

● <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



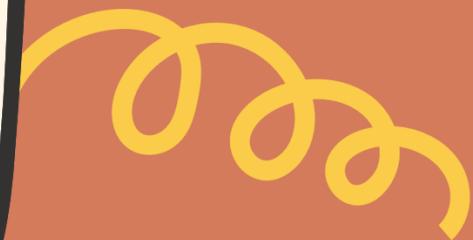
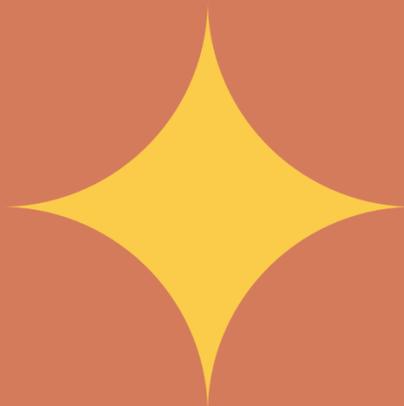
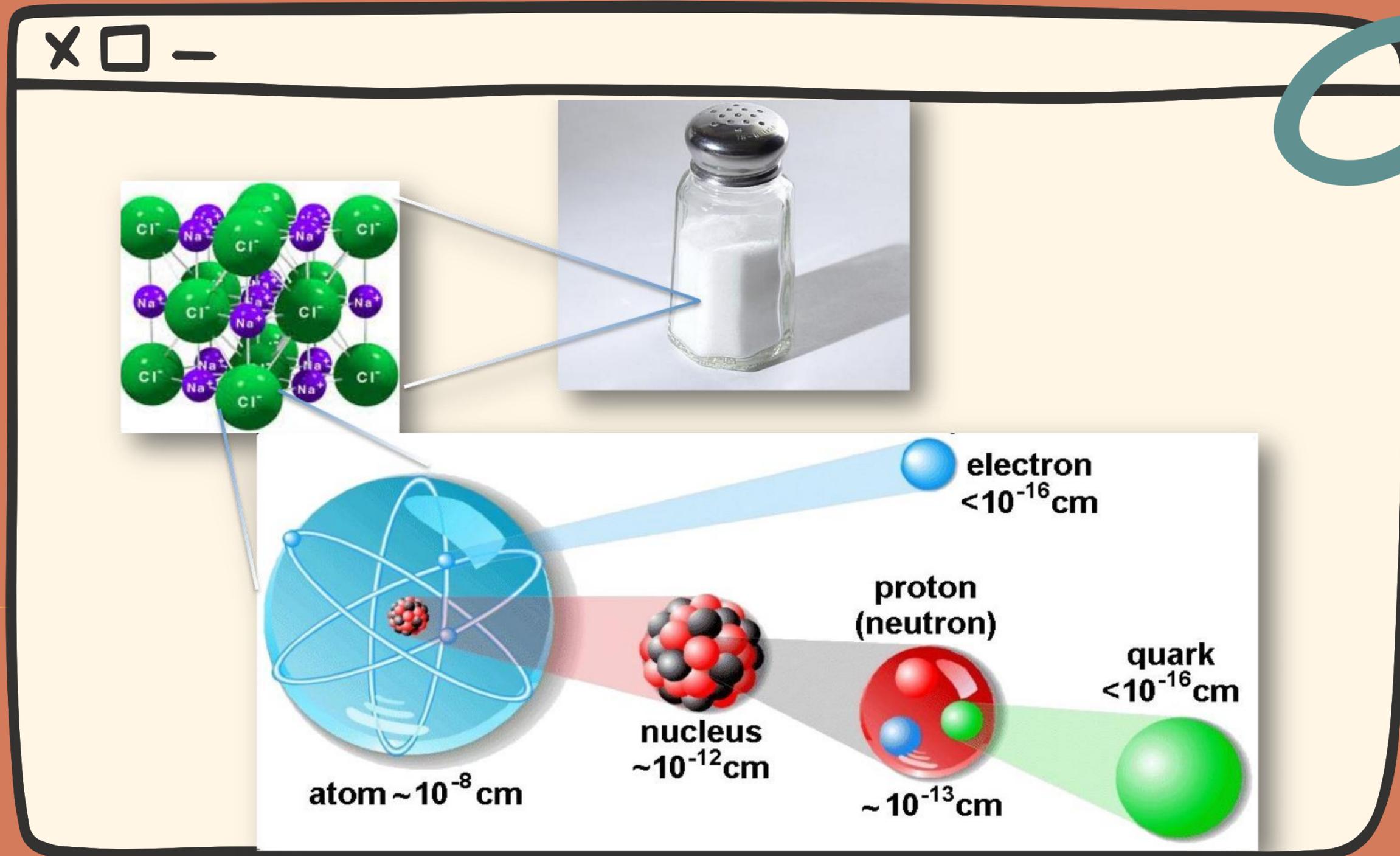
- Escape Room



