



Marilù Chiofalo

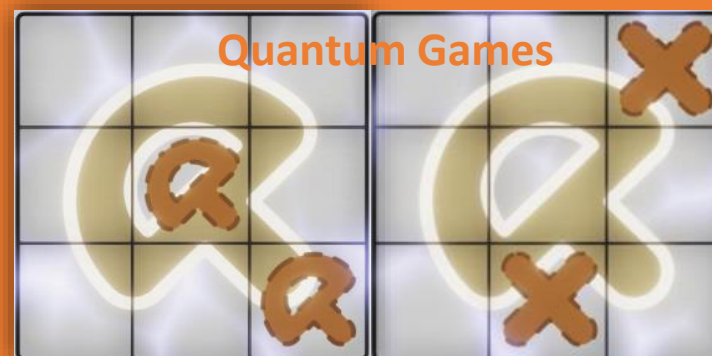
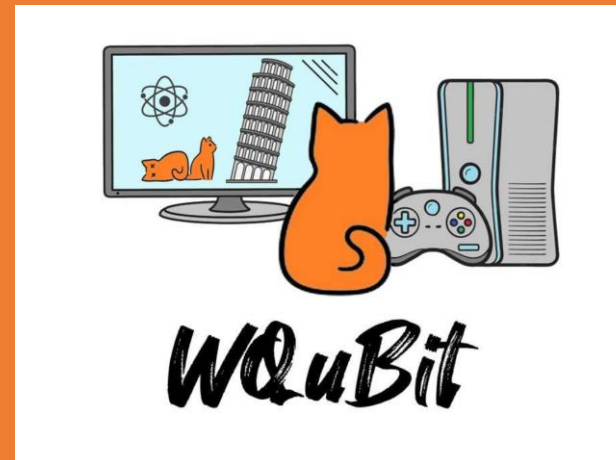
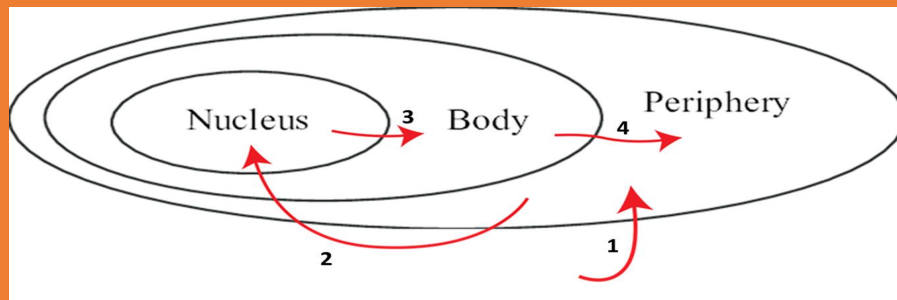
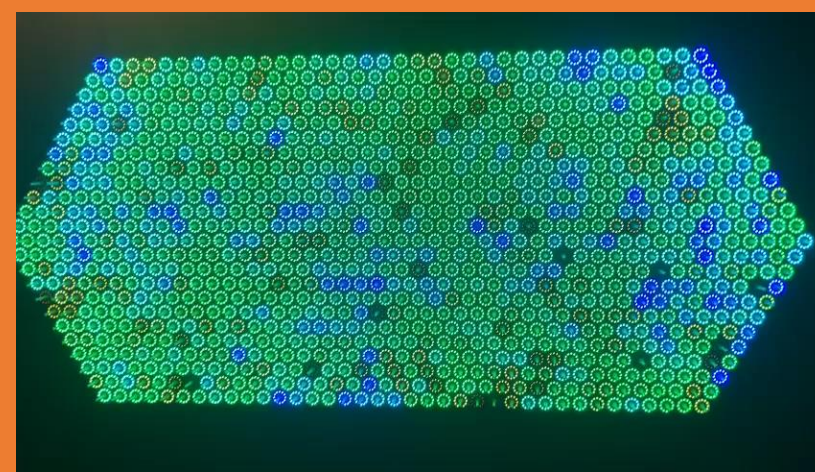
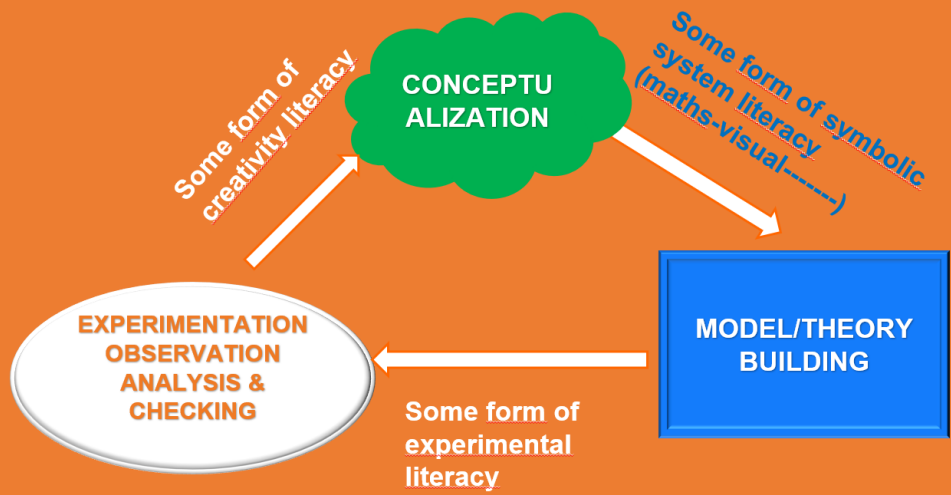
Dipartimento di Fisica «Enrico Fermi»
marilu.chiofalo@unipi.it

