuto scientifico

**Svantaggi:** introduzione più complessa (evitando approccio meccanicistico)



000

1 primi 20  
minuti  
A "universe-  
building" game



# Filo conduttore del gioco

I giocatori si sfidano nella costruzione dei primi venti minuti del proprio universo:

- Risorse (particelle) accumulate con il lancio dei dati
- Proprietà dell'universo determinate dalle carte acquisite:
  - ✓ Carte forze fondamentali
  - ✓ Carte potenziamento
  - ✓ Carte interazione (tra universi)
- Energia = moneta per acquisire e attivare le carte
- Scopo del gioco: costruire particelle sempre più pesanti, fino al nucleo di elio (termine del gioco)

# Plancia evoluzione

- In ogni turno ogni giocatore:
  - ✓ riceve energia
  - ✓ popola di particelle il proprio universo con il lancio dei dadi
  - ✓ acquisisce carte che definiscono le caratteristiche del proprio universo

- Tutte le azioni che liberano energia sono possibili senza costo

- A fine partita si sommano i punti associati a ogni particella nel proprio universo. E chi ha più punti vince!

## Turno di Gioco

- Per ogni turno:
  - Acquisizione energia
  - 3 lanci di dadi: dado quark-antiquark (D12) e/o dado elettrone/positrone (D6) in qualsiasi combinazione
  - 3 azioni, tra:
    - \* azioni delle carte
    - \* acquisizione di carte (1 azione per carta, max 2 carte)
- Dal 6° turno: asimmetria materia-antimateria → si lanciano il dado quark (D6) o il dato  $e^+ / e^-$  (D4).
- Dal 8° turno: nucleosintesi → si possono formare D o He

## Fine partita

- Quando uno dei giocatori costruisce un nucleo di He scatta l'ultimo turno.
- Punteggio:

|    |   |                        |
|----|---|------------------------|
| He | D | p/n/ $\bar{p}/\bar{n}$ |
| 7  | 3 | 1                      |

## I PRIMI 20 MINUTI

### Evoluzione del gioco



# Plancia universo

- Sulla propria plancia i giocatori tengono traccia delle particelle presenti e del livello energetico
- Ogni plancia ricorda le "regole" per la creazione del protone, del neutrone e dei nuclei più pesanti
- Sulla plancia mostrata il giocatore ha acquisito un quark up, un quark down un antiquark up ed un elettrone, indicati da un cubetto di legno
- Il livello di energia è anch'esso indicato da un cubetto di legno.

**IL TUO UNIVERSO**  
Quark-Antiquark

|   |   |   |   |   |   |           |           |           |           |           |           |
|---|---|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        |
| u | u | u | d | d | d | $\bar{u}$ | $\bar{u}$ | $\bar{u}$ | $\bar{d}$ | $\bar{d}$ | $\bar{d}$ |

Elettrone-Positrone

|          |          |       |       |       |       |
|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 1        | 2        | 3     | 4     | 5     | 6     |
| $e^-e^+$ | $e^-e^+$ | $e^-$ | $e^-$ | $e^+$ | $e^+$ |

Energia

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

Protoni (p) e neutroni (n)

|   |   |           |           |
|---|---|-----------|-----------|
| p | n | $\bar{p}$ | $\bar{n}$ |
|---|---|-----------|-----------|

$p : uud, n : udd$   
 $\bar{p} : \bar{u}\bar{u}\bar{d}, \bar{n} : \bar{u}\bar{d}\bar{d}$

Deuterio e Elio

|   |    |
|---|----|
| D | He |
|---|----|

$D : pn$  (2E + 1 azione)  
 $He : ppnn$  (7E + 1 azione)  
 $He : DD$  (2E + 1 azione)

Dado extra:

|            |          |   |
|------------|----------|---|
| $q\bar{q}$ | $e^+e^-$ | q |
|------------|----------|---|

Azione extra:

quark di colori diversi

The image shows a wooden board game titled "IL TUO UNIVERSO" (Your Universe) with a space-themed background. It features several tracks for tracking particles and energy. The "Quark-Antiquark" track has 12 slots with colored markers (red, blue, green, yellow) placed in slots 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. The "Elettrone-Positrone" track has 6 slots with markers in slots 1, 2, 3, 4, 5, and 6. The "Energia" track has 11 slots with a marker in slot 3. The "Protoni (p) e neutroni (n)" track has 4 slots. The "Deuterio e Elio" track has 2 slots. The "Dado extra" track has 3 slots. The "Azione extra" track has 1 slot. There are four dice on the board: a 12-sided die (red), a 12-sided die (black), a 12-sided die (orange), and a 12-sided die (purple).

# Carte

Carte forze fondamentali determinano le forze presenti nell'universo



Carte potenziamento permettono di fare più azioni o acquisire più particelle.



Carte interazione possono disturbare lo sviluppo degli universi degli altri giocatori

## Cosa resta ?

Un gioco non è un seminario!

Lo scopo è divertire, incuriosire, trasmettendo pochi messaggi chiari:

- basi dell'evoluzione dell'universo (raffreddamento, comparsa asimmetria materia-antimateria);
- composizione di protoni e neutroni in termini di quark (e di nuclei in termini di protoni e neutroni);
- principali proprietà delle forze fondamentali e ipotesi su questioni non ancora verificate (materia ed energia oscura).

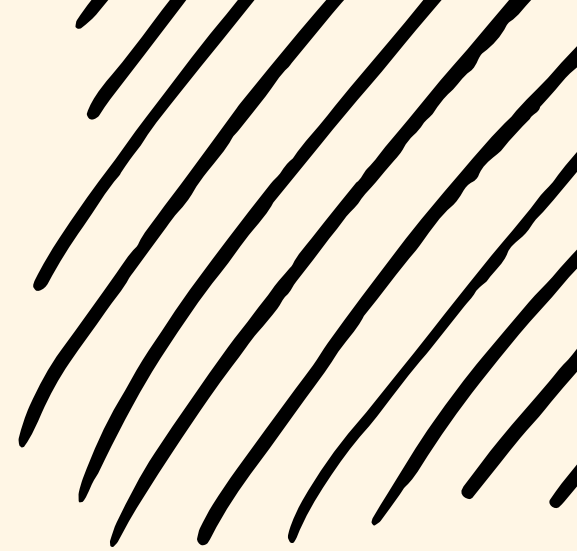
... Se "I primi 20 minuti" vi ha incuriosito venite a provarlo alla Notte Europea dei Ricercatori e al Festival della Scienza 2024.





000

Particle's  
Flying Circus  
un video game sugli  
esperimenti a LHC



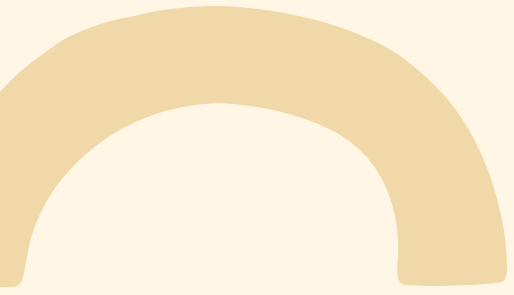
Perché un video game?

