



Daniele Frustaci (Duffr)

SIMULATORI GRATUITI PER APPRENDERE LA FISICA E ALTRE SCIENZE

12 September 2020

I laboratori "veri"

Quando entravo nei laboratori di chimica, al liceo, ricordo il caratteristico mix di acetone e formaldeide che mi accoglieva all'ingresso, assieme al successivo bianco avorio dei banchi di lavoro e degli scaffali con i barattoli, bianchi e anonimi anche loro. Le ore di chimica erano tante, in laboratorio si andava settimanalmente e si usava tutto ciò che c'era.

Per quello di fisica, l'esperienza era tutt'altro: si veniva accolti da odore di polvere e cupi scaffali in noce, pieni di interessanti quanto impolverate apparecchiature.

Rare le volte in cui ci siamo andati, ancora piú raro aver costruito esperimenti anziché vederli fare (*beh, ecco... veramente ricordo il pendolo... e qualche lente... che emozione proprio...*).

Era un laboratorio abbastanza attrezzato, la cui funzione mi é sempre sembrata però quella di "cambiare luogo", dato che nella nostra aula avevamo già un proiettore e una cattedra su cui fare i "semplici" sopracitati esperimenti.

Negli anni ho cercato e provato diversi simulatori che ora descriveró e recensiró brevemente, affinché studenti e studentesse, docenti di tutti gli ordini, o curiosi e appassionati, possano meglio dotarsi per la conoscenza della fisica.

I simulatori didattici

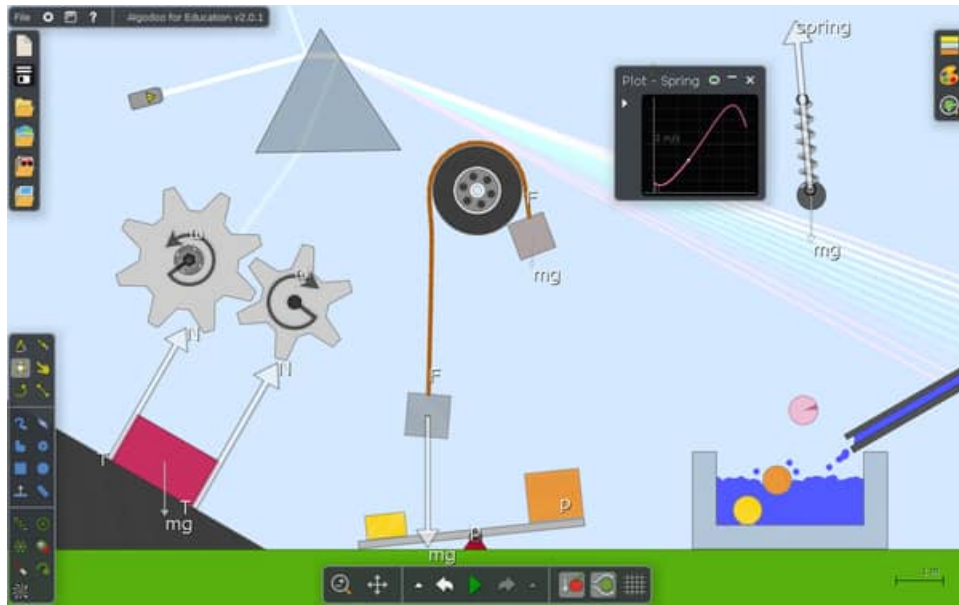
Algodoo

Semplice quanto divertente simulatore di meccanica e ottica, si puó fare anche qualcosa di termodinamica con l'ingegno. Consente una verifica qualitativa degli esercizi assegnati a scuola, oppure immediati quanto affascinanti esperimenti, stimolanti per ogni pubblico.