Educare alla bellezza e alla scienza con i quantum games

qplaylearn

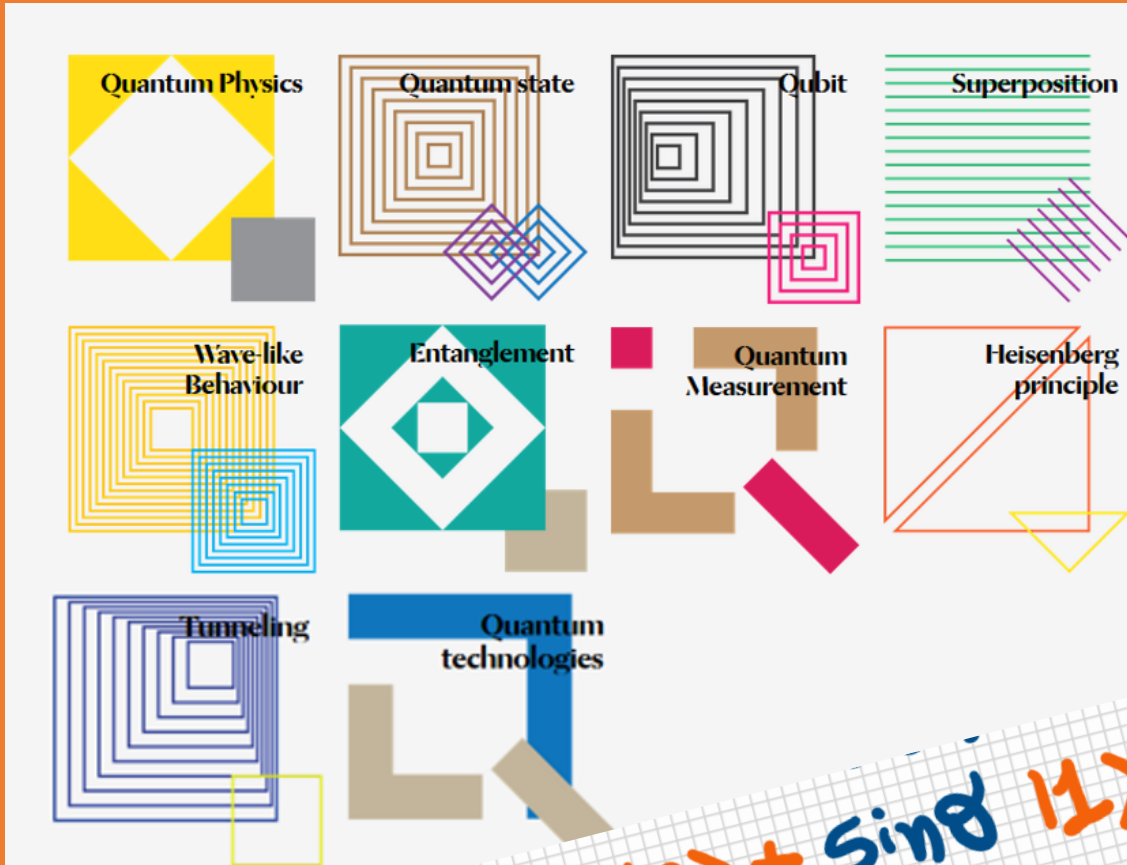
Ludicomix 2023



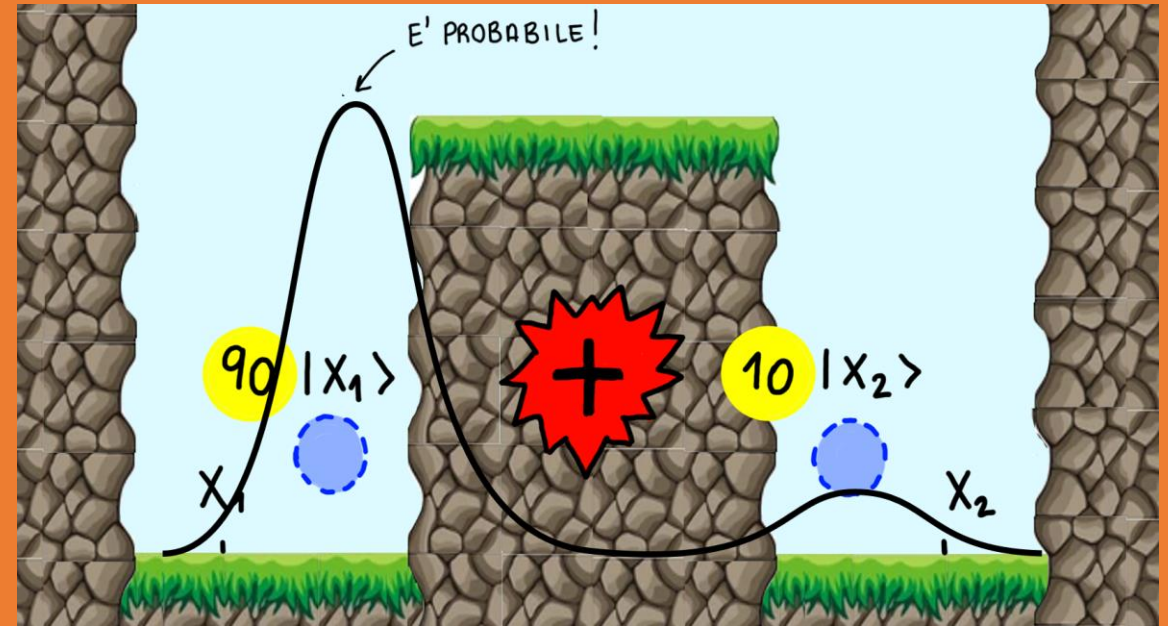
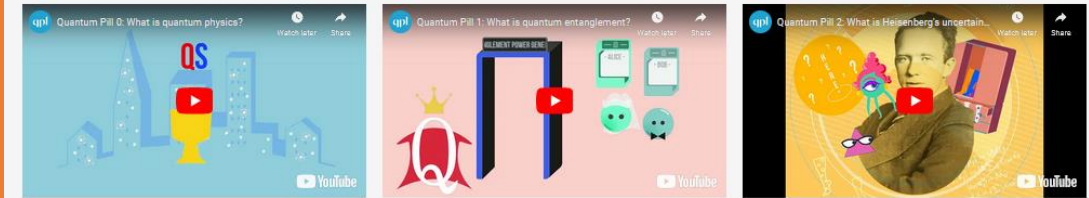


Gioco

Le meccaniche (quantistiche) I concetti quantistici



Quantum Pills



Venus: alla ricerca della bellezza
Il videogioco del progetto WQuBit

Laura Gentini

$$|Q\rangle = \cos\theta |0\rangle + \sin\theta |1\rangle$$

FLUSSO NARRATIVO (STORYTELLING): CICLO DEL PROCESSO DI PENSIERO SCIENTIFICO (STP)



CONCEPTUALIZATION

- [Wieman, C. and Perkins, K.: Transforming Physics Education. Physics Today 58, 36{41 (2005)]
- [Dorriò, B.V., Blanco-Garca, J., Costa, M.F.M.: Hands-on Physics] Experiments for Classroom. Selected Papers on Hands-on Science II
- [Flick, L.: The Meanings of Hands-On Science. Journal of Science Teacher Education 4(1) 1-8 (1993)]

**EXPERIMENTATION
OBSERVATION
ANALYSIS &
CHECKING**

**MODEL/THEORY
BUILDING**

**Experimental
literacy**



IN CAMPO QUANTISTICO:

NESSUNA ESPERIENZA DIRETTA DI FENOMENI QUANTISTICI, PURE
SPIEGATI SPLENDIDAMENTE DALLA MECCANICA QUANTISTICA
CON LA SUA MACCHINERIA FORMALE AVANZATA

LA DIFFICOLTÀ ESPLODE UNA
STRAORDINARIA SFIDA E
OPPORTUNITÀ !!!!

Tempo

età 99

0

Spazio: # e tipi di contesti educativi

Contesti formali e non formali:
Scuole/Pubblico generico/Policy makers/Aziende



ENGAGEMENT

LE OPPORTUNITÀ

Ri-pensare l'insegnamento della fisica (quantistica)

Ri-pensare gli strumenti di ricerca (quantistica)

Ri-pensare la divulgazione centrata sull'educazione

Rafforzare l'apprendimento formale e non formale

Accrescere la nostra intelligenza nell'attrarre audiences diverse attraverso l'engagement che dovrebbe sempre introdurre e seguire l'insegnamento

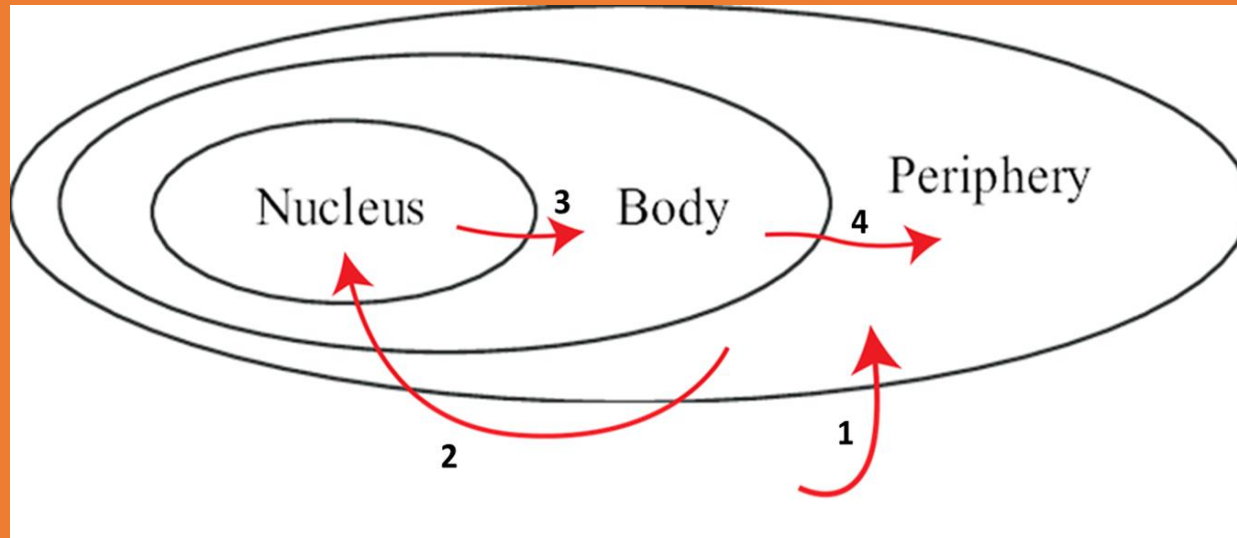
LE SFIDE

- **Come fare con alfabetizzazioni limitate**
- **Accessibilità**
- **Qualità vs. spazzatura quantistica**
- **Strumenti di misura: è scienza, dopotutto, no?**
- **Dimensioni di Ricerca e Innovazione Responsabili**