È familiare a più generazioni

Stimola e mantiene l'attenzione

È una sfida che spinge a imparare  
per raggiungere un obiettivo

Quale migliore sfida che far funzionare un esperimento?

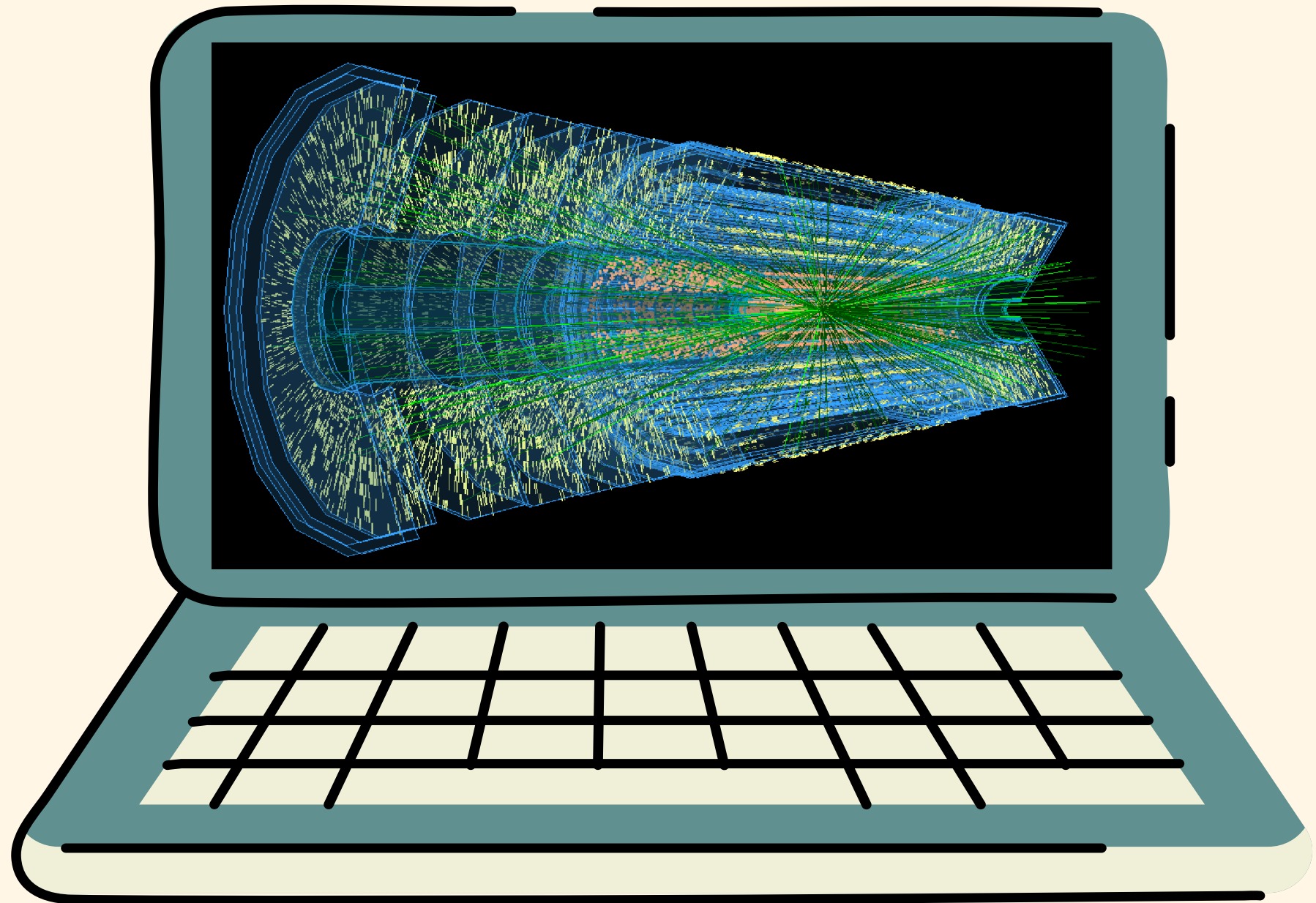


Cosa è difficile in  
un esperimento di  
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



- LHC produce collisioni 40 milioni di volte al secondo, generando miriadi di particelle
- I nostri rivelatori devono saperle vedere tutte!



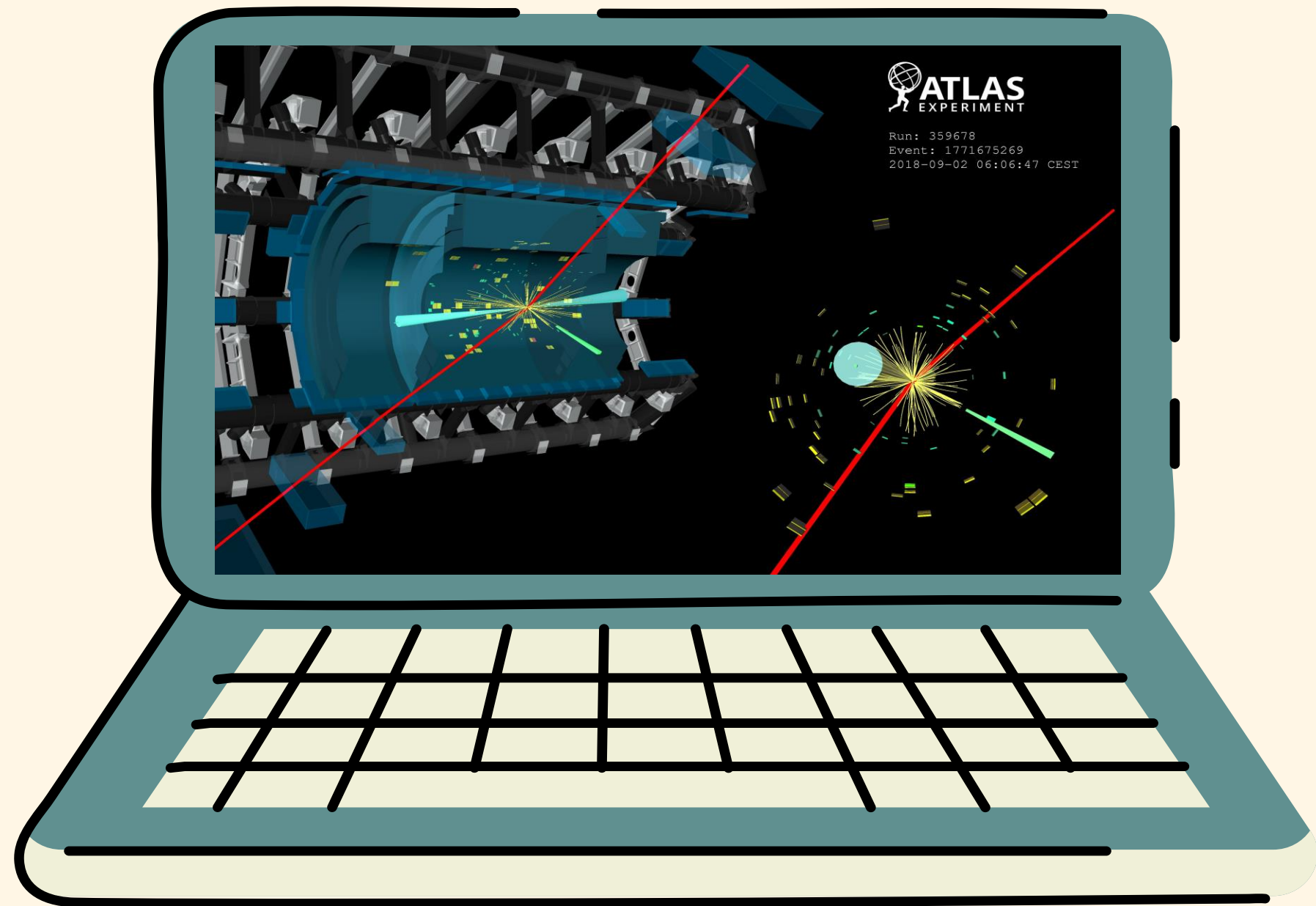
Cosa è difficile in  
un esperimento di  
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