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

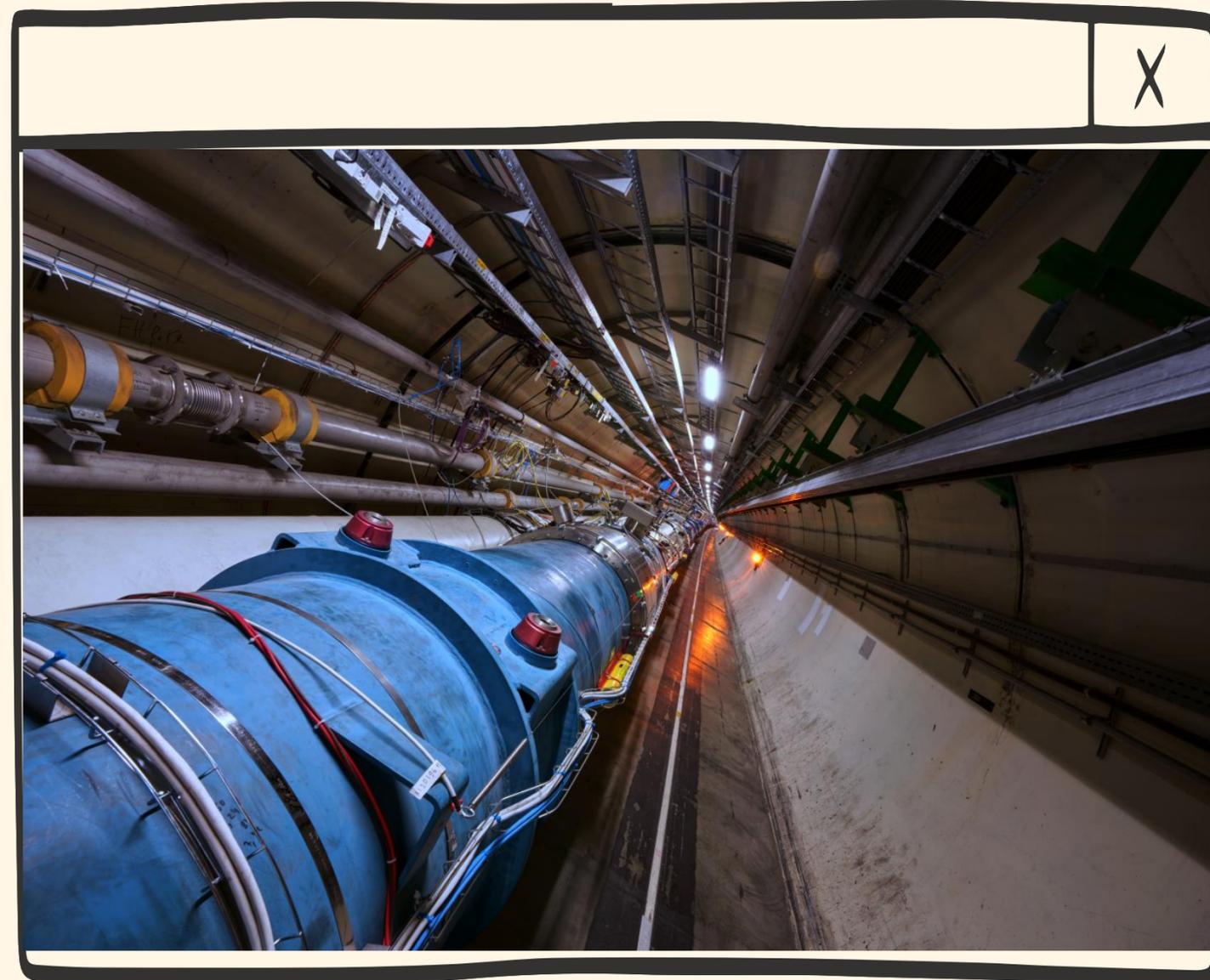
Per guardare una cellula ($d \sim 10^{-5}$ m) usiamo
la luce visibile ($E \sim \text{eV}$)



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 !

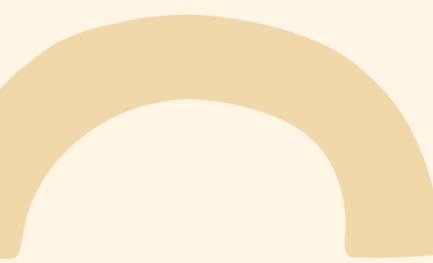


Perché il gioco?

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



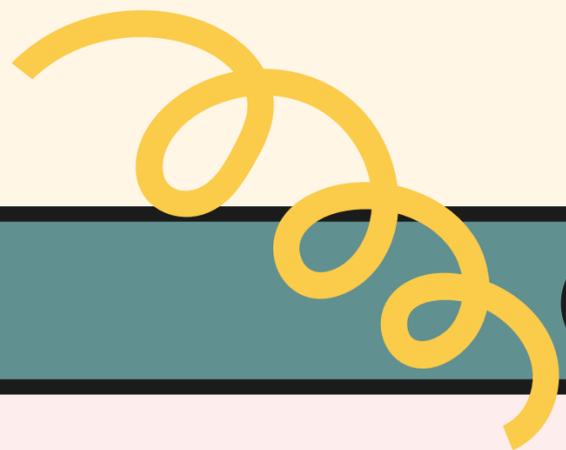
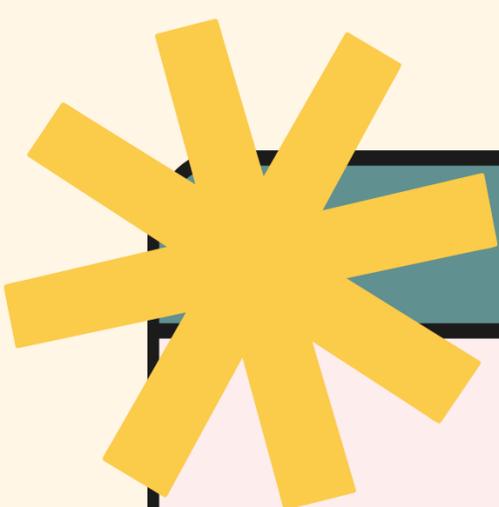
Un po' di storia

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.





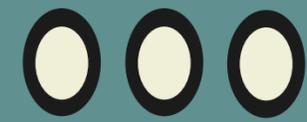
Giochi da tavolo a tema
fisica nucleare e delle
particelle elementari

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.

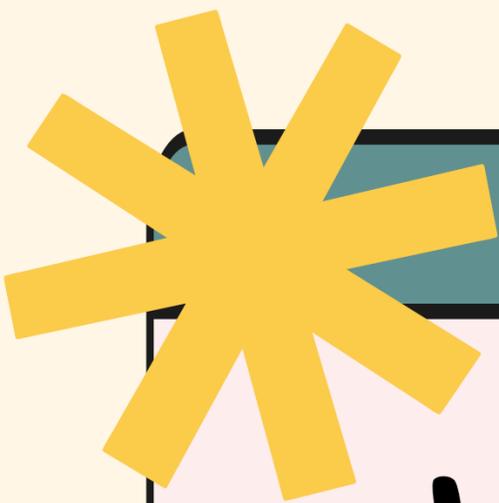
Alcuni esempi:

- *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

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

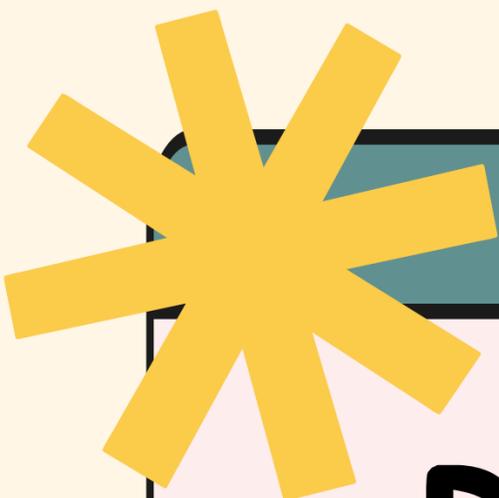
Cosa resta ?

Un gioco non è un seminario!