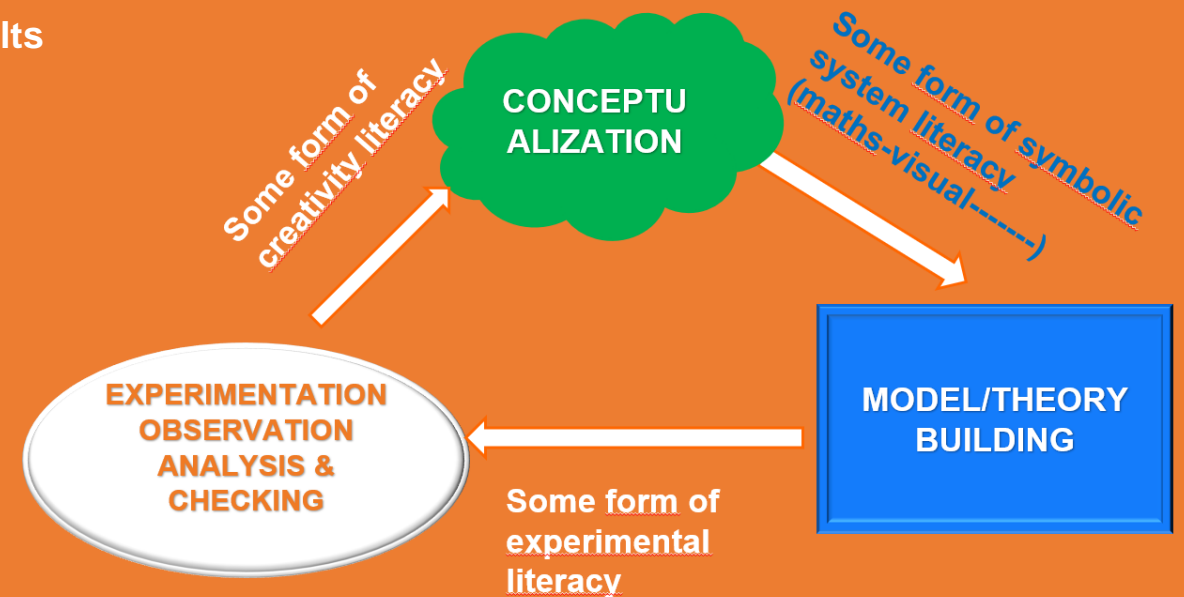


CULTURO-SCIENTIFIC STORY-TELLING

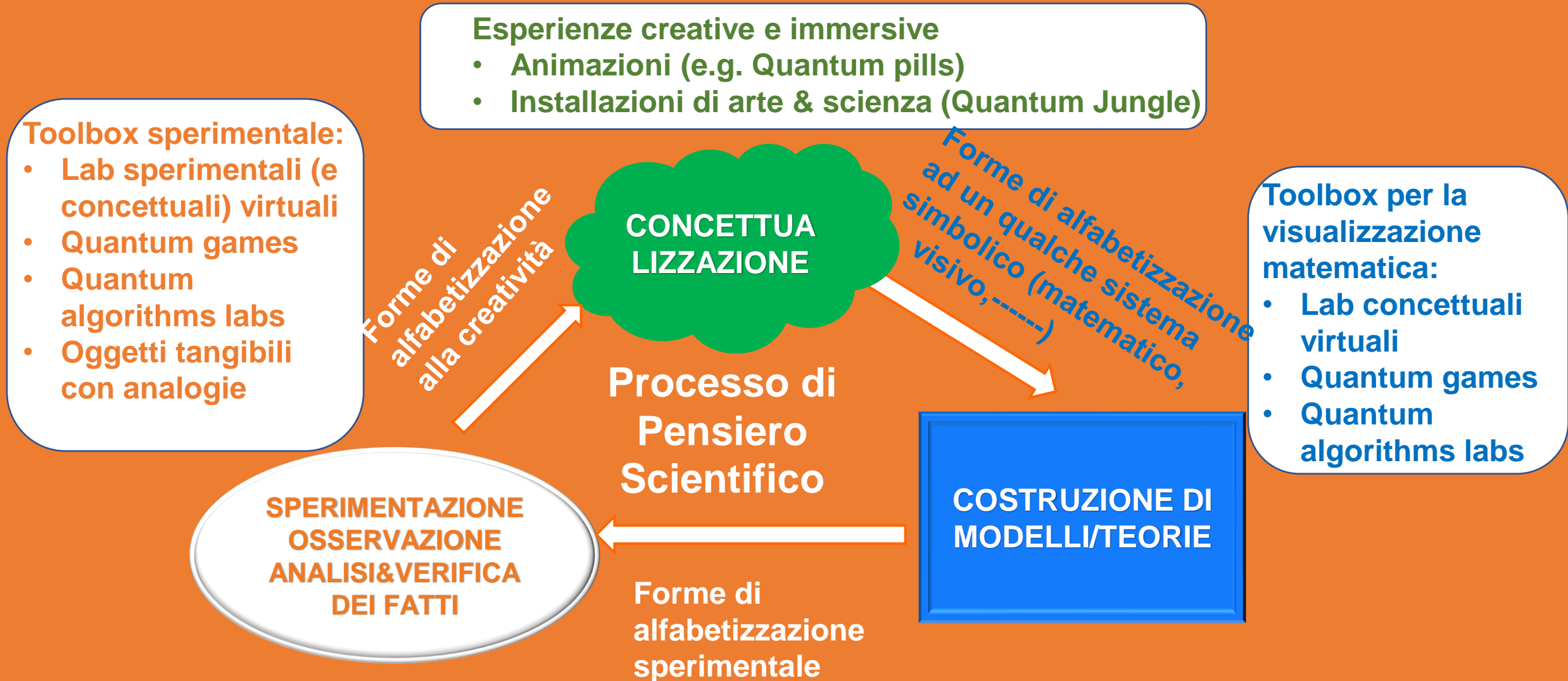
S. Goorney, C. Foti, L. Santi, J. Sherson, J. Yago Malo, and M. Chiofalo
Culturo-Scientific story-telling, *Educ. Sci.* 2022, 12, 474
<https://doi.org/10.3390/educsci12070474>



O. Levrini et al., Developing future-scaffolding skills through science education, *Intl. J. Science Edu* 41, 2647 (2019); O. Levrini et al., Recognition and operationalization of Future-Scaffolding Skills: Results from an empirical study of a teaching-learning module on climate change and futures thinking, *Science Education* 105, 281 (2021)



FLUSSO NARRATIVO (STORYTELLING): CICLO DEL PROCESSO DI PENSIERO SCIENTIFICO (STP)



QUALI STRUMENTI E QUALE CASSETTA DEGLI ATTREZZI?