SERVONO RIFLESSI PRONTI!

- Vogliamo salvare solo quelle che ad esempio contengono determinate particelle
- Ci dotiamo di sistemi di selezione velocissimi!



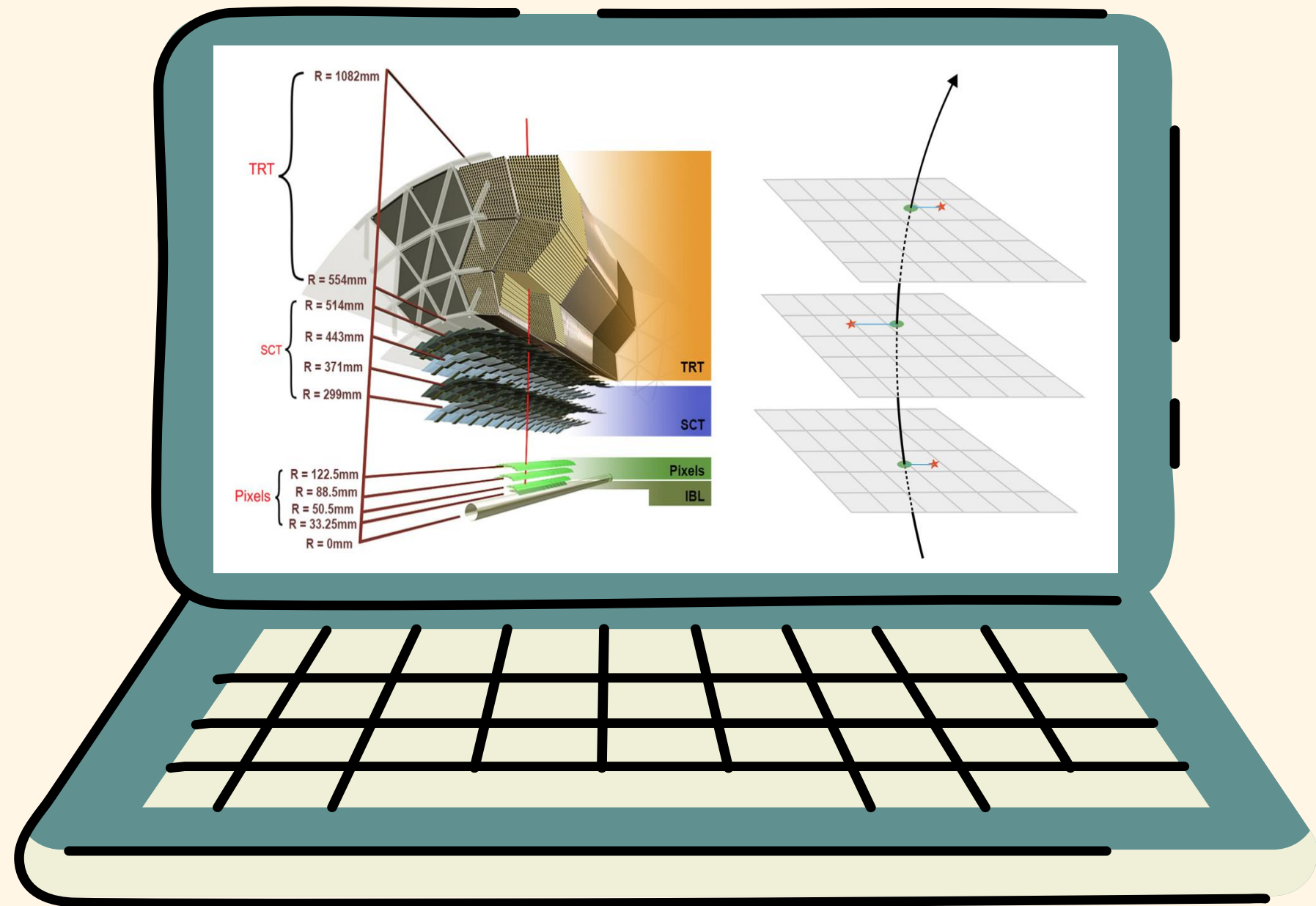
Cosa è difficile in un esperimento di LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



## RICHIEDE PRECISIONE E PAZIENZA!

- I dati dei rivelatori vanno interpretati ricostruendo le particelle prodotte
- Tante informazioni da filtrare e combinare!



