

Sviluppi di app 3D educational ad argomento astronomico

Matteo Di Carlo · INAF – OAAb
22nd Advanced School of Computer Graphics and AI for Cultural Heritage and
Science



Chi sono

Ricercatore Tecnologo

- Laurea in Ingegneria informatica
- Dal 2014 in forze all'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (INAF – OAAb)
 - DevOps e monitoraggio e controllo di sistemi evoluti
 - Tecnologie 3D per divulgazione



Matteo Di Carlo
@matteo1981



Cloud Native / DevOps

Infrastruttura, container, orchestration, sviluppo e automazione



Unity 6

Game engine per applicazioni 3D e VR/AR



C#

Sviluppo software



ShaderLab

Shader per rendering personalizzato



URP

Universal Render Pipeline



OpenXR

Standard XR multi-piattaforma



Meta Quest

Visori VR



Kubernetes

Orchestrazione container



Docker

Containerizzazione applicazioni



Go

Sviluppo (utility, operatori)



Kubebuilder

Sviluppo operatori Kubernetes



Python

Sviluppo applicazioni, analisi dati, integrazioni



TypeScript

Sviluppo web e tool



Grafana

Visualizzazione e dashboard



Prometheus

Monitoraggio e metriche



TANGO Controls

Controllo di strumentazione scientifica e sistemi distribuiti



Unity / XR / Grafica

Applicazioni 3D, didattica, simulazioni scientifiche



Perché il 3D in astronomia?

Molti fenomeni non sono direttamente manipolabili né osservabili in scala umana

- Rende visibili strutture e scale difficili da immaginare.
- Trasforma concetti astratti in oggetti nello spazio.
- Permette di osservare causa-effetto attraverso interazioni.
- Consente esperimenti “impossibili”: entrare in una stella, ricostruire un sistema, avvicinarsi a Saturno.

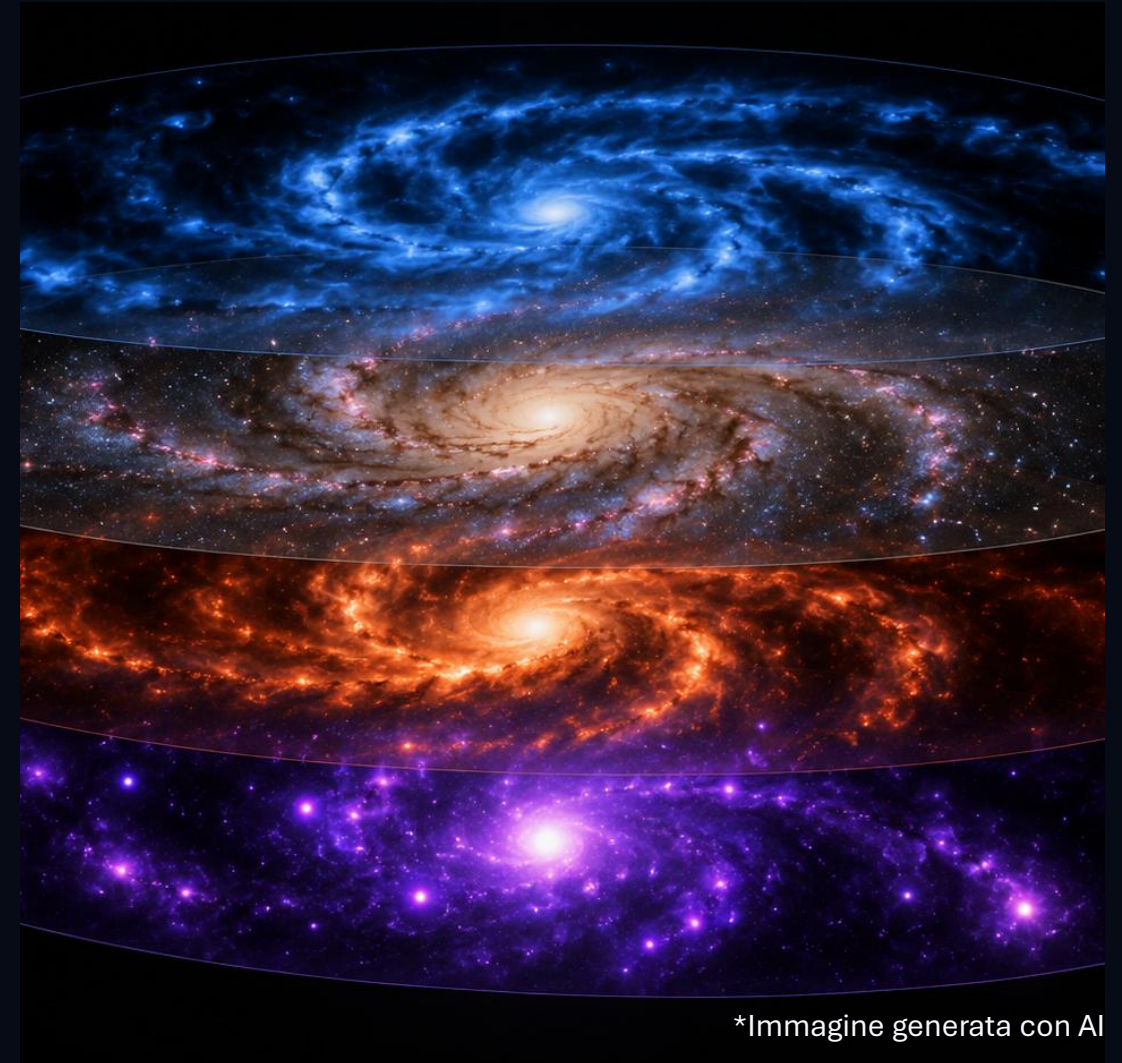


*Immagine generata con AI



- Strumento di creazione di giochi 3D o altri contenuti interattivi
- Compatibile con la maggior parte dei formati 3D in circolazione
- Supporto nativo per blender
- Possibilità di animazioni anche complesse
- unity.com

Unity come laboratorio interattivo

Scene, GameObject, componenti, fisica e scripting



*Immagine generata con AI

Scene

menù, livelli, missioni, UI

GameObject

oggetti con trasformazioni e componenti

Componenti

mesh, luci, camera, audio, rigid body

Scripting

regole, input, collisioni, feedback

Asset-driven development

Dal concetto al deploy

Un asset è una risorsa per un progetto:

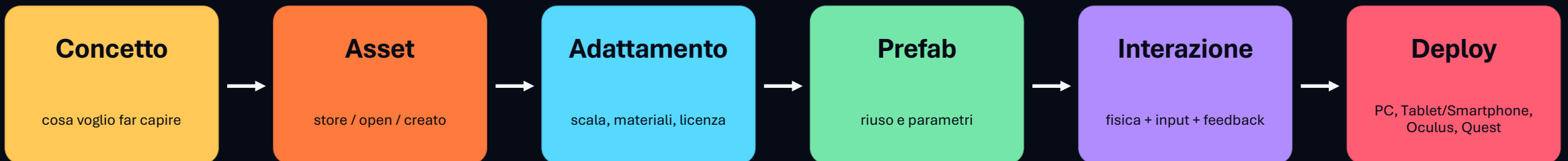
- Scene
- Contenuti multimediali: immagini, suoni, modelli 3D
- Script C#
- Package: collezioni riusabili di asset

Il progetto non è solo codice: è un insieme organizzato di risorse

Asset propri, open asset, package e Asset Store accelerano prototipazione e qualità visiva

Progetto Unity = insieme di asset

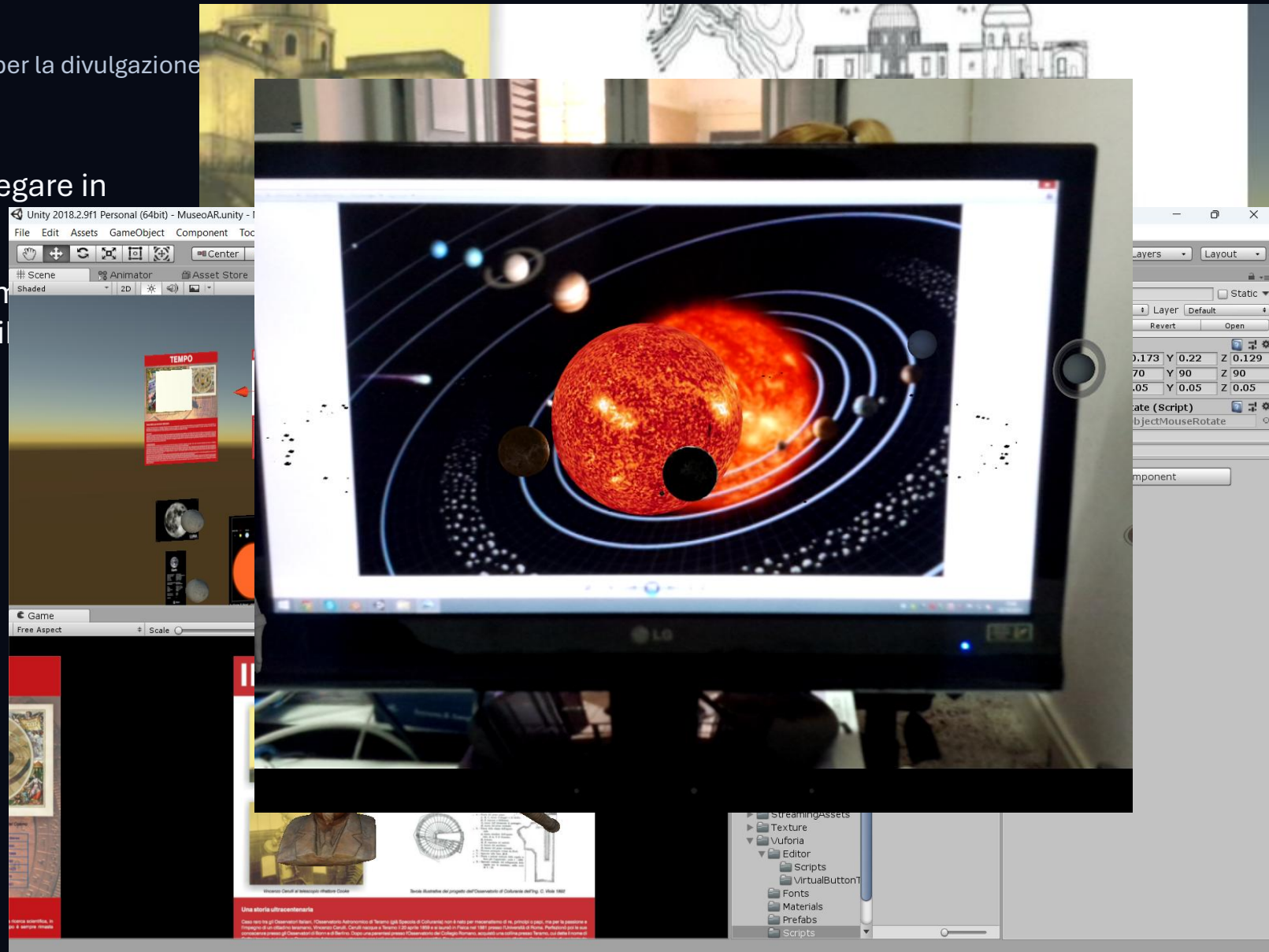
- 1 Definire il concetto astronomico da far capire
- 2 Identificare modelli e asset necessari
- 3 Costruire scena, animazioni e feedback
- 4 Aggiungere game logic e interazione
- 5 Esportare su PC, web, mobile o VR



MuseOAAb

Il punto di partenza: tecnologie 3D come infrastruttura per la divulgazione

- 1 Far vedere e far provare, non solo spiegare in particolare con AR (Vuforia)
- 2 Ricostruzioni 3d fotografiche, uso di modelli semplici per pianeti e oggetti disponibili
- 3 Scena costruita con target AR e modelli
- 4 Scoperta oggetto 3D e rotazioni semplici
- 5 Deploy su tablet



StabilityValley

Il mio unico progetto di modellazione con blender

1

Far Vedere e permettere la spiegazione della valle di stabilità β ad un astronomo che così può introdurre il processo di decadimento beta e il processo di cattura dei neutroni