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

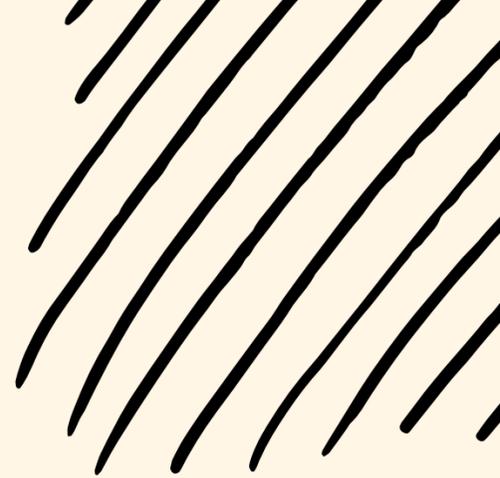
- basi dell'evoluzione dell'universo (raffreddamento, comparsa asimmetria materia-antimateria);
- composizione di protoni e neutroni in termini di quark (e di nuclei in termini di protoni e neutroni);
- principali proprietà delle forze fondamentali e ipotesi su questioni non ancora verificate (materia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



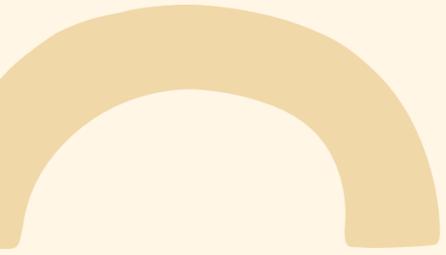
Perché un video game?

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?

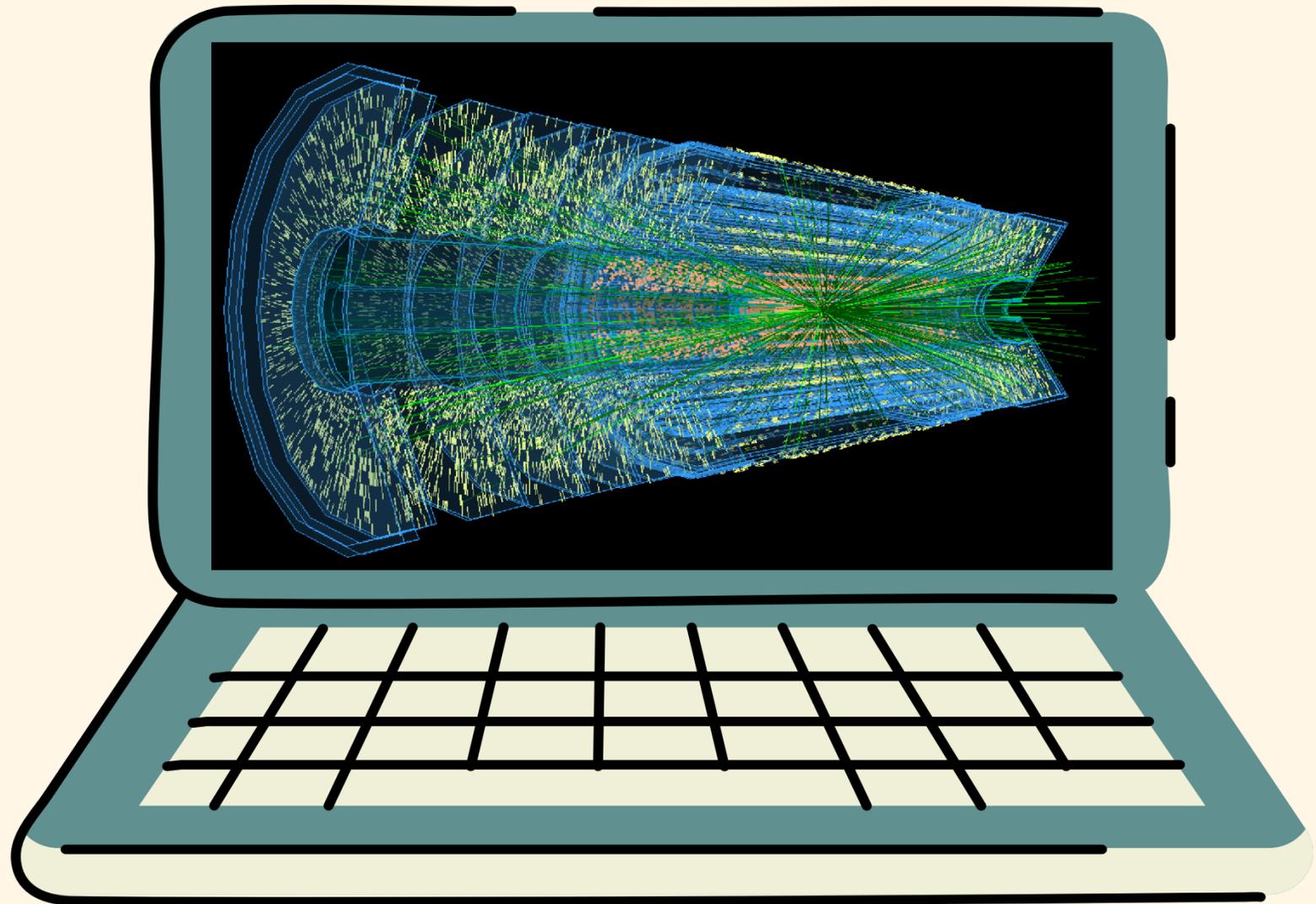


Cosa è difficile in
un esperimento di
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