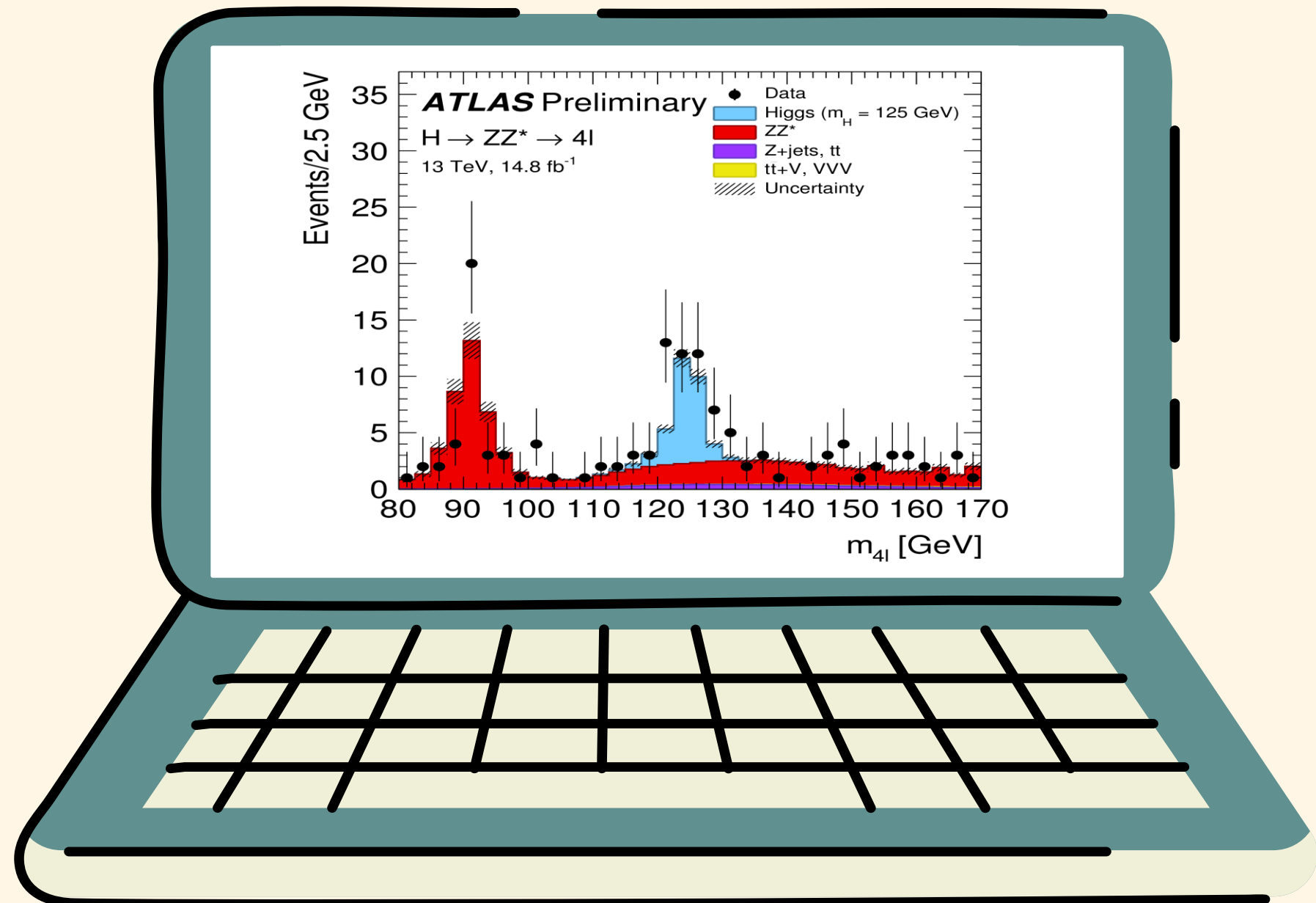
Cosa è difficile in  
un esperimento di  
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



OCCORRE UNIRE TEORIA E PRATICA!

- Ricostruite le particelle, vogliamo fare misure fisiche, combinandone le proprietà
- Confronto statistico fra osservazioni e attese!



Per prove ed errori

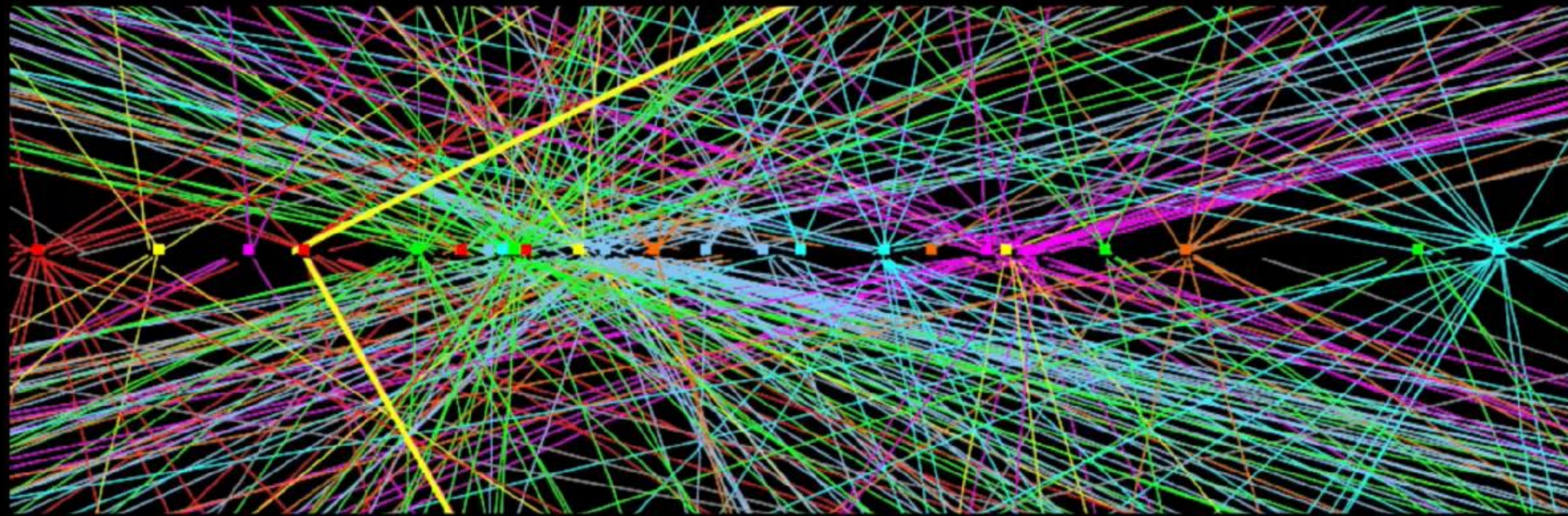
000

- 2016: interludio in Laboratori didattici
- 2017: diventa attività indipendente
- 2021: troppe nozioni teoriche!
- 2022: nozioni scorporate dal gioco
- 2023: introdotte tecnologie di AI
- 2025: prima distribuzione pubblica?

# Livello 1: selezione veloce delle collisioni

## Trigger game

Non tutte le collisioni sono interessanti... dobbiamo far emergere i *dati importanti* da un mare di particelle