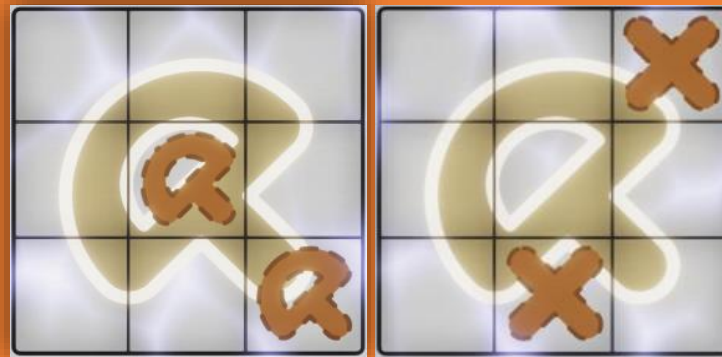
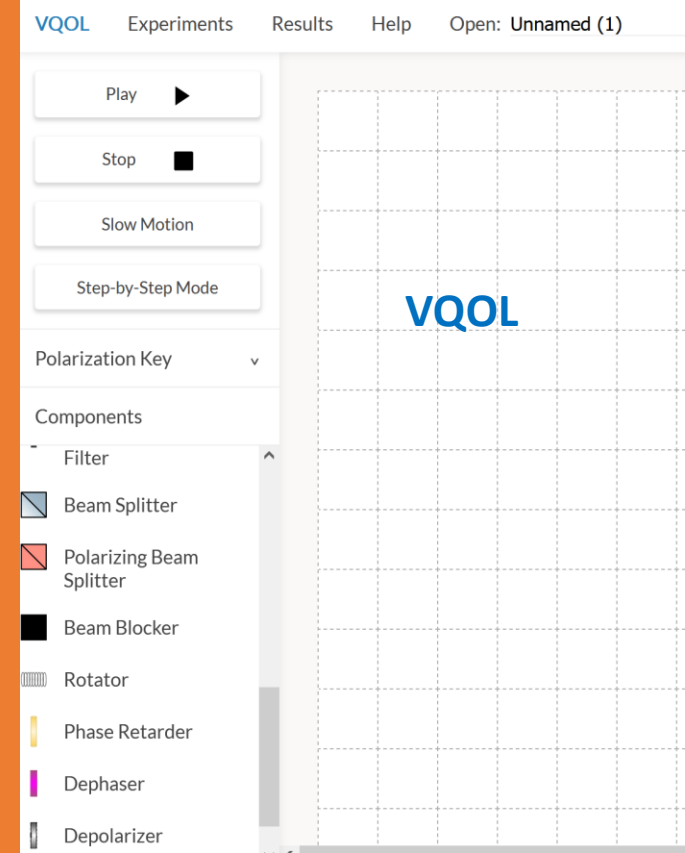
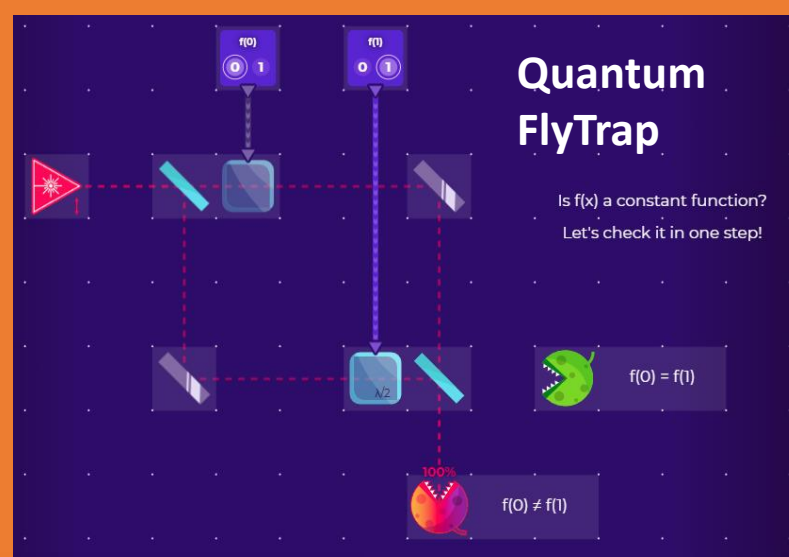
Lista (non esaustiva!!!!) di risorse esistenti per la fisica Q

- Platforms: [ScienceAtHome](#), [QPlayLearn](#), [Quantum for All](#), [Quantum Atlas](#), [Explorable Explanations](#)
- Interactive resources collection: [PhET](#), [Q12education](#) and education sections of each US [QIS-CENTERS](#)
- Quantum physics (concepts and virtual) labs: [Quantum Moves](#), [Quantum Composer](#), [Quantum Flytrap](#), [3D space](#), [Labster](#), [Virtual Quantum Optics Lab](#), [QVIS](#)
- Quantum algorithms labs and resources: [Hello Quantum/Hello Qiskit](#), [Quantum Odyssey](#)
- Quantum Games: [Psi and Delta / Particle in a Box](#) (GeorgiaTech), [James Wotton's greatest hits](#) (Rock-Paper, Cat-Box-Scissors, Battleships, TicTacQ, Qrogue, QSnake), [QWorld](#) and Quantum Game Jams
- Educational tangible objects for K12 experience activities: [Trump cards at Birmingham](#)
- Quantum pills and animations: [QPlayLearn](#), [Quantum Tour](#), [Quantum Visions](#)
- Artistic immersive experiences (visual, audible, touchable): [Quantum Jungle](#)
- Online courses for different types of beneficiaries: [QWorld](#), [QPlayLearn-comp](#), [IBM-Zurich](#), [QURECA](#)

[Z. Seskir et al., Quantum Games and Interactive Tools for Quantum Technologies Outreach and Education, [Optical Engineering](#), 61(8), 081809 (2022). <https://doi.org/10.1117/1.OE.61.8.081809>]

- Labs virtuali
- Quantum games
- Animazioni
- Quantum pills
- Esperienze artistiche interattive
- FQ-concepts labs
- FQ-algorithmiq labs

**SPERIMENTAZIONE
OSSERVAZIONE
ANALISI&VERIFICA
DEI FATTI**



TiqTaqToe

Quantum Games

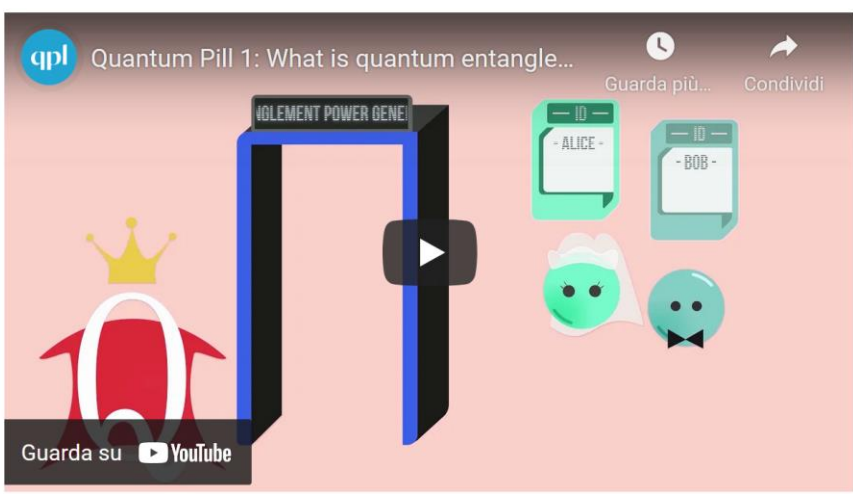
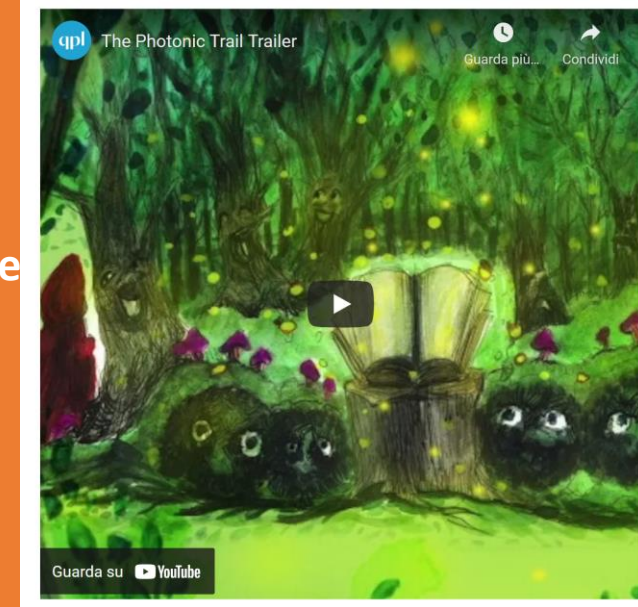
PsiDelta