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



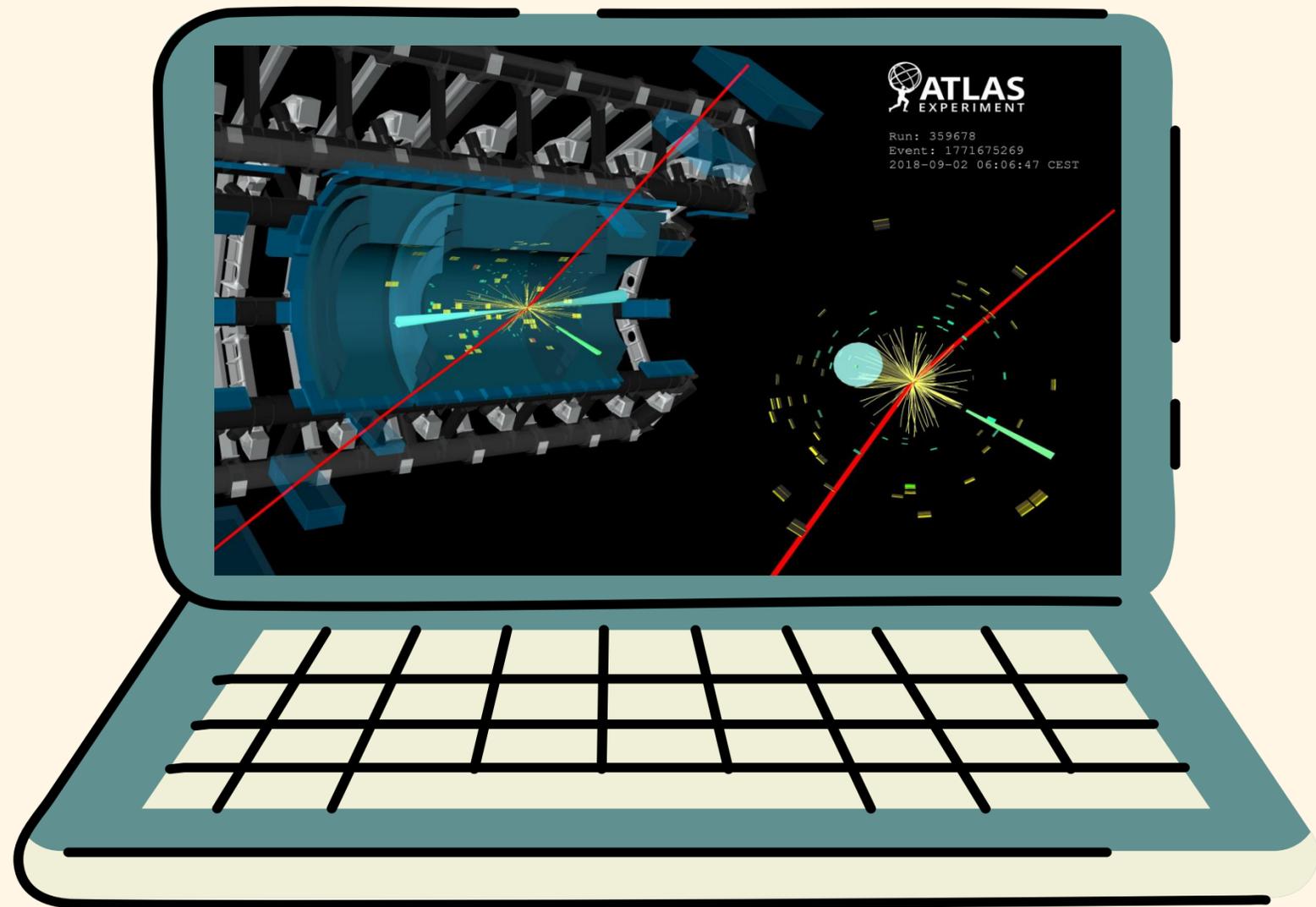
Cosa è difficile in
un esperimento di
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



SERVONO RIFLESSI PRONTI!

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



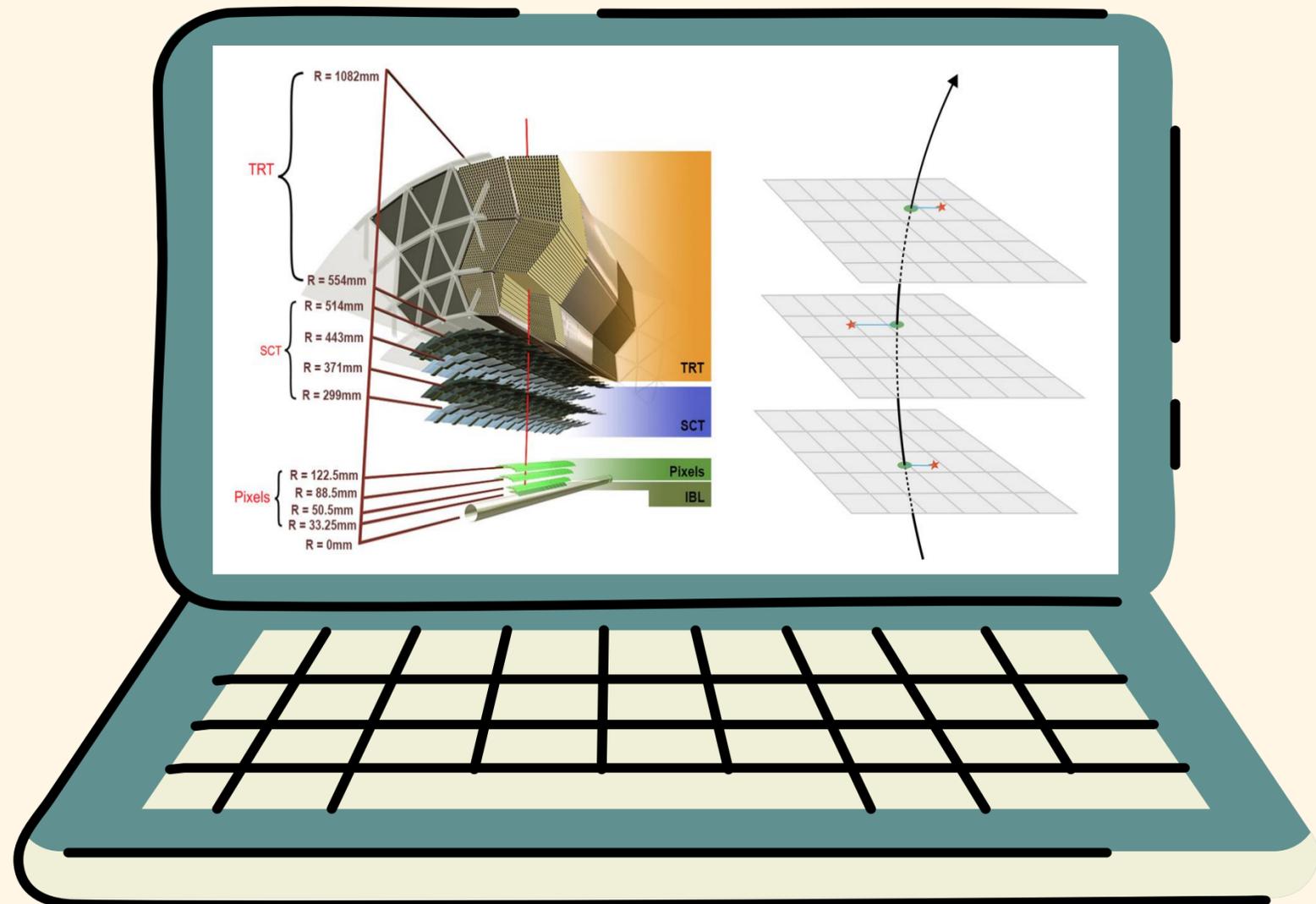
Cosa è difficile in un esperimento di LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



RICHIEDE PRECISIONE E PAZIENZA!