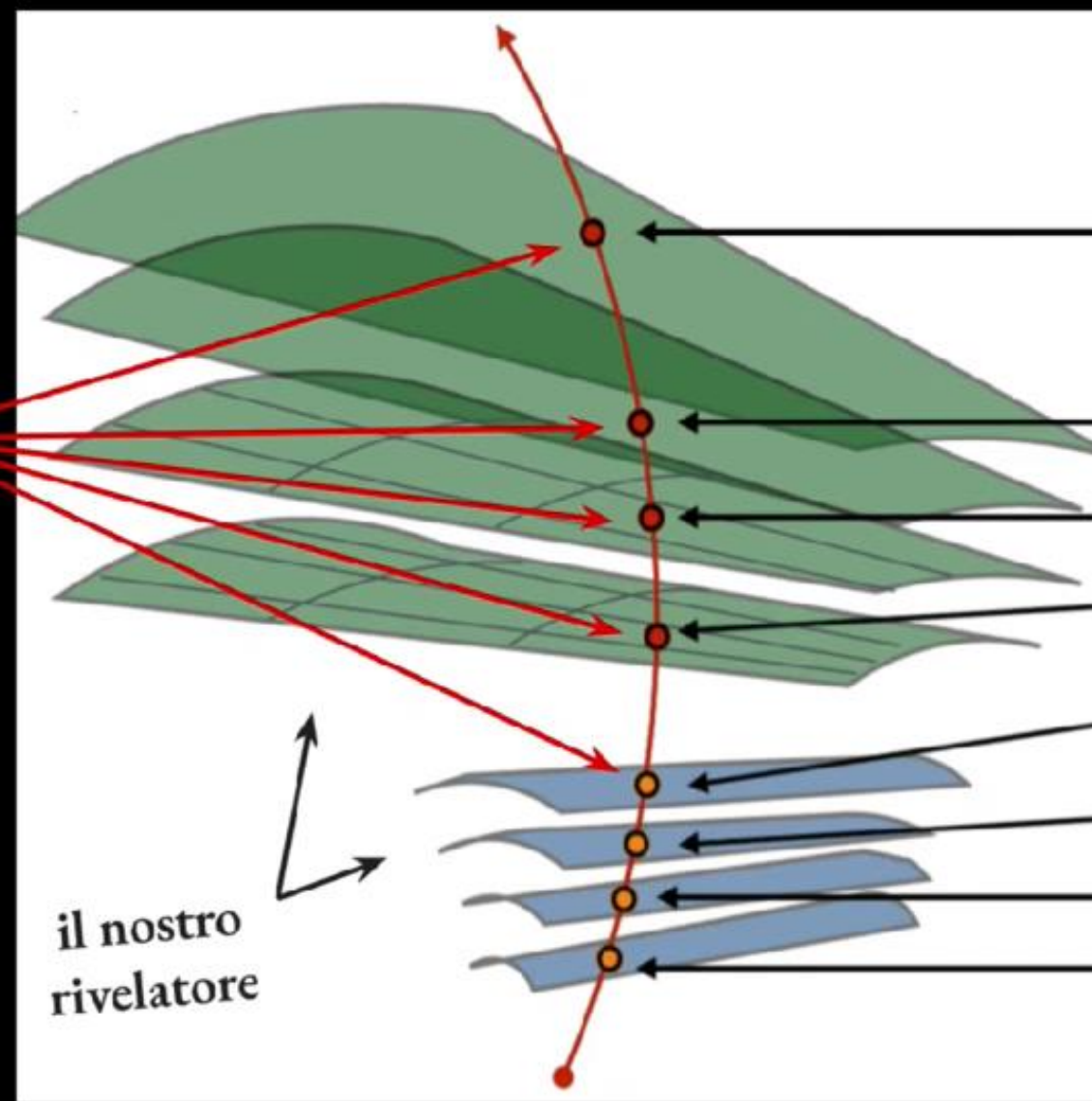




## Tracking game

Selezionata una collisione,  
capiamo *cosa contiene*

Non vediamo le  
particelle... ma possiamo  
seguire le loro *impronte*  
nei rivelatori



il nostro  
rivelatore

# Bonus: confronto con l'intelligenza artificiale

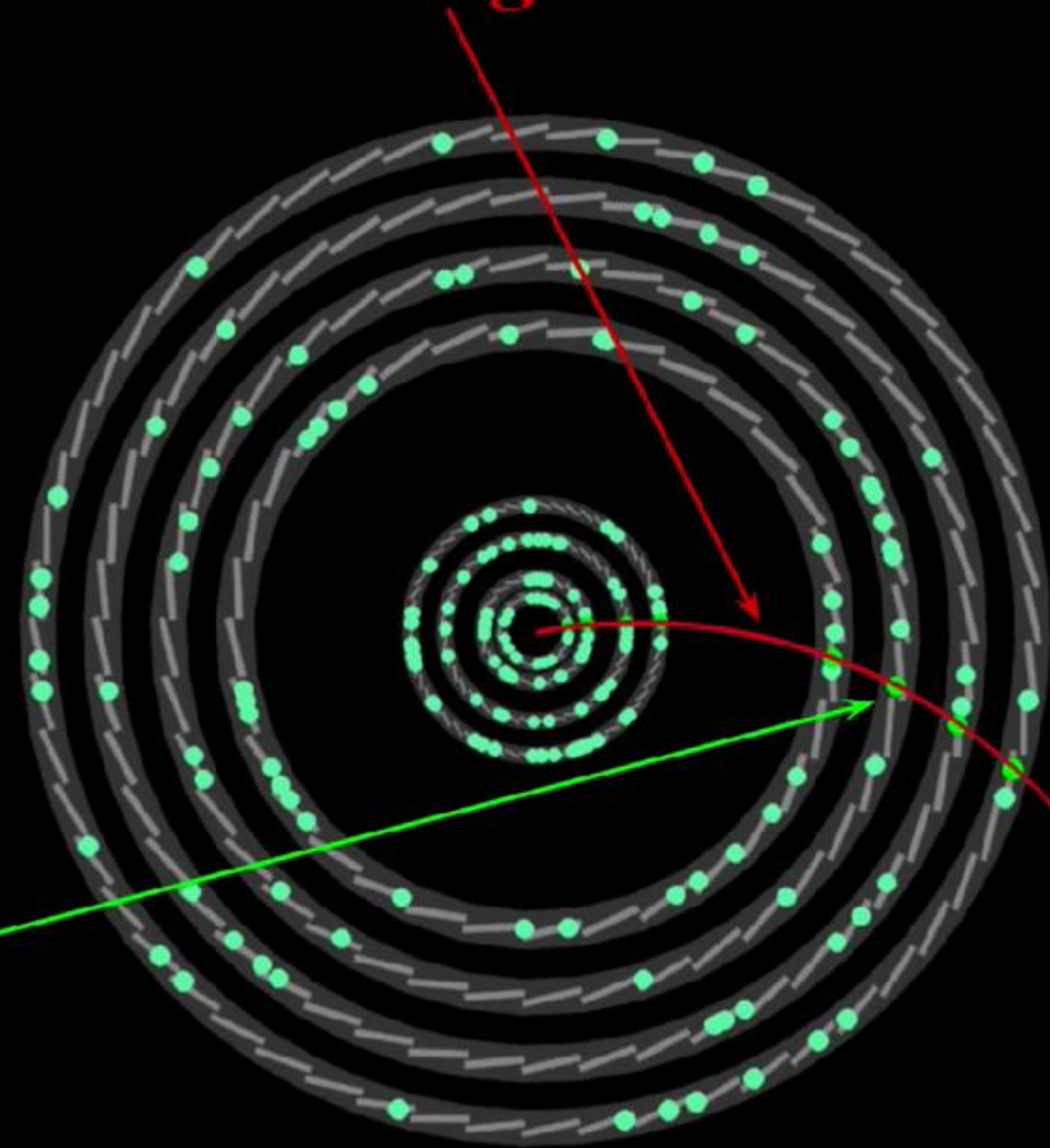
Riuscirete a trovare la traiettoria *traiettoria giusta* anche senza aiuti?