2

Ricostruzione matematica della valle

3

Scena costruita con il modello costruito e semplici particle system

4

Nessuna

5

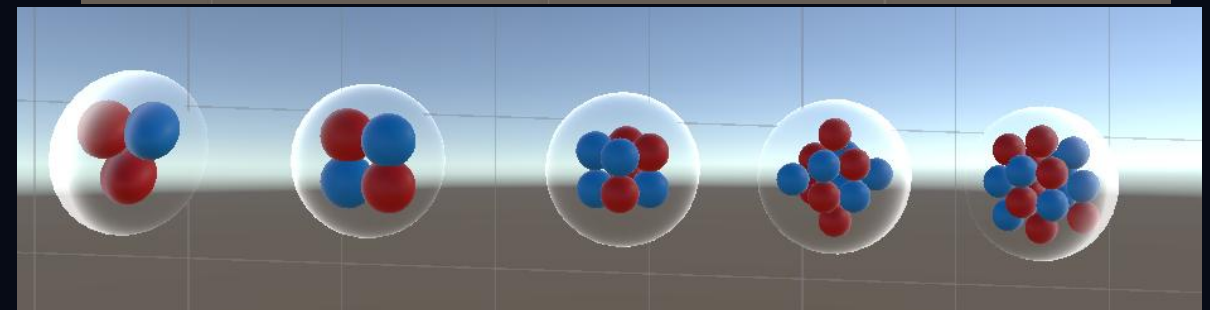
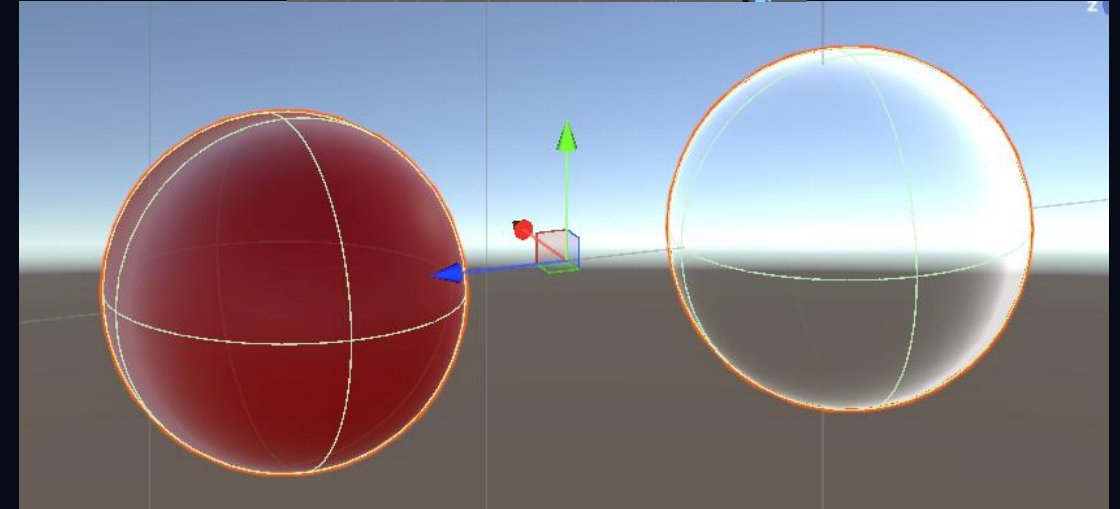
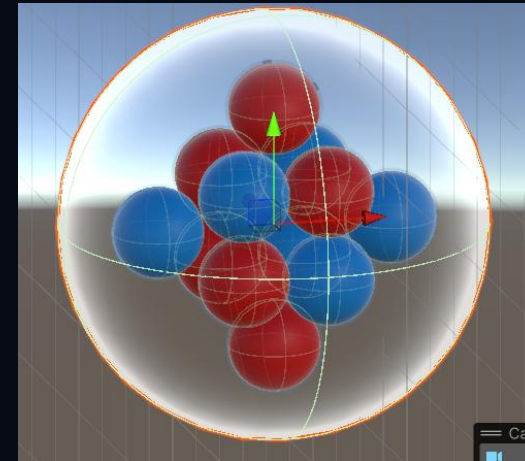
Video

InsideStars

Entrare nella stella per vedere processi normalmente invisibili

- 1 Introduzione alla fisica delle stelle, reazioni nucleari, come nasce l'ossigeno nelle stelle
- 2 Protoni, Neutroni e elementi complessi (realizzati con un effetto glass), raggi gamma, neutrini, positroni
- 3 Scena costruita partendo da uno degli esempi disponibili
- 4 Grab degli elementi e collisioni
- 5 Windows e Kinect, successivamente Android

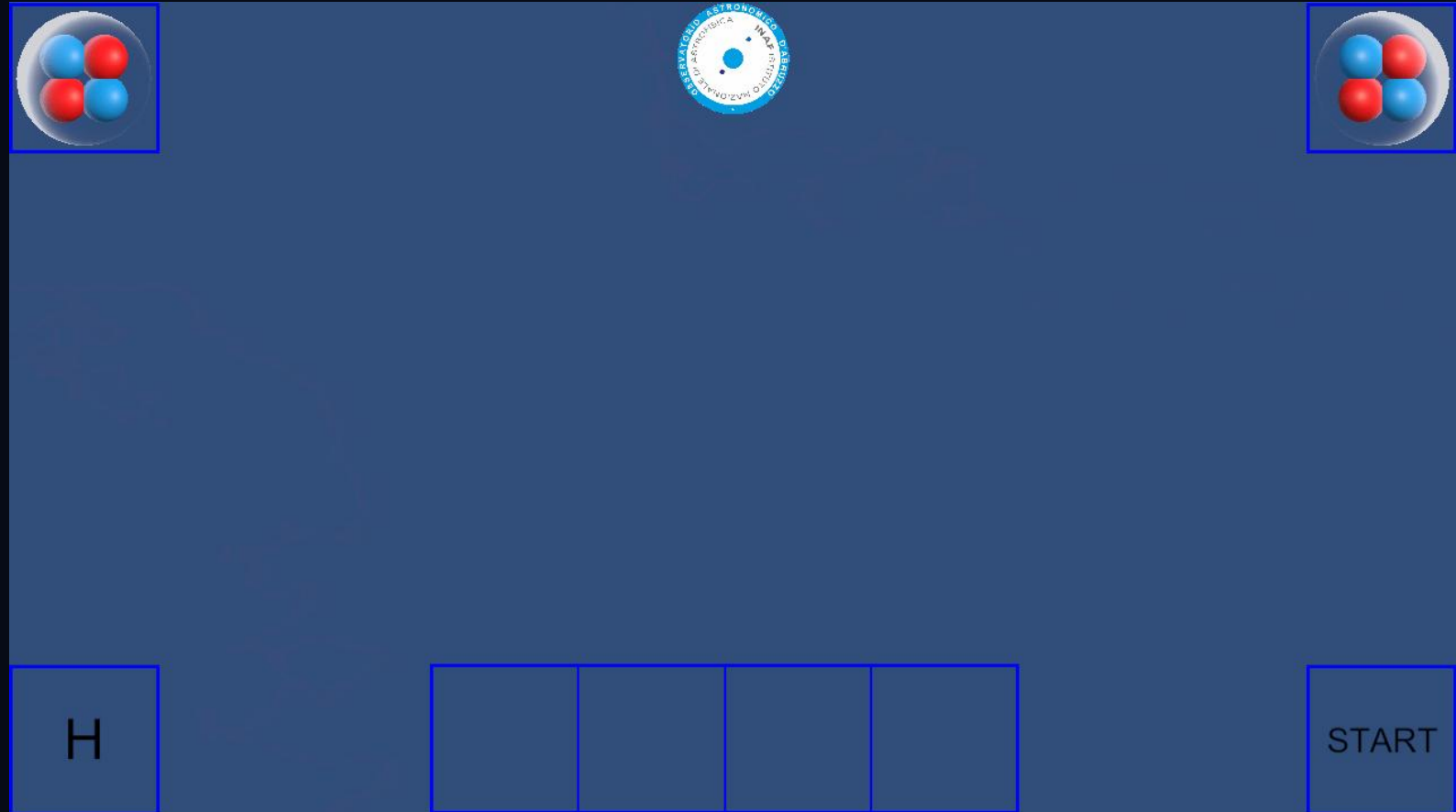
Da “la stella è una sfera luminosa” a “la stella è una struttura fisica”.
Visualizzare interno, particelle, energia e processi di fusione.