- Animazioni
- Quantum pills
- Esperienze artistiche immersive

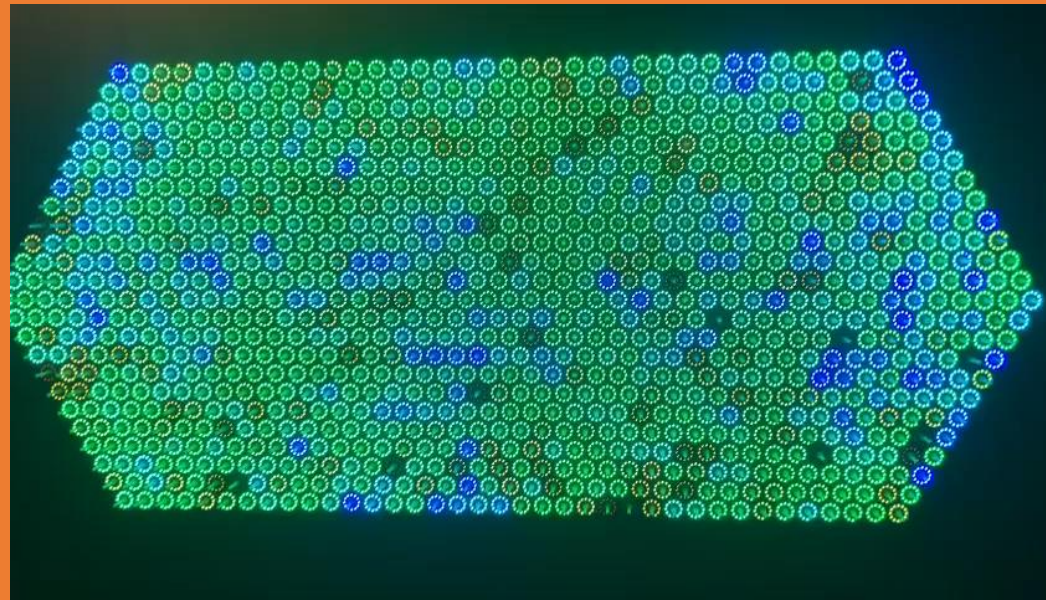
CONCETTUALIZZAZIONE

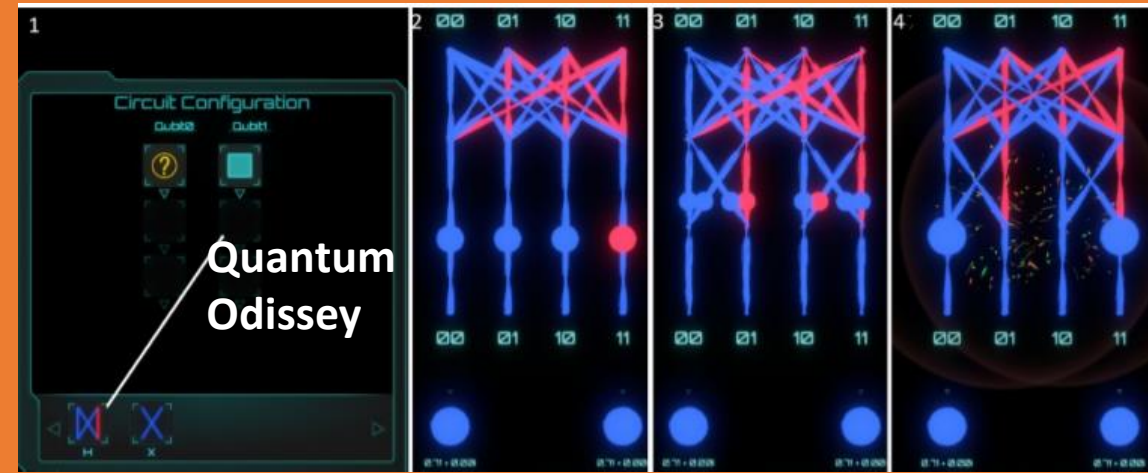
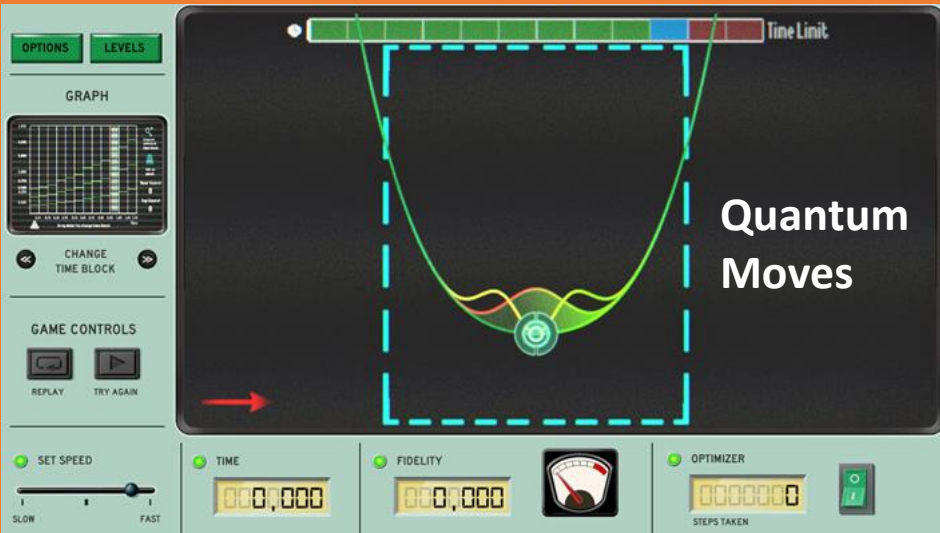
Treasure Hunt (QPL)



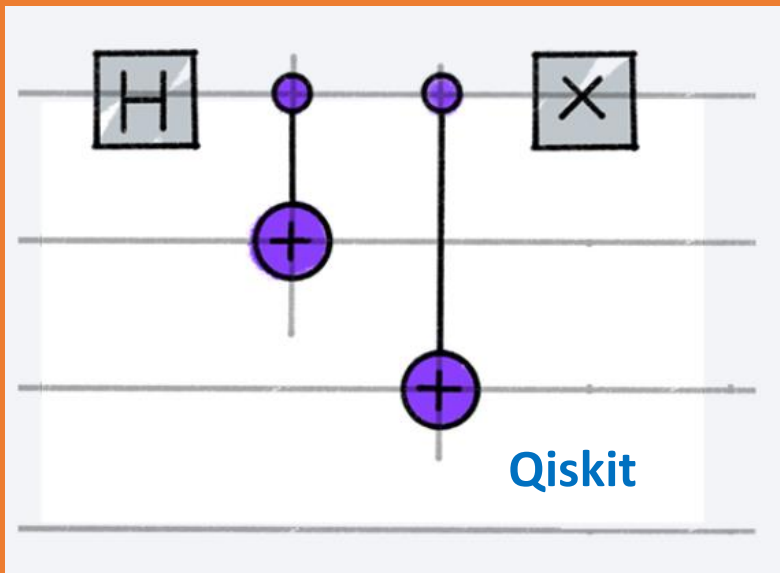
Quantum Pill- QPlayLearn

Esperienza artistica: Quantum Jungle (QPL)





- QP-concepts labs
- QP-algo labs
- Quantum games
- Matematica!