Traccia Ricostruita

angolo =  $259.5^\circ$

energia = 2.81 GeV

*I punti da voi selezionati sono i più vicini alla traiettoria indicata in verde fluo*



Umm

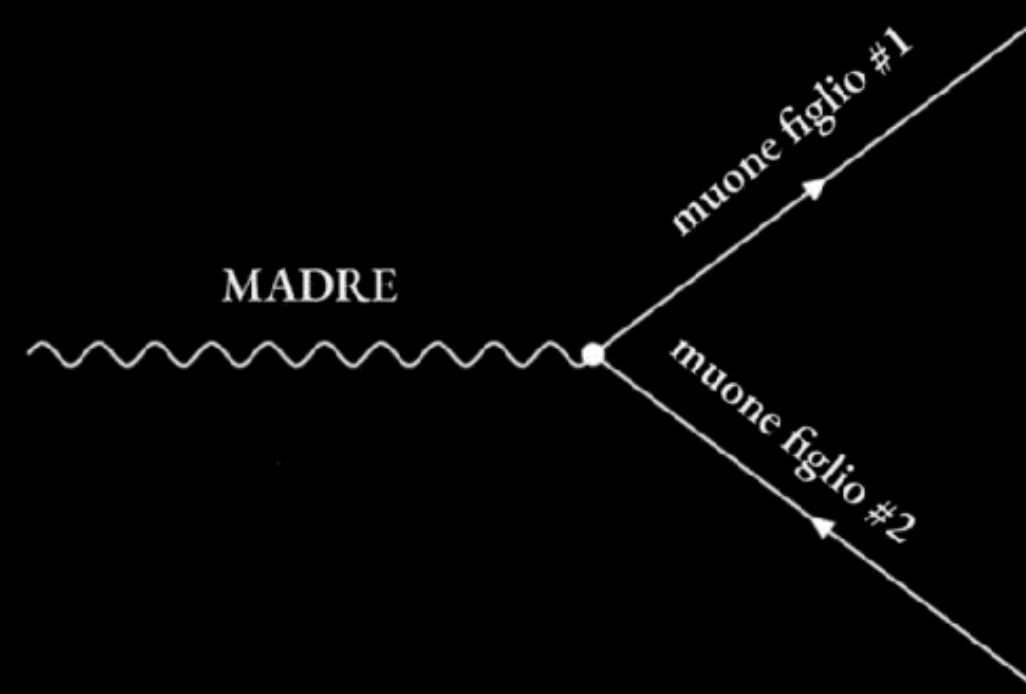
# Livello 3: analisi statistica a mano libera

## Analysis game

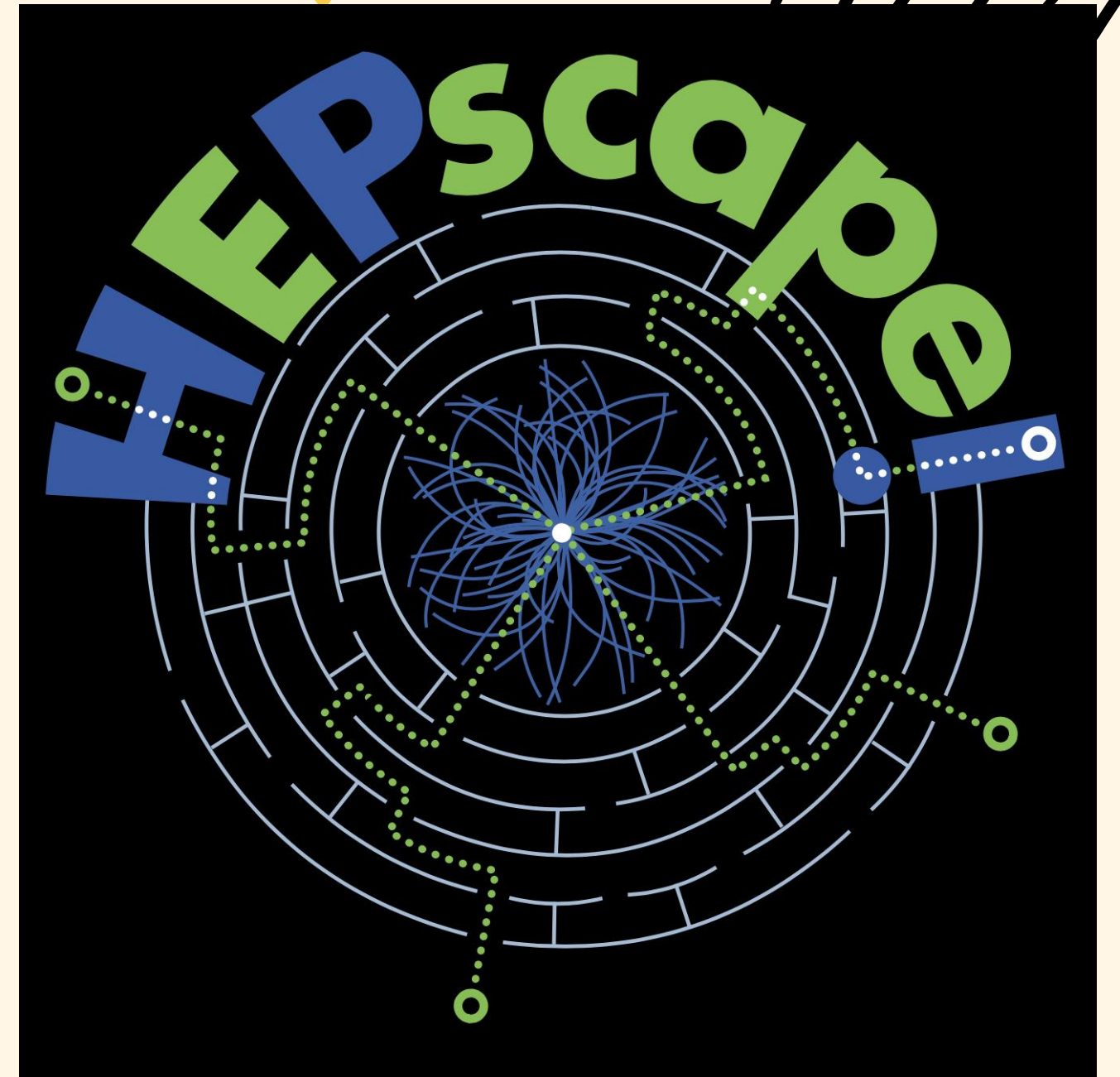
*L'obiettivo finale è capire da dove provengono i muoni selezionati e scoprire nuove particelle!*

Molte particelle interessanti vivono poco e *si trasformano in particelle "figlie"...*

Studiando le "figlie" possiamo *scoprire la natura delle "madri"!*



HEPscape! The  
High Energy  
Physics escape  
room



# Che cosa è una escape room?

000

- Una escape room è una caccia al tesoro al chiuso, con indizi nascosti in una stanza.
- Le persone sono intrappolate nella stanza finché non trovano tutti gli indizi e riescono ad aprire la porta entro un limite di tempo stabilito.
- Gli indizi sono concatenati uno dopo l'altro
- Un facilitatore può guidare la squadra e aiutarla a procedere se è bloccata



# Metodologia dell'insegnamento tramite Escape Room

Attività diversificata  
per età

Maggiore coinvolgimento  
rispetto alla lezione frontale

Concetti paralleli,  
autonomia

Pensare fuori dalle  
righe

Stimolazione esterna  
e sfide

Lavoro di squadra

Capacità avanzate: organizzazione,  
memorizzazione, pensiero logico, pattern  
recognition, compartimentalizzazione