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



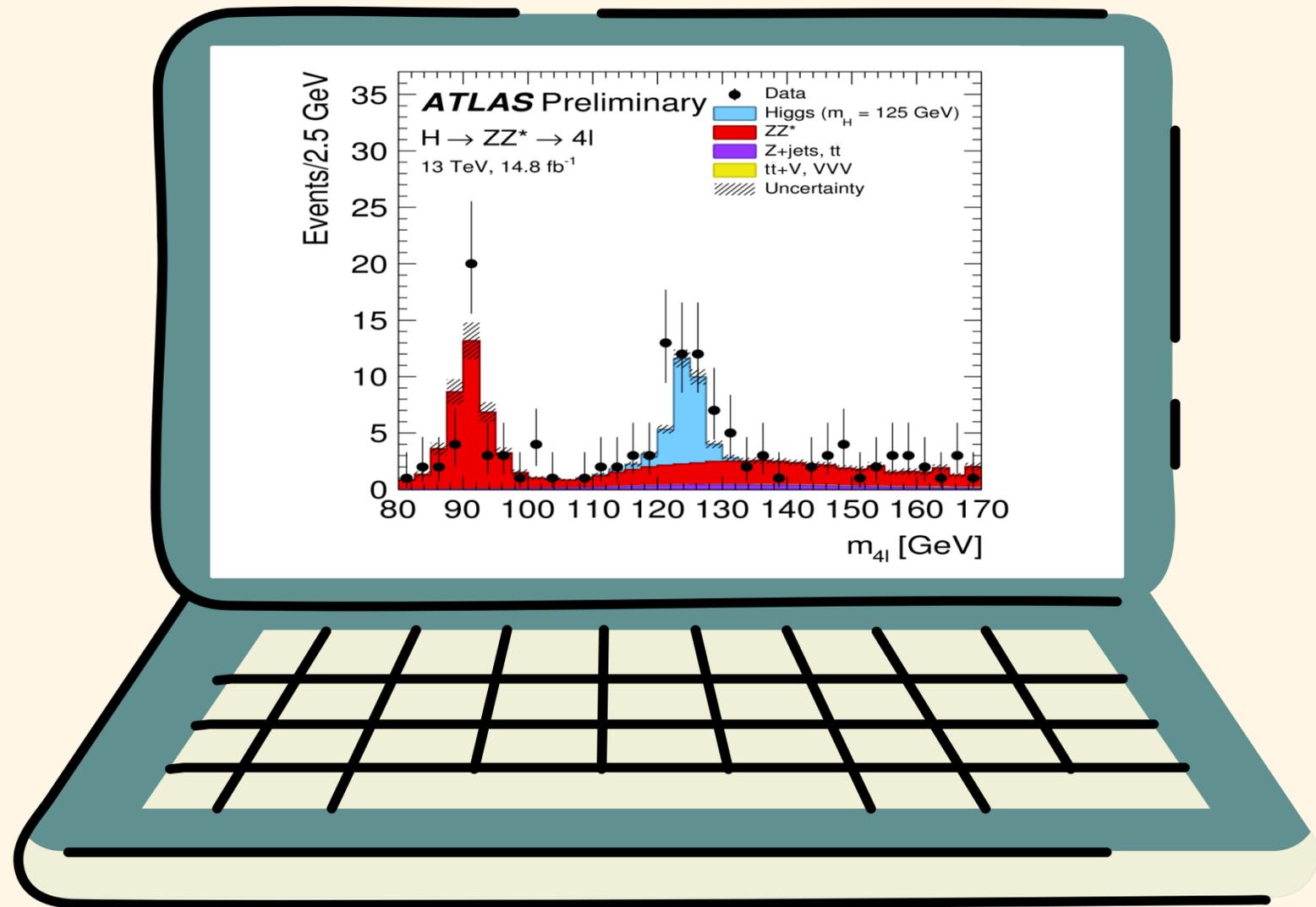
Cosa è difficile in
un esperimento di
LHC?

PRATICAMENTE TUTTO!



OCCORRE UNIRE TEORIA E PRATICA!

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



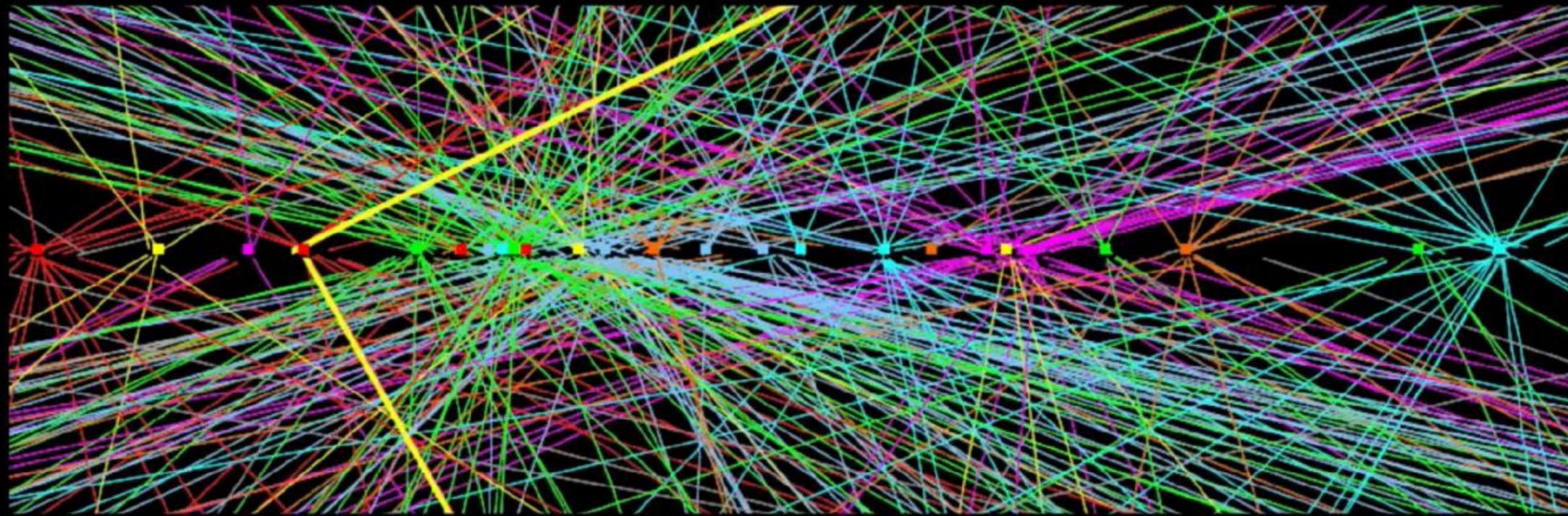
Per prove ed errori

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?