InsideStars: cosa impara l'utente?

Struttura, scala e causalità diventano esplorabili

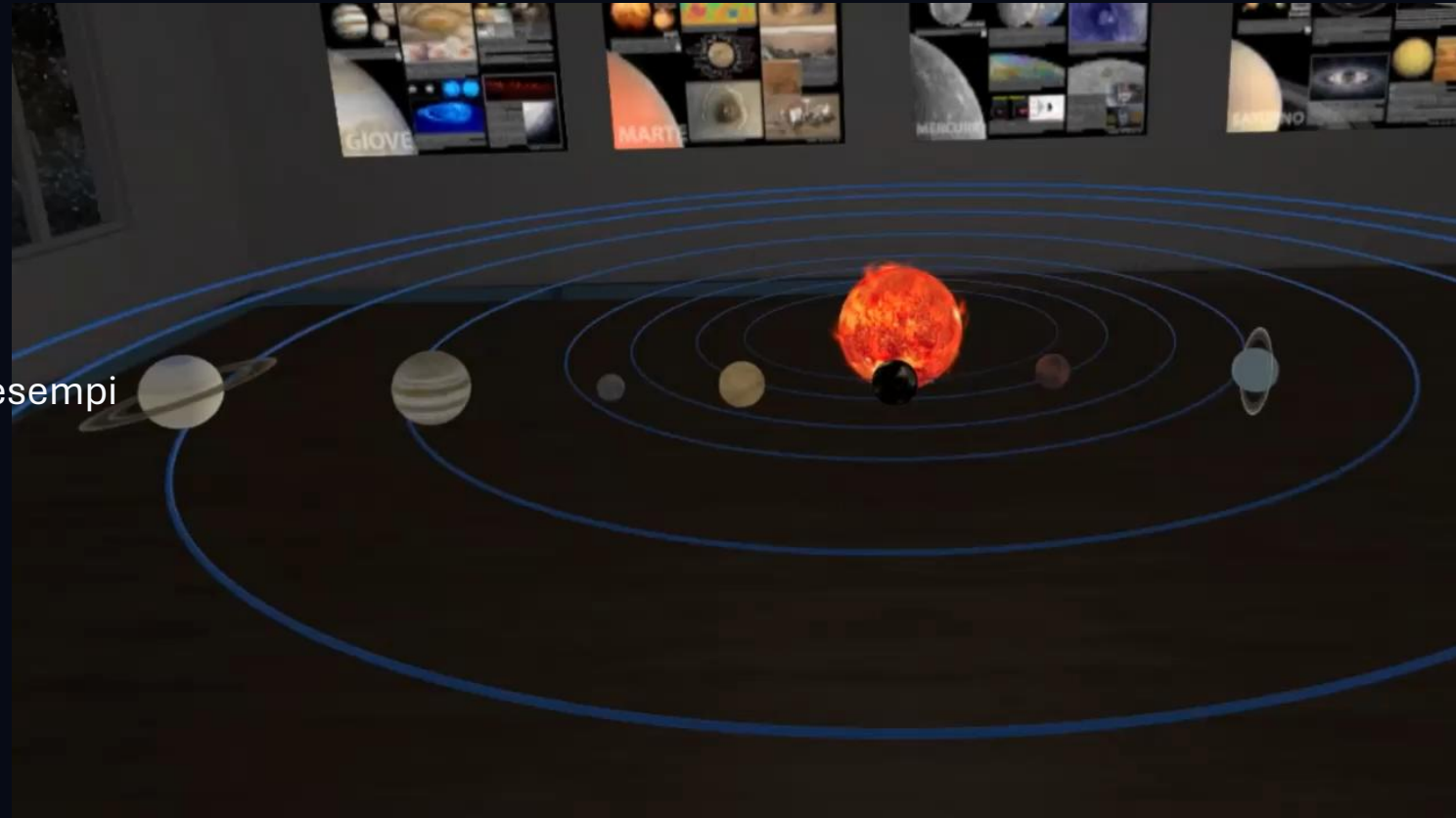
Visualizza la fusione
termonucleare stellare e
permette agli utenti di
interagire con i nucleoni sullo
schermo per riprodurre le
reazioni nucleari e osservare:
il nuovo elemento prodotto
le particelle emesse
i fotoni emessi



Rebuild the solar system

Costruire il sistema solare per capirne ordine, scala (solo delle rotazioni) e relazioni

- 1 Introduzione al Sistema solare
- 2 Sistema solare
Oculus framework
- 3 Scena costruita partendo da uno degli esempi disponibili
- 4 Grab del pianeta, orbite
- 5 Oculus



Il giocatore non osserva soltanto: ricostruisce.
La sequenza dei pianeti diventa una sfida cognitiva.
Le orbite danno un contesto spaziale, non una lista di nomi.
La VR aumenta presenza, scala e memoria spaziale.

Rebuild the solar system

Azione, feedback, correzione



BlackHoleExplorer

Da uno shader ad un exhibit

Da uno shader di buco nero a un contenuto divulgativo autonomo.
L'asset diventa un exhibit: non solo effetto visivo, ma oggetto da esplorare.