4Cs: Critical thinking,  
Cooperation, Creativity,  
Communication

# L'apprendimento moderno richiede le competenze 4C



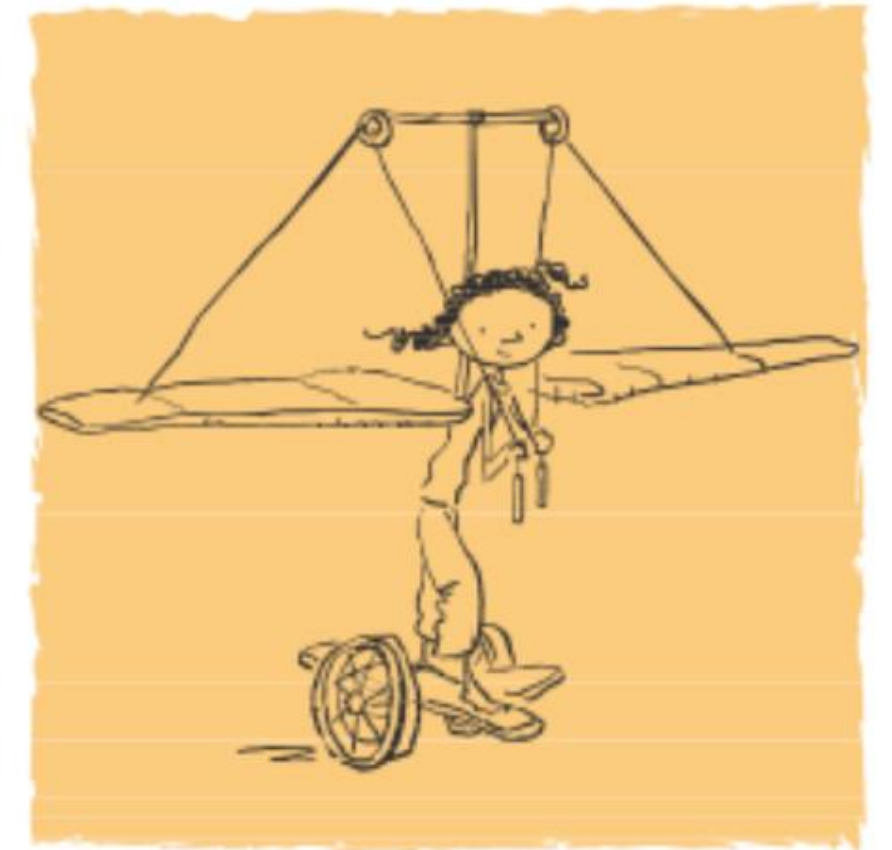
**Communication**



**Collaboration**



**Critical Thinking**



**Creativity**

Escape room: pensiero critico e fuori dagli schemi, collaborazione, comunicazione all'interno del team, provare nuovi approcci

4C: essenziali per preparare gli individui ad affrontare le complesse sfide del mondo contemporaneo, favorendo una crescita continua e sostenibile sia a livello personale che professionale

# Il progetto HEPscape!

- Nel 2021 un gruppo dell'INFN di Roma ha partecipato a un bando per iniziative di sensibilizzazione e ha realizzato l'escape room chiamata HEPscape!
- Inizialmente è stata presentata alla Notte Europea dei Ricercatori e poi al festival della Scienza di Genova e a molti altri eventi da allora
- Adesso abbiamo 3 kit: a Roma, Padova e Perugia



<https://web.infn.it/hepscape/>



# HEPscape!: La trama

- HEPscape simula una visita a uno degli esperimenti dell'LHC
- Ai visitatori viene detto che stanno andando sottoterra, e quindi devono indossare il casco di sicurezza.
- Entrano nella sala di controllo, ma qualcosa si rompe, c'è un suono di allarme, e devono capire come funzionano l'LHC e i rilevatori per riavviarlo



# HEPscape!: come funziona?

000

- Gli indizi sono nascosti nella stanza. I poster e i libri nella stanza contengono tutte le informazioni necessarie per risolvere i giochi.
- I giochi sono adattabili all'età del gruppo: 3 fasce d'età: bambini (6-8), junior (9-12), adulti (13+).
- Se il gruppo è piccolo (10-15 persone) e se sono più grandi, possono giocare in autonomia. Altrimenti, la guida ha un ruolo più attivo.
- Durante l'attività, diamo un badge che i visitatori possono conservare e sul retro del badge c'è un codice QR che porta al nostro sito Web con maggiori informazioni sugli acceleratori di particelle.







## Il facilitatore del gruppo: imparare a comunicare

- Le persone che gestiscono l'escape room sono studenti di fisica, laureati, dottorandi e giovani ricercatori.
- Grazie a questa attività, imparano a parlare in pubblico della scienza su cui lavorano, utilizzando termini semplici e comprensibili dal pubblico, e a comunicare la loro passione.

# Diffusione sul territorio

- Nel **2021** il progetto è stato realizzato a **Roma** pensando al **Festival di Genova**. La ERN a Roma è stato il campo di prova.



# Diffusione sul territorio

- Nel **2021** il progetto è stato realizzato a **Roma** pensando al **Festival di Genova**. La ERN a Roma è stato il campo di prova.
- Nel **2022** **Perugia e Padova** hanno realizzato i propri KIT dopo aver provato l'attività insieme a Roma in vari eventi (ICHEP, Festival di Roma)



# Diffusione sul territorio

- Nel **2021** il progetto è stato realizzato a **Roma** pensando al **Festival di Genova**. La ERN a Roma è stato il campo di prova.
- Nel **2022** **Perugia e Padova** hanno realizzato i propri KIT dopo aver provato l'attività insieme a Roma in vari eventi (ICHEP, Festival di Roma)
- Nel **2023** ci mettiamo alla prova al Salone del Libro di Torino e **raggiungiamo il sud**. In parallelo **Bari e Firenze** prendono in prestito il KIT di Roma per due eventi locali.