Trigger game

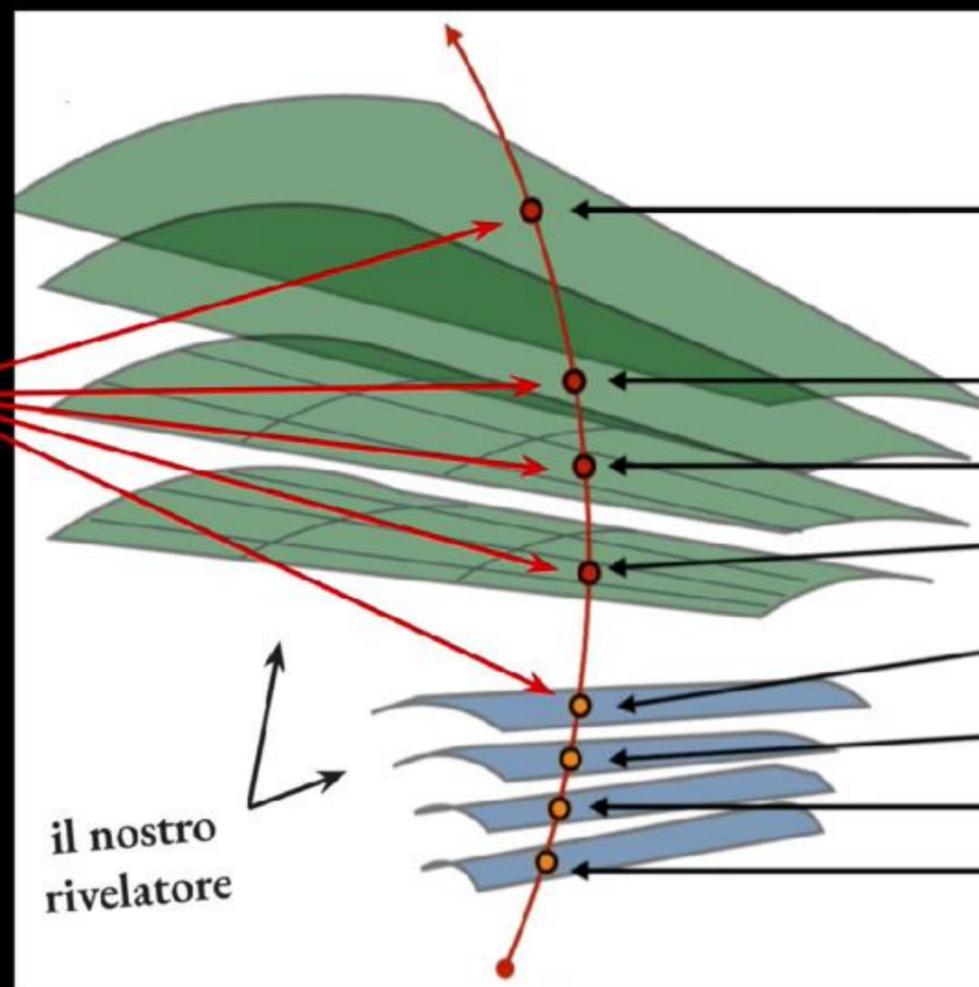
Non tutte le collisioni sono interessanti... dobbiamo far emergere i *dati importanti* da un mare di particelle



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

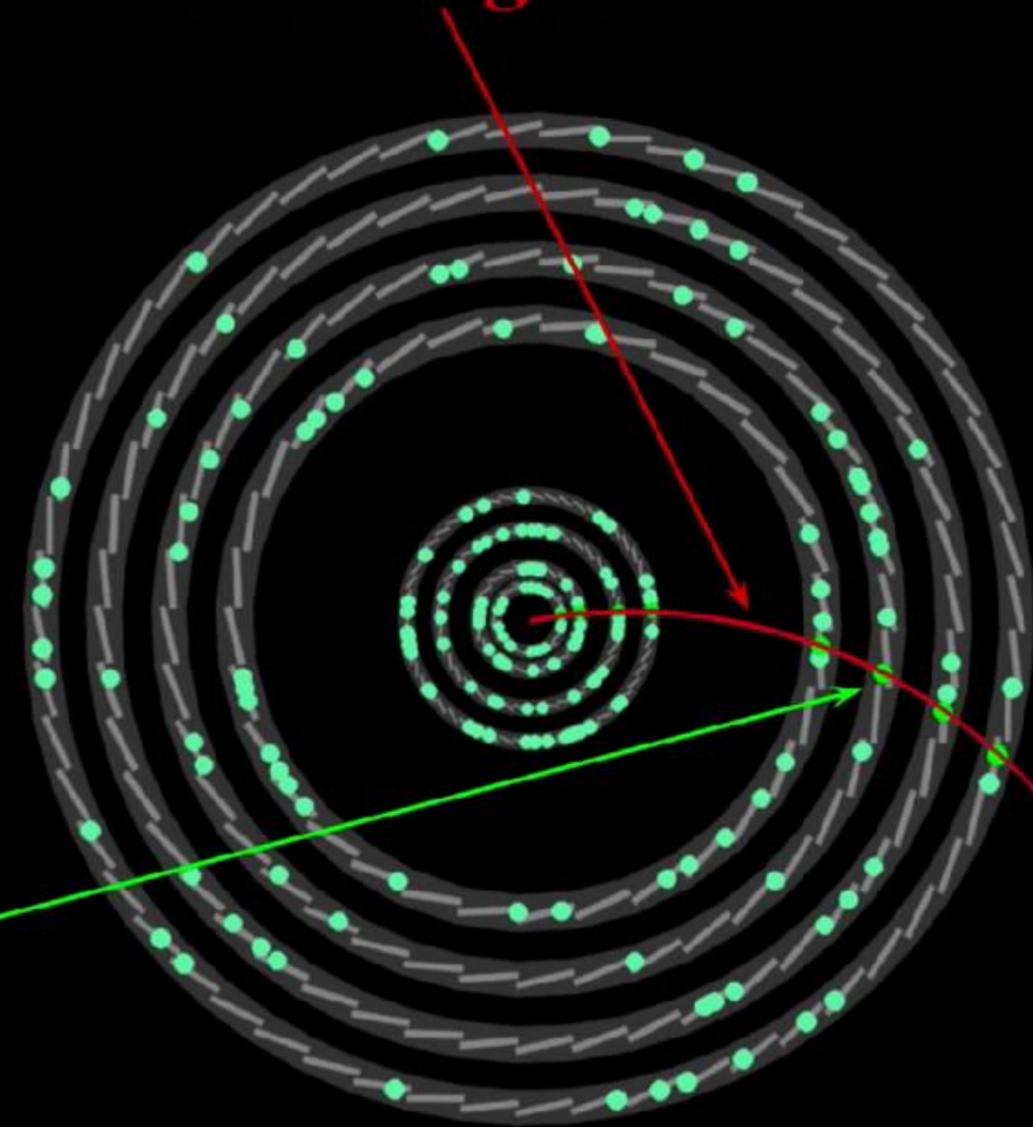
Riuscirete a trovare la traiettoria *traiettoria giusta* anche senza aiuti?