**FORMALIZZAZIONE/
COSTRUZIONE DI
MODELLI/TEORIE**

INSPIRING IDEAS

OVER 200,000 COPIES SOLD

HOWARD
GARDNER

Author of *Frames of Mind*



Multiple
Intelligences

New Horizons

COMPLETELY REVISED AND UPDATED

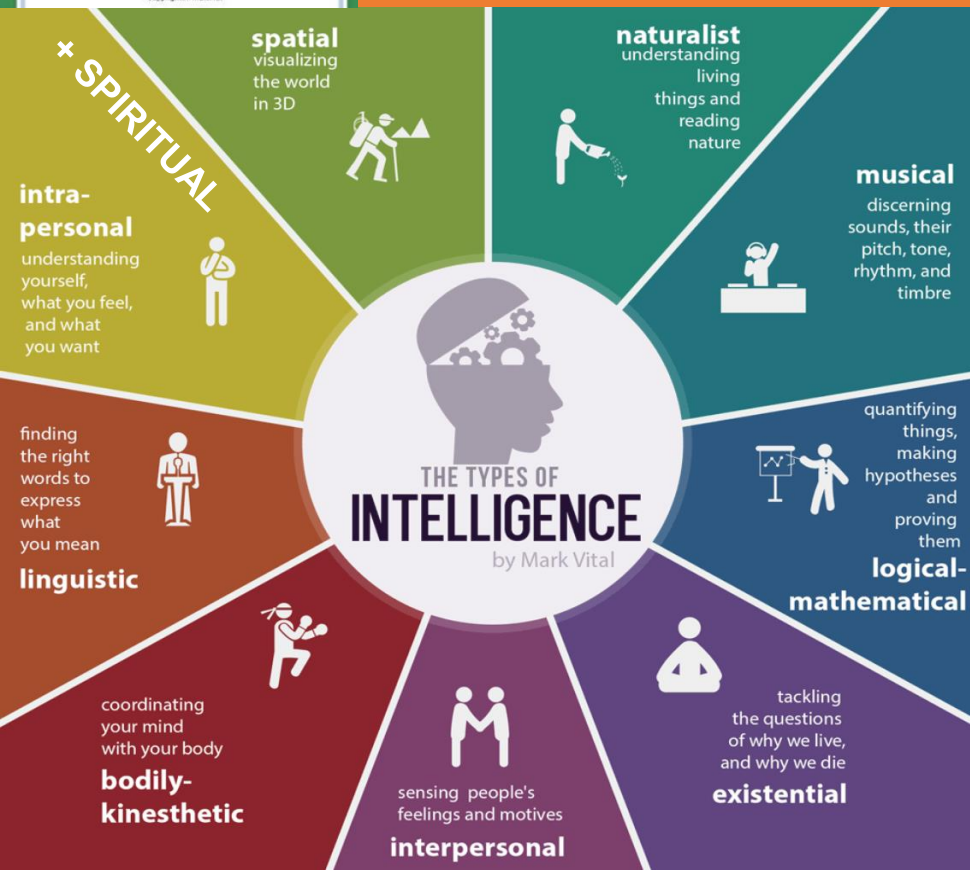
Copyrighted Material

HG MULTIPLE INTELLIGENCES THEORY

Abilità
Competenze
Intelligenze

Intelligenza:

- Potenziale bio-psicologico per elaborare informazioni, attivate in contesto culturale per risolvere problemi e creare prodotti di valore per esso
- Composizione unica di molte intelligenze
- Implica più lingue
- Tecnologie sviluppate per sostenere e compensare le difficoltà linguistiche
- In continua evoluzione
- Discipline: mezzi non obiettivi
- Intelligenza distribuita: persona vs. comunità (approcci di citizen science 😊)
- Non misurabile con un QI



HG 5 MENTI PER IL FUTURO

- **DISCIPLINATA** [Storia, Scienze+Math, Arte]
 - Educare all'uso di linguaggi disciplinari progressivamente complessi
- **SINTETICA** [«A Syhntesizing Mind» by HG]
- **CREATIVA**
 - Educare alla sintesi e alla creatività
- **RISPETTOSA**
- **ETICA** [The Good Project e il Vero, Bello, Bene]
 - Educare ad un approccio di Ricerca e Innovazione Responsabili (RRI)

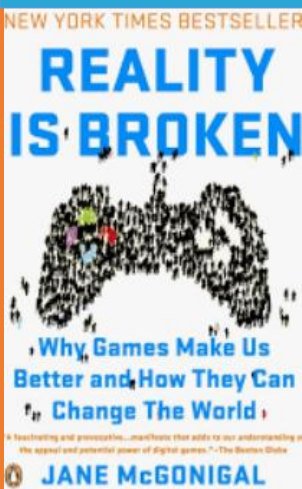
I GIOCHI SERI CAMBIANO IL MONDO



MARIA MONTESSORI
Giocare è il
lavoro del/la
bambino/a

GIOCO= obiettivo

- + set di regole: vincoli & opportunità per il pensiero creativo
- + feedback: rinforza le motivazioni e la partecipazione attiva
- + partecipazione volontaria: rimanere o lasciare- esperienza sempre positiva



- Favorisce:
Immaginazione, benessere emotivo, prosocialità, competizione come da etimo

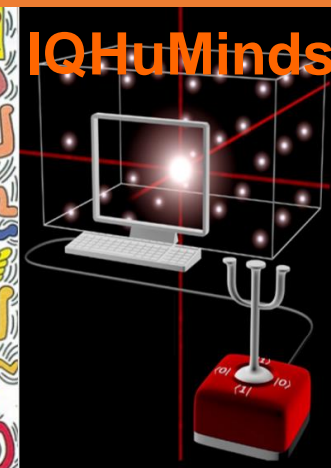
- Strumento per innovare, in processi partecipativi:

Educazione

Lavoro

Decision making

Ricerca: *approccio citizens science*



IQHuMinds



Gamification

(Video)Games con
scopo

Risorse

Moltitudine di gamers

e.g. solo in USA:

- 183 milioni
- 40 ore/settimana



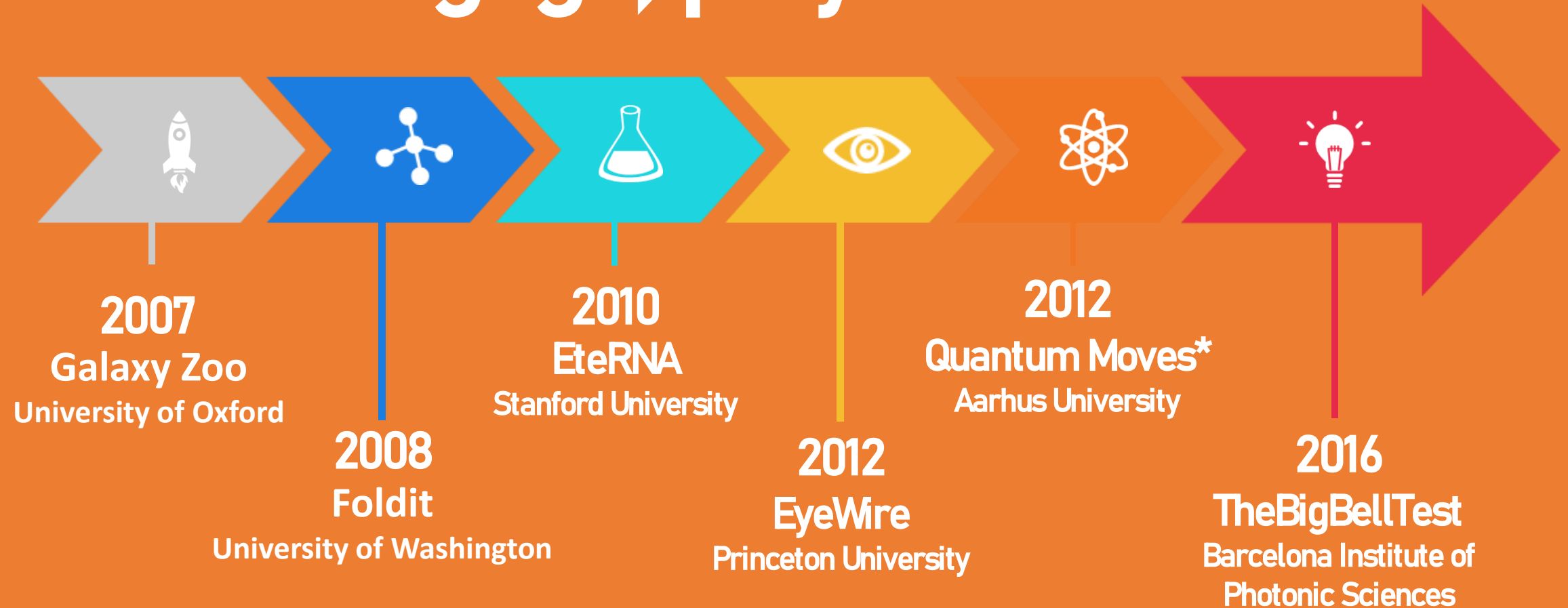
*J. McGonigal – «Reality is Broken» (2011)