# Diffusione sul territorio

- Nel **2021** il progetto è stato realizzato a **Roma** pensando al **Festival di Genova**. La ERN a Roma è stato il campo di prova.
- Nel **2022** **Perugia e Padova** hanno realizzato i propri KIT dopo aver provato l'attività insieme a Roma in vari eventi (ICHEP, Festival di Roma)
- Nel **2023** ci mettiamo alla prova al Salone del Libro di Torino e **raggiungiamo il sud**. In parallelo **Bari e Firenze** prendono in prestito il KIT di Roma per due eventi locali.
- Nel **2024** esploriamo la **Valle d'Aosta** e per la prima volta **Camogli in Liguria**





# Tipo di eventi e visitatori

European Research Nights, festival della scienza, open day, eventi divulgativi associati a conferenze, scuole

Abbiamo ereditato da LHC due concetti:

**Run:** ogni presa dati (o evento)

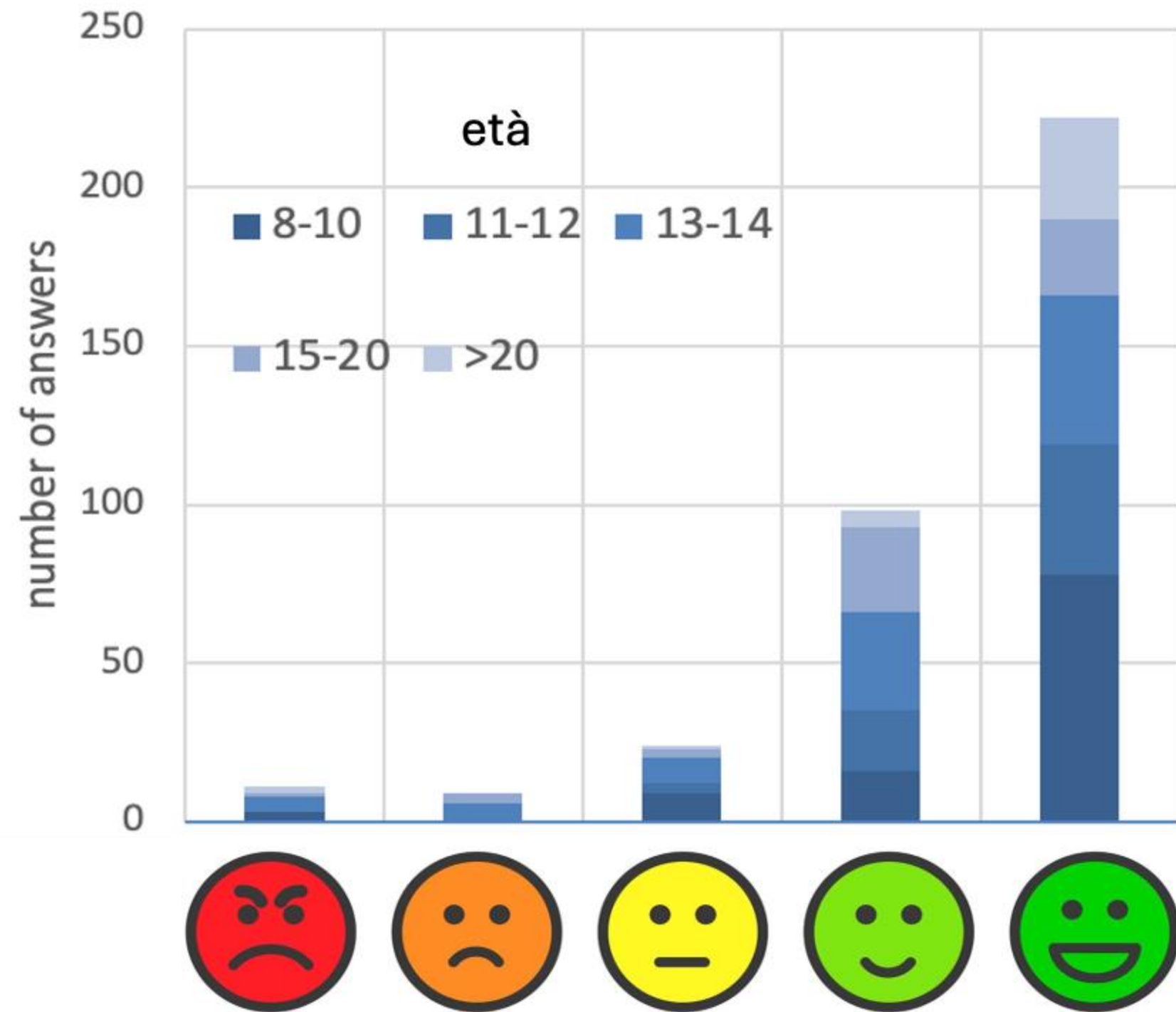
**Luminosità:** numero di collisioni (o visitatori) nel tempo

Possiamo ospitare una media di 150-200 visitatori/giorno, con picchi di 300 visitatori/giorno durante l'ERN



# Feedback e gradimento

000



# Feedback e gradimento

HEPscape!

Commento: grazie per questa esperienza, in cui abbiamo imparato qualcosa che non ci insegnano a scuola.

Età: 13

Voto:

HEPscape!

Commento: LABORATORIO MOLTO CARINO E' INTERESSANTE MI E' PIACIUTA L'ATTIVITA' COLLABORATIVA E COOPERATIVA. DA RIPETERE!

Età: 13

Voto:

HEPscape!

Commento: Bellissimo! Tornerò coi miei futuri figli - GRAZIE!!!

Età: 25

Voto:



## Come arricchire la diversità dei nostri visitatori?

- Portare l'attività in altre regioni, città più piccole, lontano dalle università
- Tradurre in altre lingue
- Creare una rete di istituti interessati e condividere giochi e idee
- Un team finlandese ha presentato HEPscape in Finlandia
- Abbiamo realizzato l'attività nella lingua dei segni

# Punti di forza del progetto




000




- **Sinergia con altri progetti:** Lab2GO e INFN-Kids mutuo supporto/sostegno sui vari aspetti
- **Innovatività:** metodo inusuale per diffondere conoscenza e raccontare la fisica delle particelle: attrattivo e versatile
- **Adattabilità:** da un gazebo, a una biblioteca storica, un open space, una classe di una scuola
- **Inclusività:** abbiamo imparato ormai ad “improvvisare” live l’attività in base all’età del gruppo che abbiamo davanti.
- **Contributo di studenti,** tutor e borsisti fondamentale, senza il progetto non funzionerebbe







# Un assaggio dei quiz: Quanti metri è sceso l'ascensore di LHC?




✕ □ -

 +  +  = 30

 +  ×  = 91

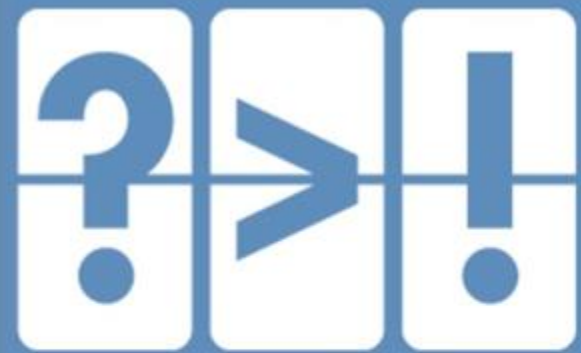
 +  = 109

[  + 1 ] ÷  = 1

 ×  +  = ?



# HEPscape! al festival della comunicazione di Camogli



Regione Liguria Città di Camogli  
FRAME  
con il patrocinio  
Governatore Regione Liguria

*festival della*  
**COMUNICAZIONE**  
Camogli, 12-13-14-15 settembre 2024

> LABORATORI 2024

**LABORATORI**

attività curiose e divertenti  
per scoprire insieme  
diversi modi di comunicare

Da venerdì a domenica  
dalle 10.00 alle 12.00 e  
dalle 17.00 alle 21.00  
alla **Palestra delle idee!!**





● 00

Grazie a tutti e  
tutte!