Traccia Ricostruita

angolo = 259.5°

energia = 2.81 GeV

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



Umm

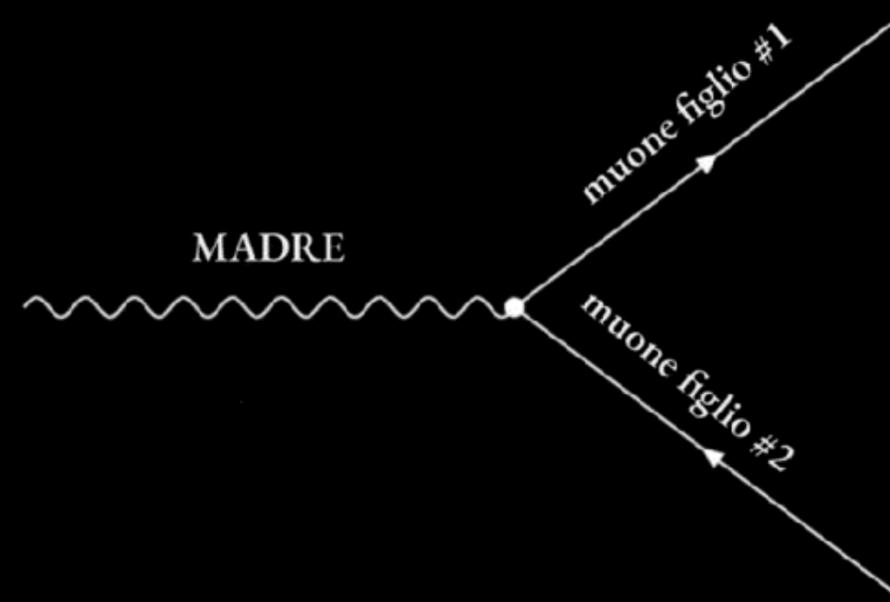
Livello 3: analisi statistica a mano libera