CREDITS:

MATTIA BOSCARDIN

BSD Physics 2020

Engage, play and learn



Potenza della mente + Potenza dei computers

CREDITS:
MATTIA BOSCARDIN
BSD Physics 2020

**Quantum Moves - ScienceAtHome.org*



UNIVERSITÀ DI PISA



■ ■ ■ fondazione
sistema toscana



devitalia
Telecomunicazioni



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



Ludoteca
Registro.it

THE QUANTUM BIT WOMAN WQuBit



Venus: alla ricerca della bellezza
Il videogioco del progetto WQuBit

Laura Gentini

WQuBit

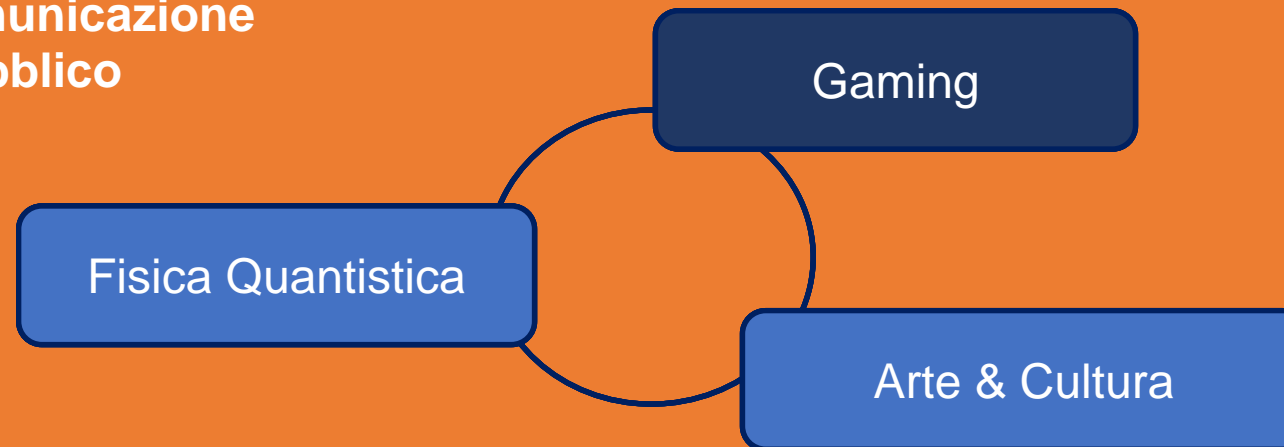
Scopo & Contenuti

Creare e diffondere un **videogioco**

per valorizzare, fruire il **patrimonio artistico e culturale toscano**

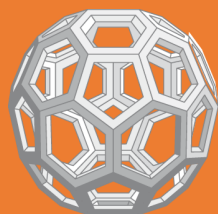
in cui le bizzarre regole della **Fisica Quantistica** potenziano immaginazione e pensiero creativo.

Divulgazione e comunicazione
della scienza al pubblico



Proporre soluzioni al
problema della fruibilità del
patrimonio culturale
interattivo ed utile
(in citizen science approach)





■ ■ ■ **fondazione
sistema toscana**

Fondazione per la Diffusione e
fruizione del patrimonio
culturale

Giocatori e Giocatrici propongono
soluzioni creative e nuove idee la
codifica, nel videogioco, del problema
culturale da risolvere



Approccio **Citizen Science**

WQuBit

Metodi di ricerca & sviluppo

Metodo **Partecipativo**



- Team Interdisciplinare e Internazionale
- Eventi di co-design del gioco aperti al pubblico

WQuBit

Stato dell'arte

Educare alla Bellezza giocando

- 29 partecipanti
- Operatori e Operatrici del mondo della cultura
- Cosa significa **patrimonio culturale**?
- Quali sono i **valori** del patrimonio culturale?
- E' possibile individuare una «**scala di valori**» da acquisire nel **processo di avvicinamento** progressivo al patrimonio culturale?

Operatori e operatrici /Curatori e curatrici di Musei	9
Architetti/e (Ordine degli Architetti di Pisa)	3
Impiegati/e comunali (ufficio per la promozione della cultura e del territorio o biblioteche comunali)	3
Insegnanti di scuola superiore	2
Studenti e studentesse universitari (settore umanistico, artistico e culturale)	3
Liberi professionisti/e (giornalisti/e, artisti, freelance)	6
Centro Nazionale delle Ricerche	1
N.D.	2



WQuBit

Stato dell'arte

Quantum Game Mechanics

Nuova Fisica per Nuovi Giochi

- 17 studenti e studentesse di Game design
- Accademia "TheSign" di Firenze
- Dizionario minimale di Fisica Quantistica
- «Game Design Jam», gara a gruppi di sviluppo di una meccanica di gioco basata sulla Meccanica Quantistica
- Evento formativo per studenti
- Fornire materiale creativo e nuovi stimoli per creare giochi
- Di ispirazione per il team di WQubit
- PI delle meccaniche ideate agli studenti



**INTERNET
FESTIVAL 2023**
FORME DI FUTURO



THE SIGN
COMICS & ARTS ACADEMY FIRENZE

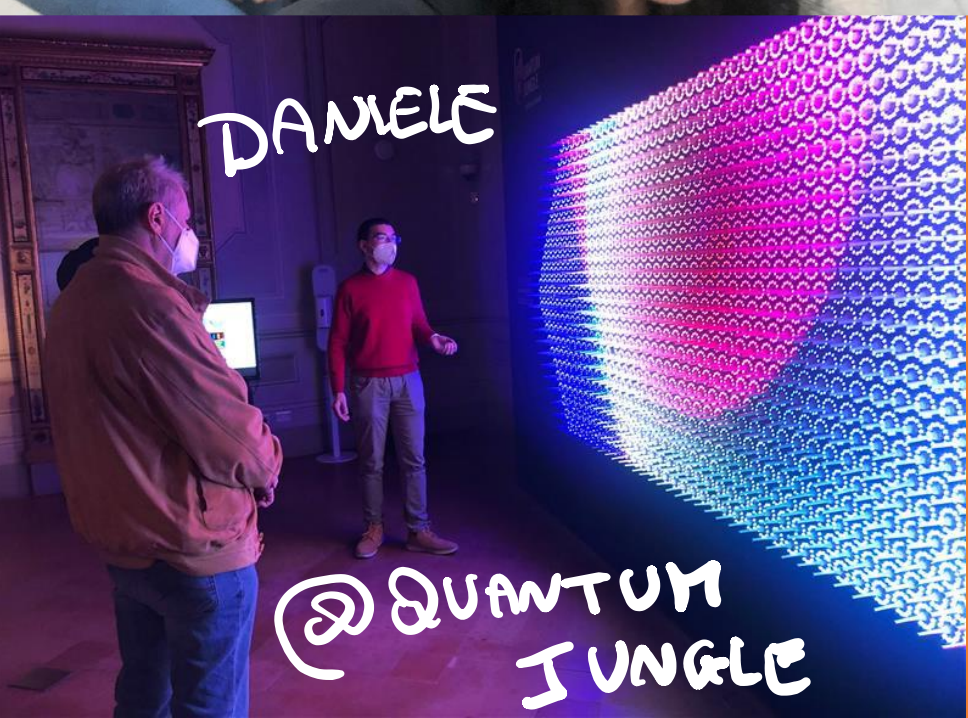
WQuBit

Stay Tuned!