Supermassive black hole tutorial

20 April 2021 · 6346 words · 30 mins

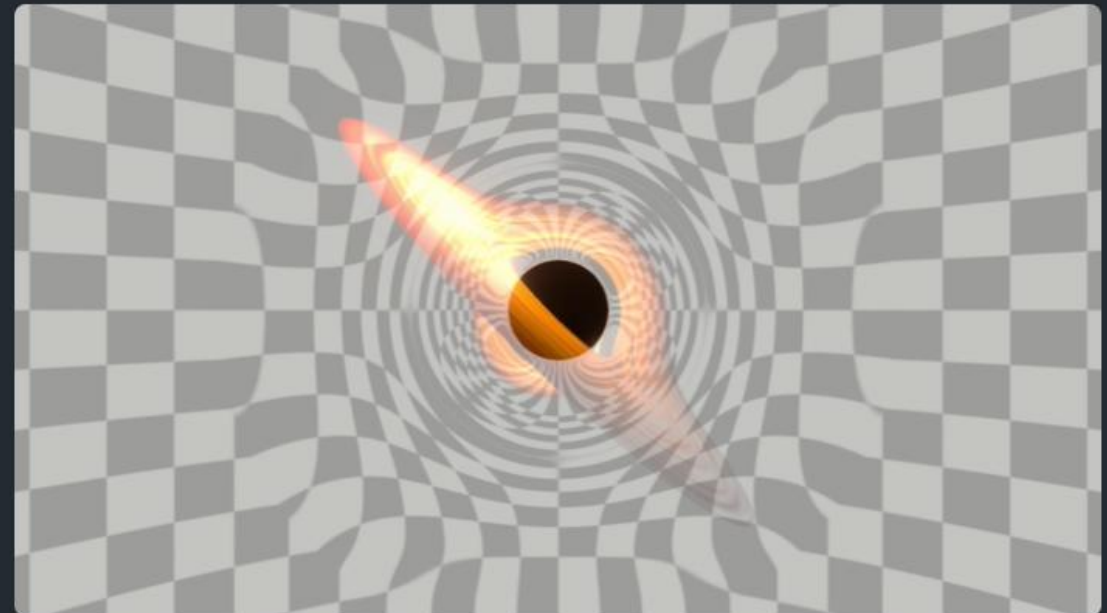
Raymarching

Unity



AUTHOR

Kelvin van Hoorn



Final result, a depiction of a black hole on a checker background that gets distorted.

Due to the interest in my supermassive black hole (SMBH) shader I've decided to write a tutorial on it. Note that it is my first tutorial, and thus the format will be a bit janky as I try to figure out a good way of communicating my process.

07/10/2026

BlackHoleExplorer

Da uno shader ad un exhibit

Terra
03/11/2025
10:28:25

Distanza dal buco nero
100 miliardi di km



Osservatore
03/11/2025
10:28:25

Position: (0,0,0)
Rotation: (0,0,0)

SunEscape

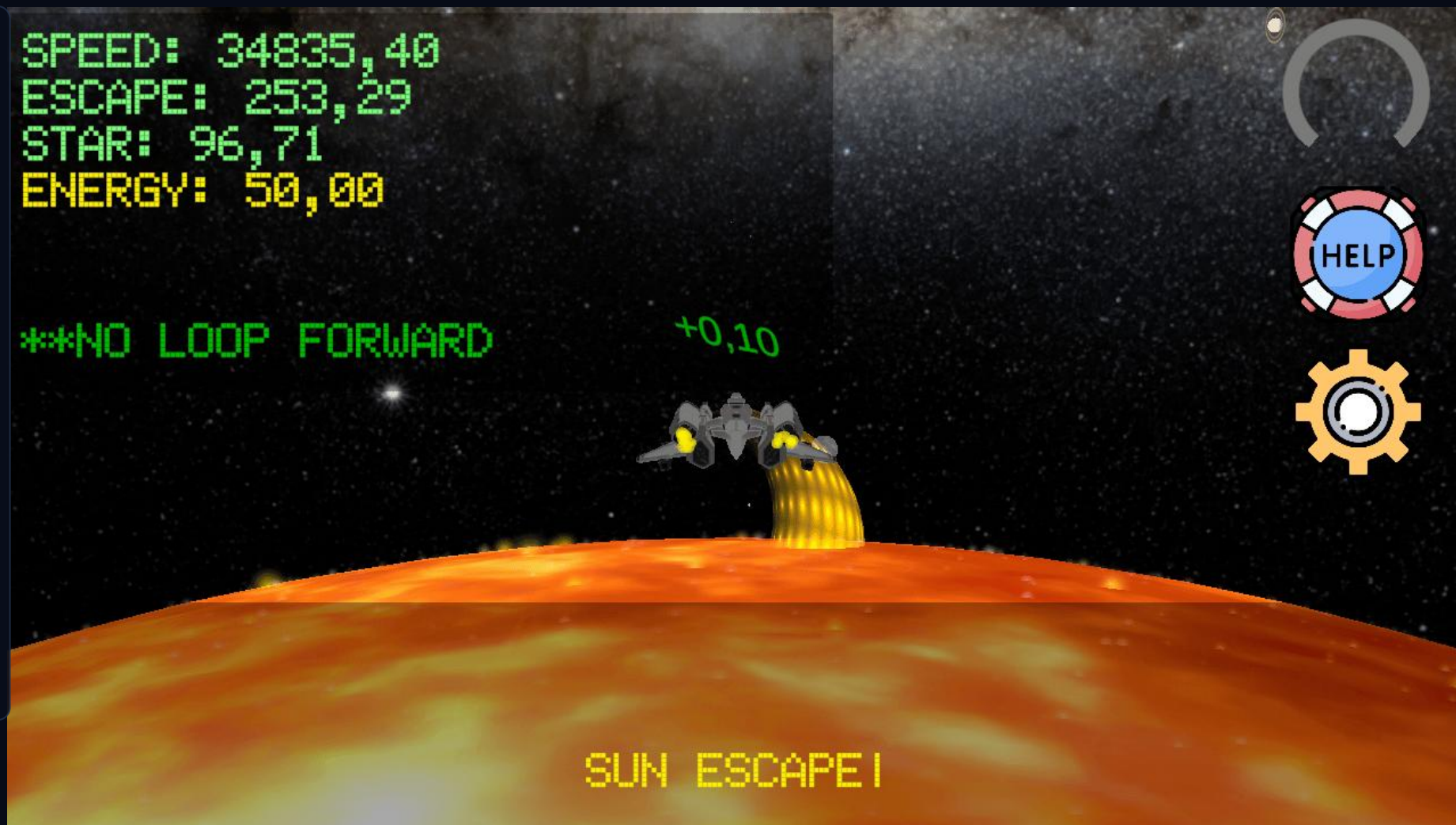
Un videogioco per scoprire i fenomeni solari

Obiettivo

Avvicinare i giovani alla fisica delle stelle attraverso un gioco dove l'astronave interagisce con loop coronali, brillamenti e campi magnetici.