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

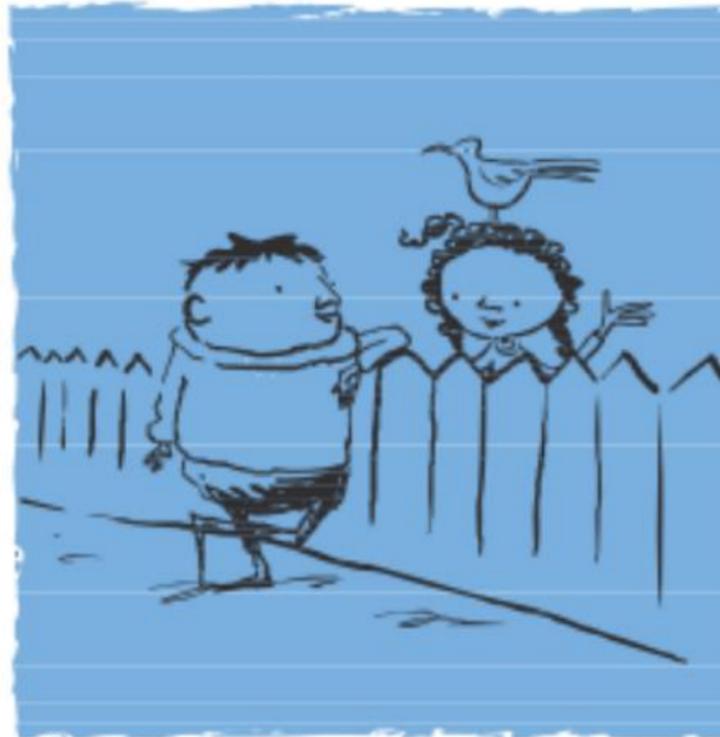
Stimolazione esterna
e sfide

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



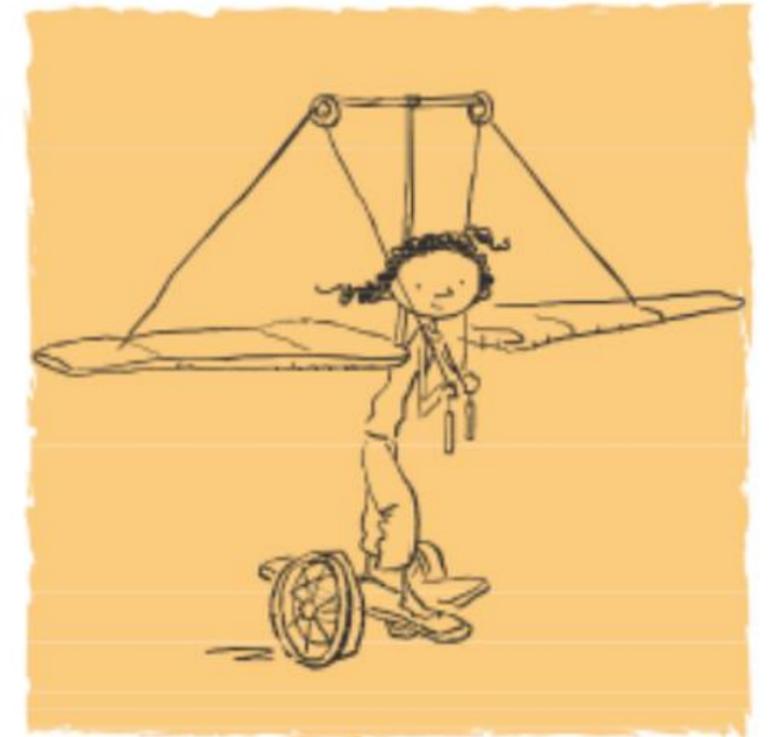
Communication



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

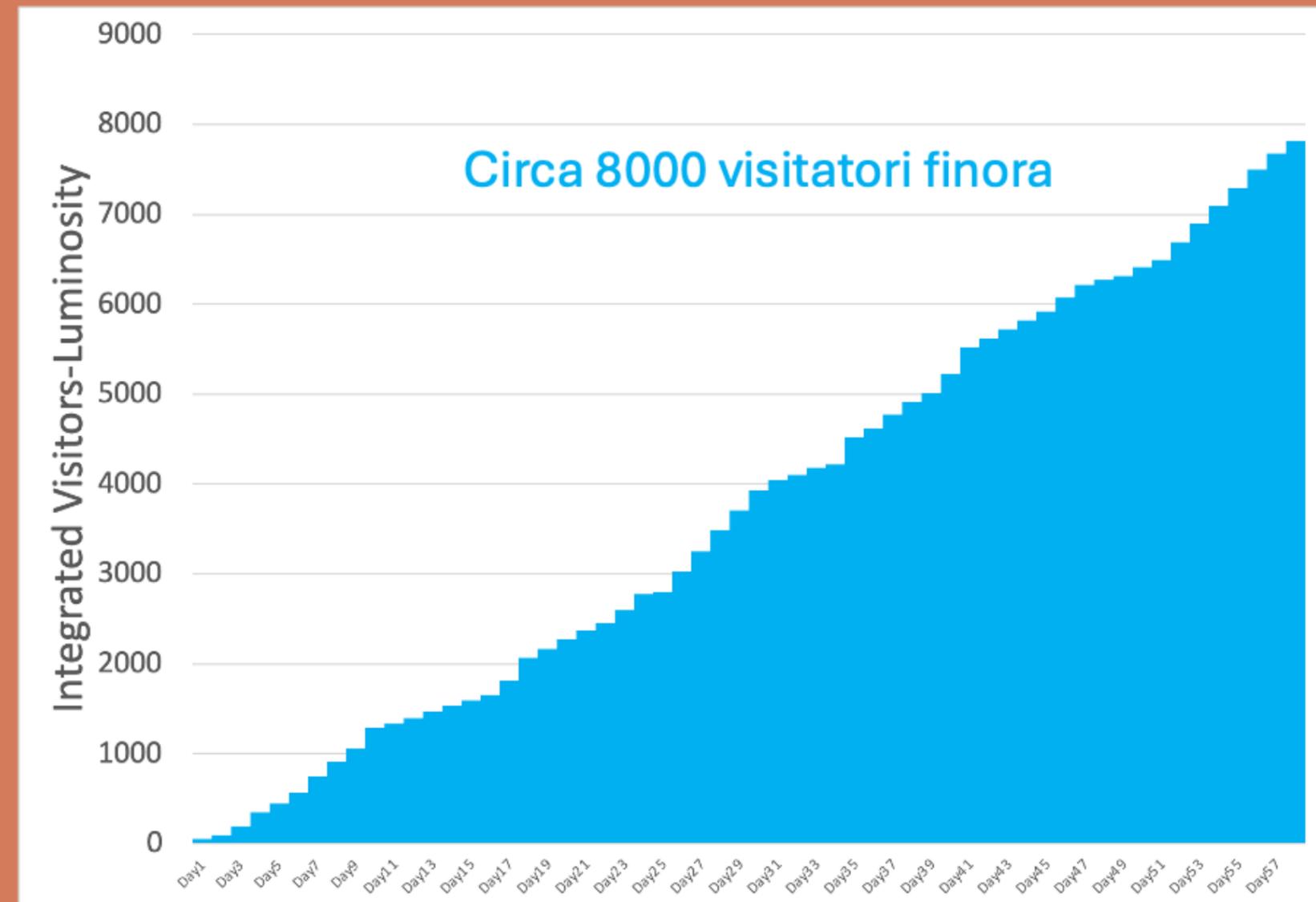
European Research Nights, festival della scienza, open day, eventi divulgativi associati a conferenze, scuole

Abbiamo ereditato da LHC due concetti:

Run: ogni presa dati (o evento)

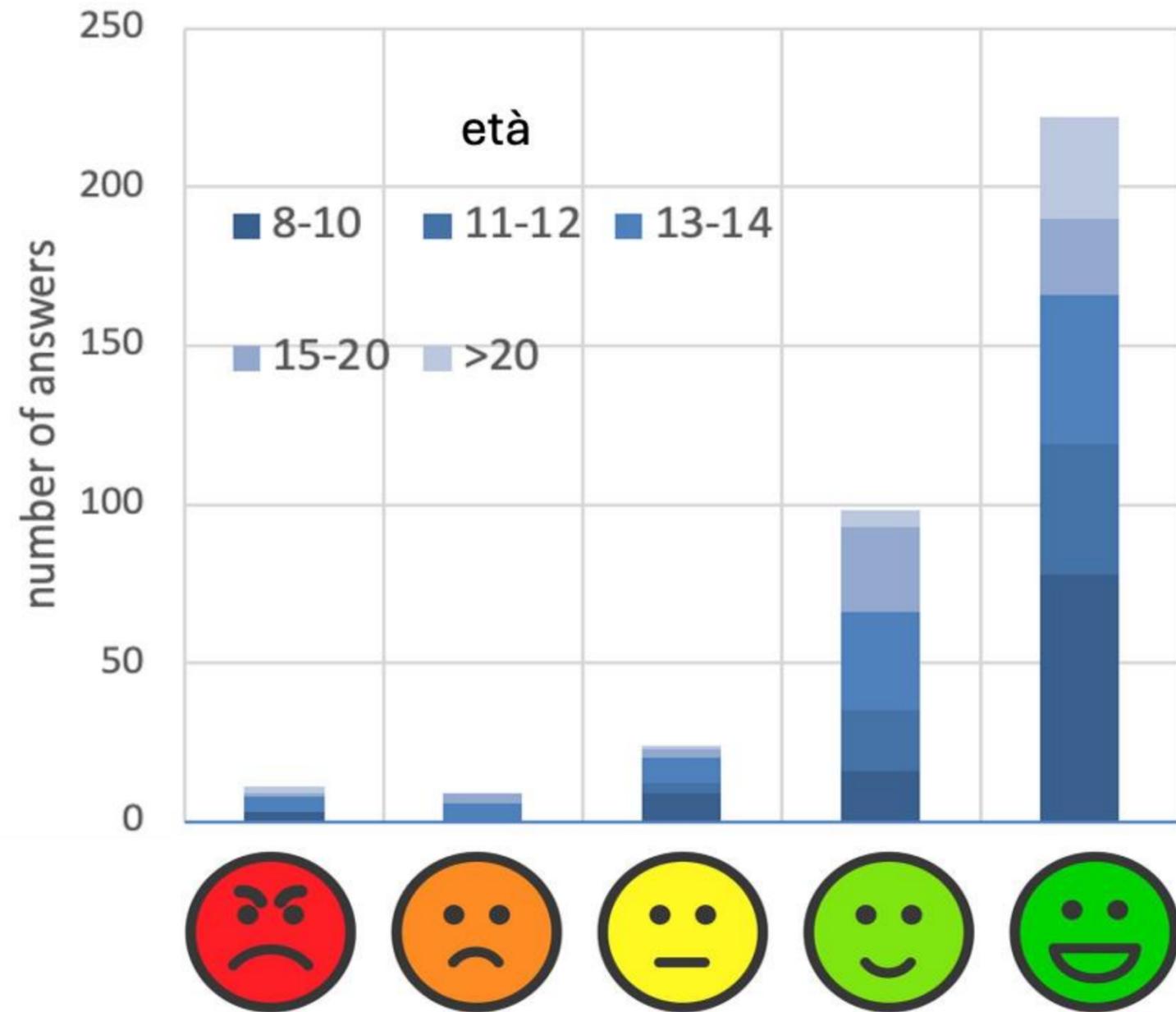
Luminosità: numero di collisioni (o visitatori) nel tempo

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 - GRAZIEEEE

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

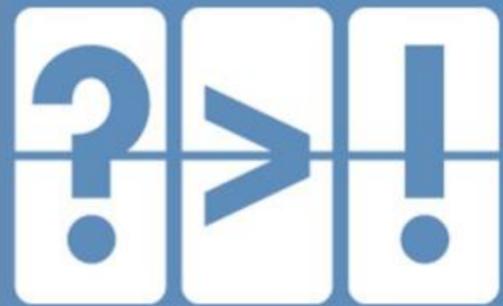
 +  = 109

[ + 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!