Mostra @ Internet Festival 2023 – Pisa
Materiali di preproduzione del videogioco di WQuBit

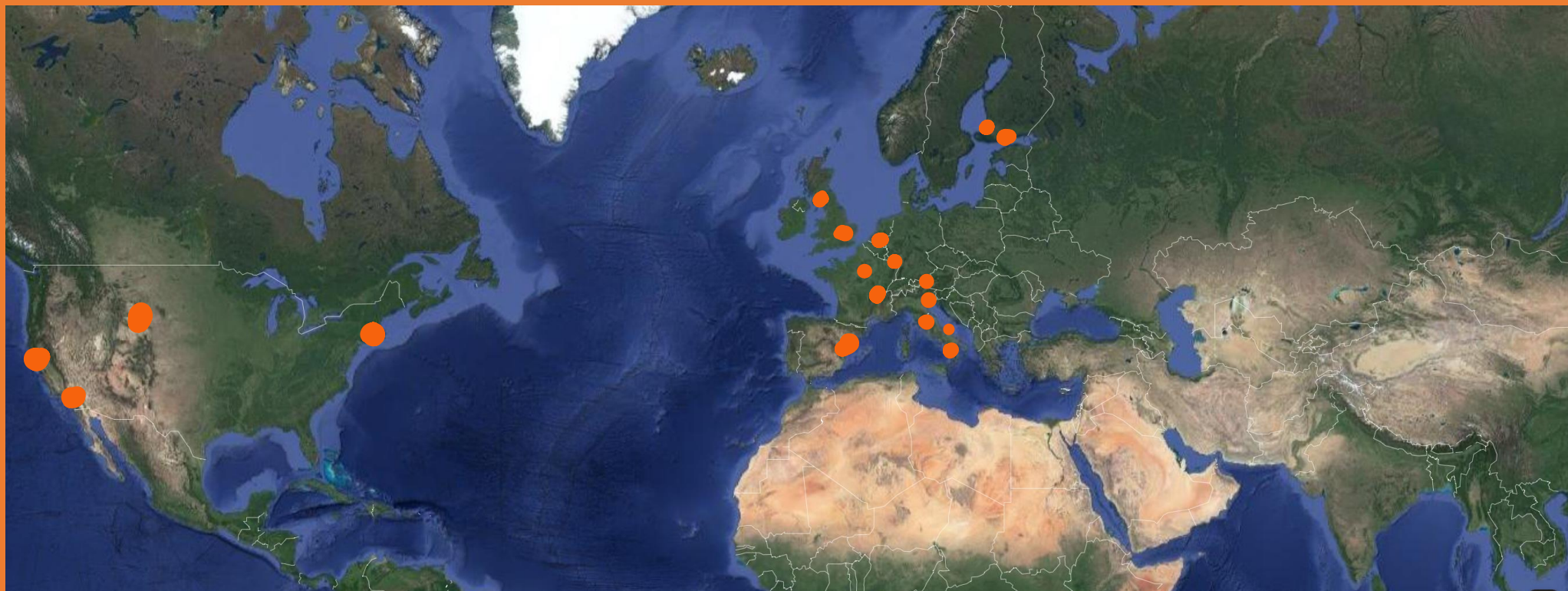
Design dei personaggi
Concept Art delle ambientazioni
E molto altro!

Studenti e studentesse della classe di Fumetto
seriale dell'accademia TheSign



In collaborazione
(in/direttamente)

con:



BCS-BEC CROSSOVER

Murray Holland (JILA, Colorado)
Jinx Cooper (JILA)
Servaas Kokkelmans (TU Eindhoven)
Kathy Levin (Chicago U)

DIPOLAR GASES+ SYNTHETIC GAUGE FIELDS

Ben Lev (Stanford)
Roberta Citro (Salerno)
Stefania De Palo (Democritos)
Edmond Orignac (ENS, Lyon)

IONS+QUANTUM LUBRY

Vladan Vuletic (MIT)
Giovanna Morigi (Saarbrucken)

QUANTUM METROLOGY

Guglielmo Tino (LENS, Firenze)
Nicola Poli (LENS, FIRENZE)
Murray Holland (JILA, Colorado)
Athreya Shankar (IQOQI Innsbruck)
Luca Lepori (UniCal, UniPi)
Andrea Trombettoni (SISSA, Trst)
Augusto Smerzi (INO-CNR)

FERMIONS IN QED CAVITIES

Ben Lev (Stanford)
Jonathan Keeling (St. Andrews)
Andrew Daley (Strathclyde, Glasgow)



Concetta Morrone
Dept TRNSM Tech (Medicine)
UNIFI-PisaVisionLab

ION+PHOTON+QUANTUM VISION+QUANTUM MEMORY

Sabrina Maniscalco (Helsinki U and Algorithmiq)
Concetta Morrone (UNIFI) and Marco Cicchini (CNR-Pisa)
Jorge Yago Malo (UNIFI)
Roberto Grossi, Susanna Pelagatti, Antonio Cisternino (UNIFI)
Andrea Ferrara (SNS) and Heather Lewandovski (JILA)
Toni Acìn, Maciej Lewenstein, Morgan Mitchell (ICFO)
Bert Kappen (Radboud) and Paavo Pylkkanen (Helsinki)

Companies: Unity-IBM Zurich- MiTale-VIS-QuSide

Marco Cicchini



AEDGE: Atomic experiment for dark matter and gravity exploration in space

Andrea Bertoldi¹ · Kai Bongs² · Philippe Bouyer¹ · Oliver Buchmueller³ · Benjamin Canuel¹ · Laurentiu-Ioan Caramete⁴ · Maria Luisa Chiofalo⁵ · Jonathon Coleman⁶ · Albert De Roeck^{7,8} · John Ellis^{9,10,11} · Peter W. Graham¹² · Martin G. Haehnel¹³ · Aurélien Hees¹⁴ · Jason Hogan¹² · Wolf von Klitzing¹⁵ · Markus Krutzik¹⁶ · Marek Lewicki^{9,17} · Christopher McCabe⁹ · Achim Peters¹⁶ · Ernst Rasel¹⁸ · Albert Roura¹⁹ · Dylan Sabulsky¹ · Stephan Schiller²⁰ · Christian Schubert¹⁸ · Carla Signorini⁵ · Fiodor Sorrentino²¹ · Yeshpal Singh² · Guglielmo Maria Tino^{22,23} · Ville Vaskonen^{9,10} · Ming-Sheng Zhan²⁴

SAGE: A proposal for a space atomic gravity explorer^{*}

Guglielmo M. Tino^{1,a}, Angelo Bassi², Giuseppe Bianco³, Kai Bongs⁴, Philippe Bouyer⁵, Luigi Cacciapuoti⁶, Salvatore Capozziello⁷, Xuzong Chen⁸, Maria L. Chiofalo⁹, Andrei Derevianko¹⁰, Wolfgang Ertmer¹¹, Naceur Gaaloul¹¹, Patrick Gill¹², Peter W. Graham¹³, Jason M. Hogan¹³, Luciano Iess¹⁴, Mark A. Kasevich¹³, Hidetoshi Katori¹⁵, Carsten Klempt¹¹, Xuanhui Lu¹⁶, Long-Sheng Ma¹⁷, Holger Müller¹⁸, Nathan R. Newbury¹⁹, Chris W. Oates¹⁹, Achim Peters²⁰, Nicola Poli¹, Ernst M. Rasel¹¹, Gabriele Rosi¹, Albert Roura²¹, Christophe Salomon²², Stephan Schiller²³, Wolfgang Schleich²¹, Dennis Schlippert¹¹, Florian Schreck²⁴, Christian Schubert¹¹, Fiodor Sorrentino²⁵, Uwe Sterr²⁶, Jan W. Thomsen²⁷, Giuseppe Vallone²⁸, Flavio Vetranò²⁹, Paolo Villoresi²⁸, Wolf von Klitzing³⁰, David Wilkowski³¹, Peter Wolf³², Jun Ye³³, Nan Yu³⁴, and Mingsheng Zhan³⁵



Grazie a tutte e tutti?

per la

vostre attenzione

Giulio

Quantum Pill 0: what is Quantum Physics?



<https://youtu.be/j0z2BaHRaVE>



https://youtu.be/jyidE_qVk5I



<https://youtu.be/8UhRINpq6Mo>