Concetti

stella e gravità
loop coronali e brillamenti
volo, portanza, energia
decisioni e perseveranza



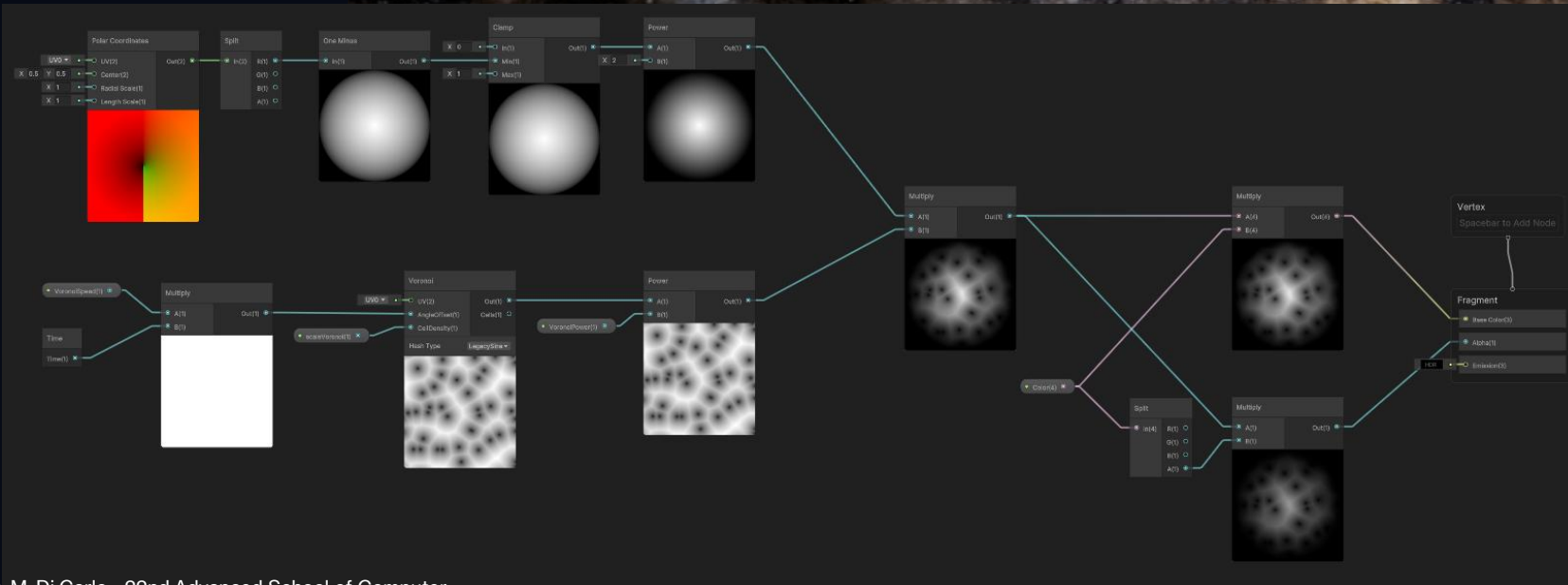
SunEscape: Assets

Creato con VFX Graph e Shader graph

Asset Store, VFX Graph e Shader Graph permettono di costruire rapidamente un ambiente solare giocabile.

Loop coronali, fireball, energia dei motori e particelle diventano elementi visuali e interattivi.

Tutorial e asset di partenza sono adattati a scopo didattico, prestazioni e coerenza scientifica.



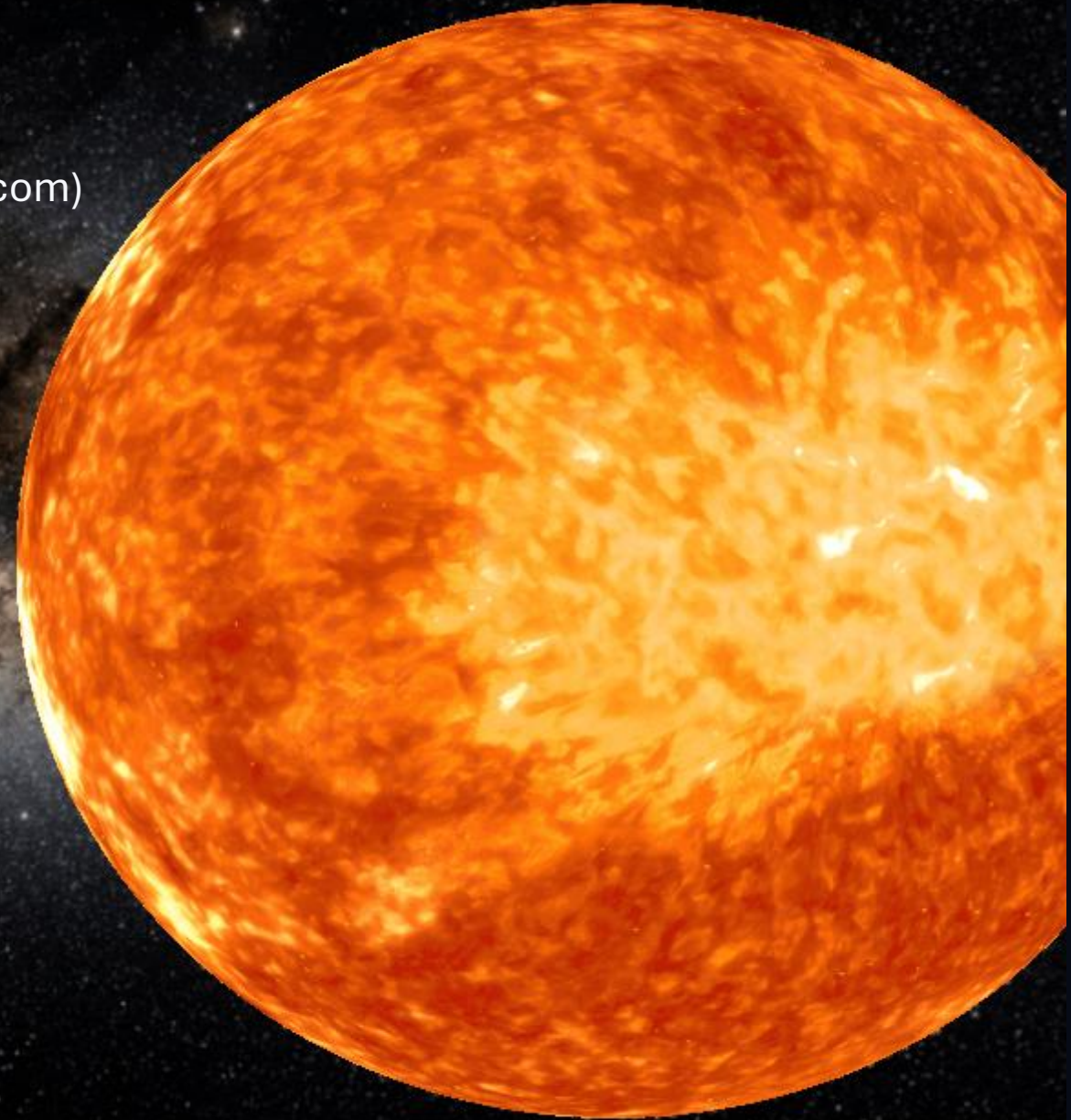
SunEscape: Sole

Creato con VFX Graph e Shader graph

Sfera mappata con un'immagine del sole (solarsystemscope.com)

Atmosfera sviluppata con VFX Graph (10M particelle)

Loop coronali e fireball casuali



SunEscape: dare regole al mondo

Fisica, energia, collisioni e feedback



1

gravità applicata alla navicella

2

spinta dei motori e consumo di energia

3

portanza come forza in opposizione alla caduta

4

collisione con loop coronali: intrappolamento, energia e traiettoria

Il modello è semplificato, ma il comportamento produce domande fisiche.

RebuildTheSaturnRings: in development now

Dal limite di Roche alla sua esperienza visuale

L'utente lancia corpi ghiacciati vicino a Saturno.
Gravità, orbite e frammentazione diventano fenomeni osservabili.
La formazione degli anelli viene raccontata come esperimento.
La VR permette di percepire scala, distanza e traiettoria.

Prima

corpo integro
traiettoria
avvicinamento

**Limite di
Roche
come soglia
narrativa**



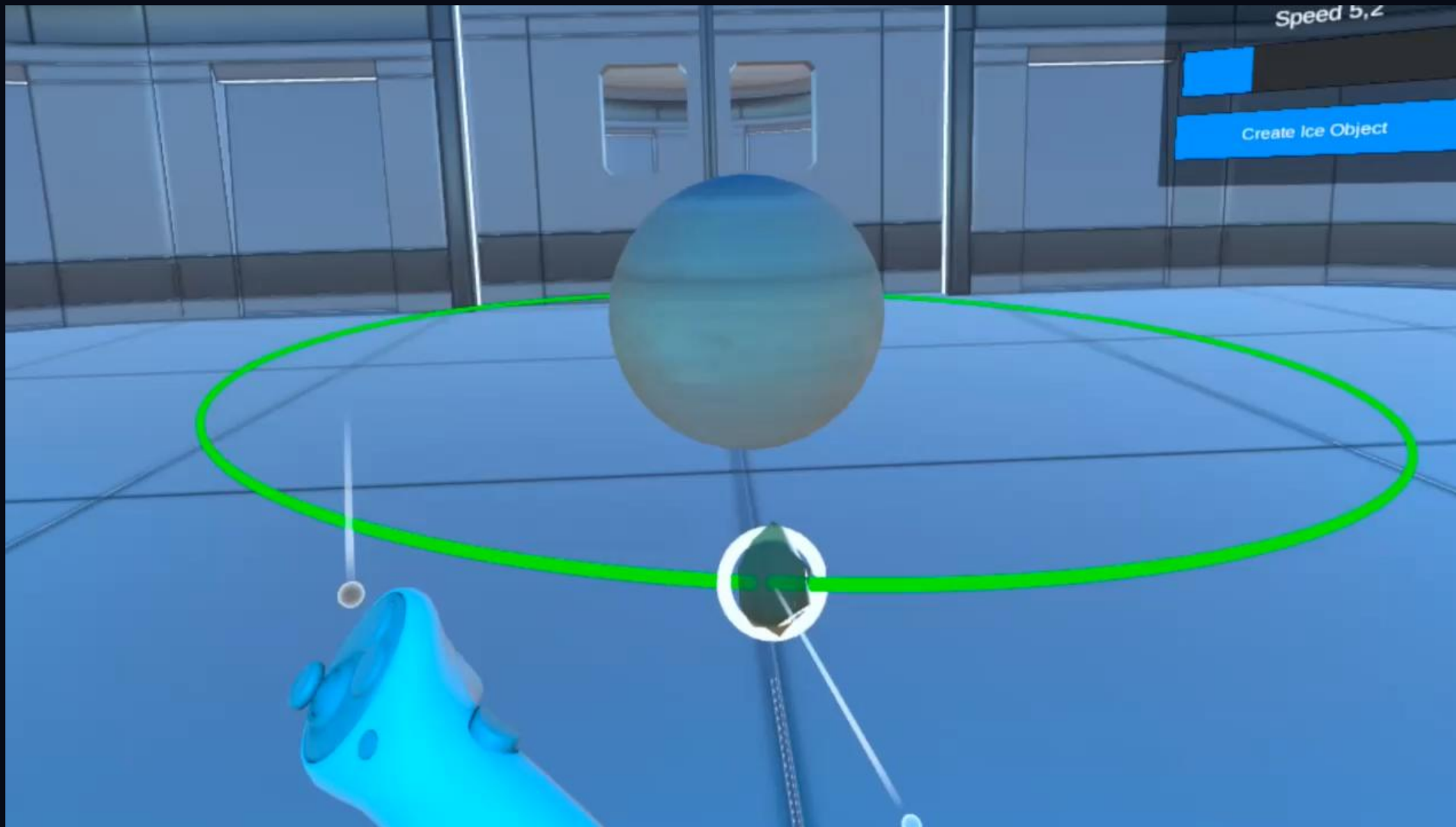
Dopo

forze mareali
frammentazione
anello

Non si chiede allo studente solo di ricordare una definizione: si costruisce una situazione in cui la definizione diventa necessaria.

RebuildTheSaturnRings: visualizzare una legge fisica

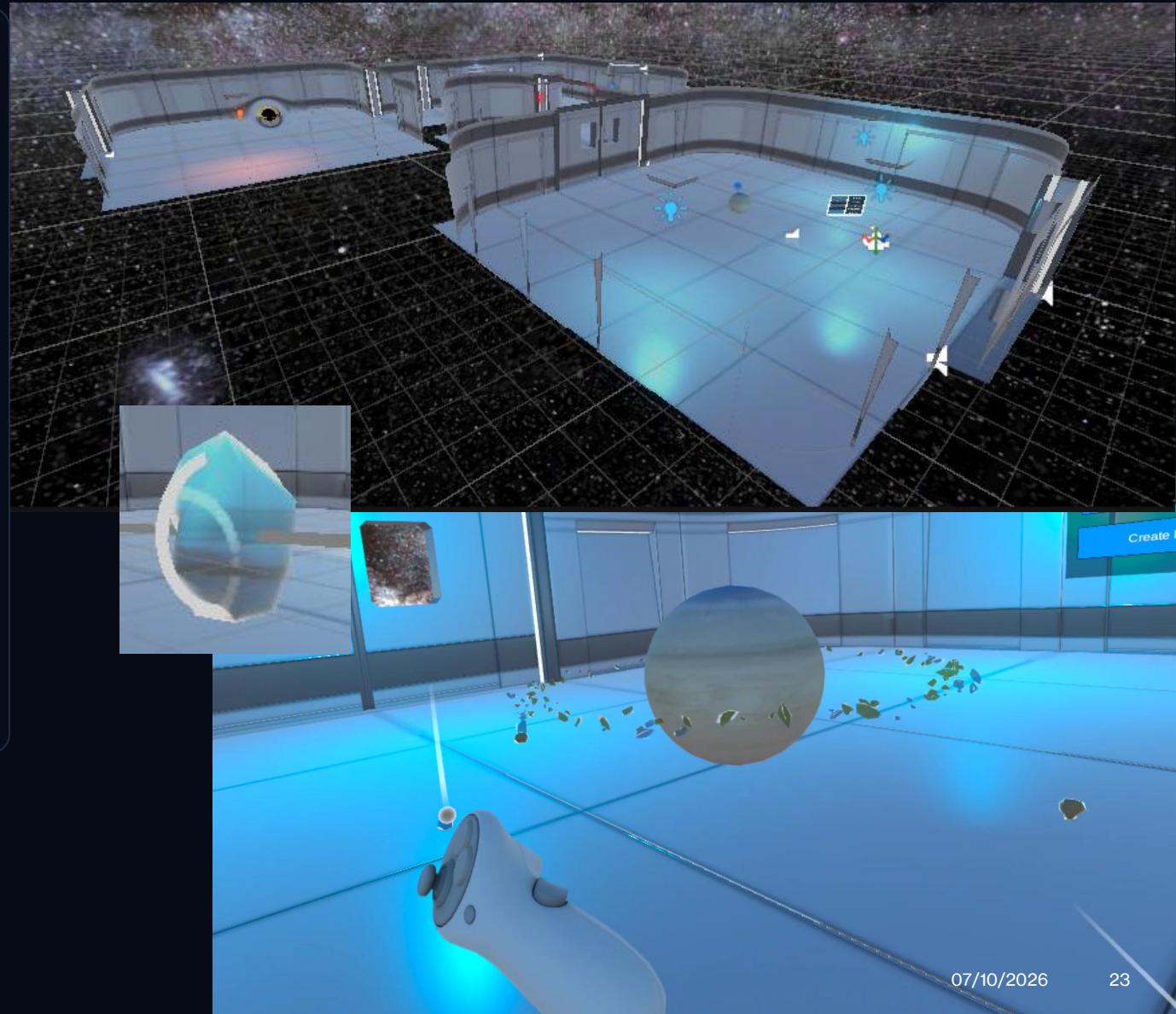
Il valore didattico sta nel vedere il “prima” e il “dopo”



RebuildTheSaturnRings

Dalla descrizione del limite di Roche alla sua esperienza visuale

- 1 Dimostrare la nascita degli anelli di Saturno
- 2 Saturno, Ghiaccio e frammenti di ghiaccio, particle system per gli anelli
- 3 Dentro una navicella spaziale, stanza principale con saturno e il gioco, vittoria nella seconda stanza con la visualizzazione di un buco nero
- 4 script per la fisica e gravità
- 5 Meta Quest



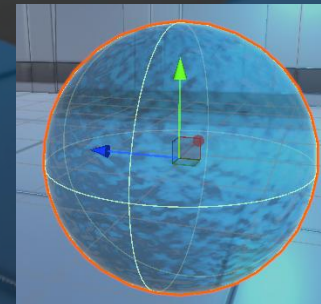
RebuildTheSaturnRings: LLM

Uso intensivo di AI

RebuildTheSaturnRings è stato sviluppato con supporto intensivo di più LLM:

- un agente pianifica
- uno sviluppa
- uno revisiona

AGENTS.md e skill “Caveman” formalizzano regole e stile di sviluppo.



RebuildTheSaturnRings

Attraversando la navicella si scopre un buco nero!



Concetti 3D che ritornano

La stessa grammatica tecnica sostiene progetti molto diversi

Modellazione

oggetti, scene, scala

Animazione

movimento, tempo, cambiamento

Rendering

luce, materiali, percezione

Fisica

forze, collisioni, vincoli

Game logic

input, regole, punteggio

Deploy

PC, mobile, Quest

Loop di progettazione educativa

Dal fenomeno al comportamento del giocatore

Fenomeno es. loop coronale, limite di Roche, fusione

Modello cosa semplifico e cosa preservò

Interazione cosa può fare l'utente

Feedback cosa vede/sente subito

Domanda cosa dovrebbe chiedersi dopo

Trade-off tecnici e didattici

La qualità finale nasce da compromessi consapevoli

Accuratezza scientifica vs comprensibilità immediata.

Realismo visuale vs performance su dispositivi standalone.

Asset pronti vs coerenza scientifica e licenze.

Interazione libera vs obiettivo didattico chiaro.

Scala astronomica vs spazio di gioco utilizzabile.



I progetti

visualizzare → manipolare → osservare la conseguenza

Rebuild the Solar System

sistema solare

<https://github.com/Matteo04052017/SS-Game>

InsideStars

struttura stellare

<https://gitlab.com/matteo1981/insidestars>

StabilityValley

fisica nucleare

<https://github.com/Matteo04052017/StabilityValley>

BlachHoleExplorer

base 3D / divulgazione

<https://gitlab.com/matteo1981/blackholeexplorer>

Sun Escape

fenomeni solari

<https://gitlab.com/matteo1981/sunescape>

Rebuild The Saturn Rings

anelli di Saturno

<https://gitlab.com/matteo1981/rebuildthesaturnrings>

Conclusioni

Un percorso nelle tecnologie 3D: dalla modellazione all'animazione fino alla sperimentazione

- Unity, VFX Graph, Shader Graph, etc
- Asset-driven development
 - Costruire asset che abilitano il concetto e che siano riutilizzabili
- LLM/AI
 - Il codice non è più il problema

Grazie
Ing. Matteo Di Carlo
INAF - OAAb
matteo.dicarlo@inaf.it