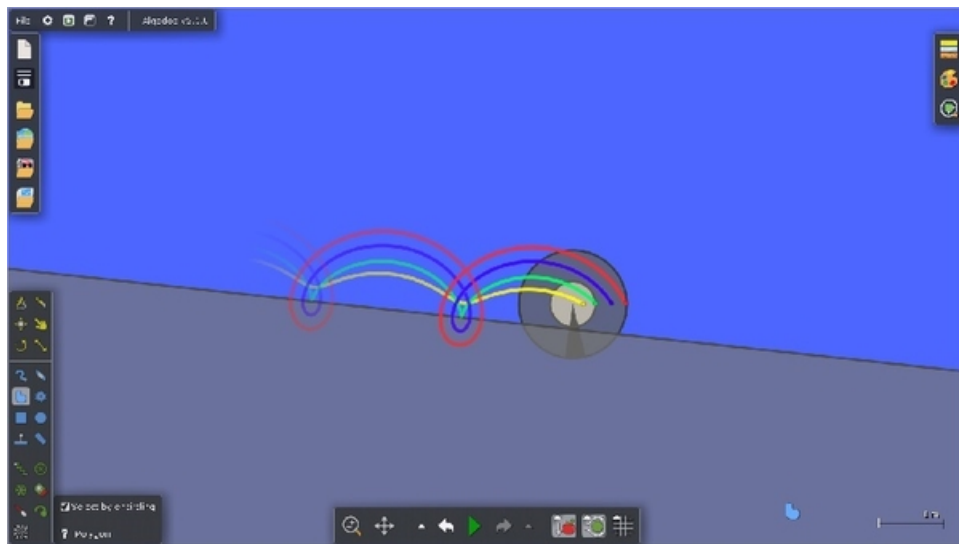
Ogni simulazione é realizzabile usando il mouse; da un lato é tutto piú semplice, dall'altro non é possibile definire i dati in modo preciso/quantitativo. Ci sono numerosi tutorial inclusi, per imparare davvero, oppure veri e propri "giochini" quali marble machines per guardarsi un po' attorno. Il piú delle volte sono mini progetti realizzati da altri utenti.

Inoltre, é possibile scrivere script per automatizzare qualsiasi cosa, funzionalità per i piú esperti

Maggiori informazioni qui: <http://www.algodoo.com/>



Di tutto un po'



esempio di cicloide



Torre di Hanoi, esempio precaricato

The Powder Toy

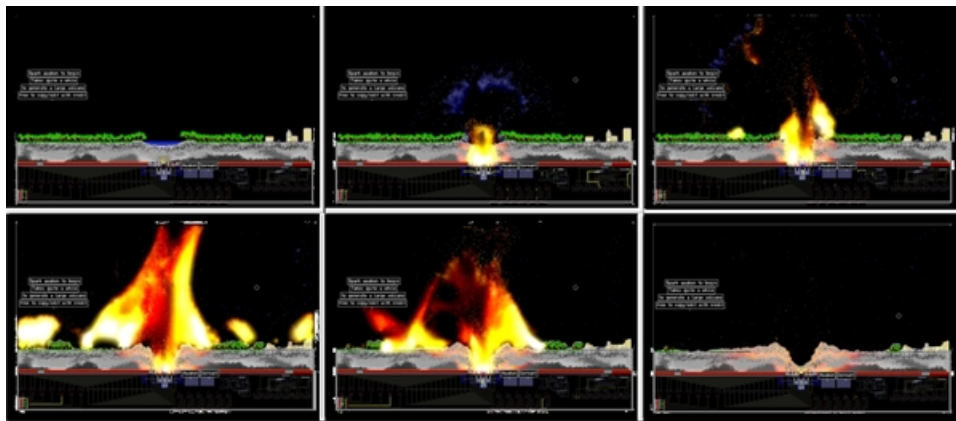
The Powder Toy (chiamato TPT) é piú un gioco che uno strumento didattico "scolastico". C'è meno meccanica rispetto ad Algodoo, ma sicuramente piú potenza in gioco: TPT é una vera e propria sandbox in cui far avvenire reazioni chimiche e trasformazioni fisiche. A disposizione dell'utente ci sono materiali da costruzione, liquidi, gas, materiali radioattivi, solo per citarne alcuni. Qualche esempio applicativo?

Have you ever wanted to blow something up? Or maybe you always dreamt of operating an atomic power plant? Do you have a will to develop your own CPU? The Powder Toy lets you to do all of these, and even more!

Cosí recita la homepage di TPT

E possibile creare script e il software é interamente open-source, modificabile quindi a proprio piacimento.

Maggiori informazioni qui: <https://powdertoy.co.uk/>



Simulazione dell'esplosione di un vulcano

PhET

Simulatore sviluppato dalla University of Colorado Boulder, si tratta di un progetto inizialmente dedicato all'apprendimento della fisica poi ampliato alla chimica, alla biologia, alla matematica. Non é possibile produrre una simulazione propria, come in altri, nonostante ciò tutte quelle disponibili (e sono davvero tante) coprono la quasi totalità di un programma scolastico di liceo scientifico italiano.

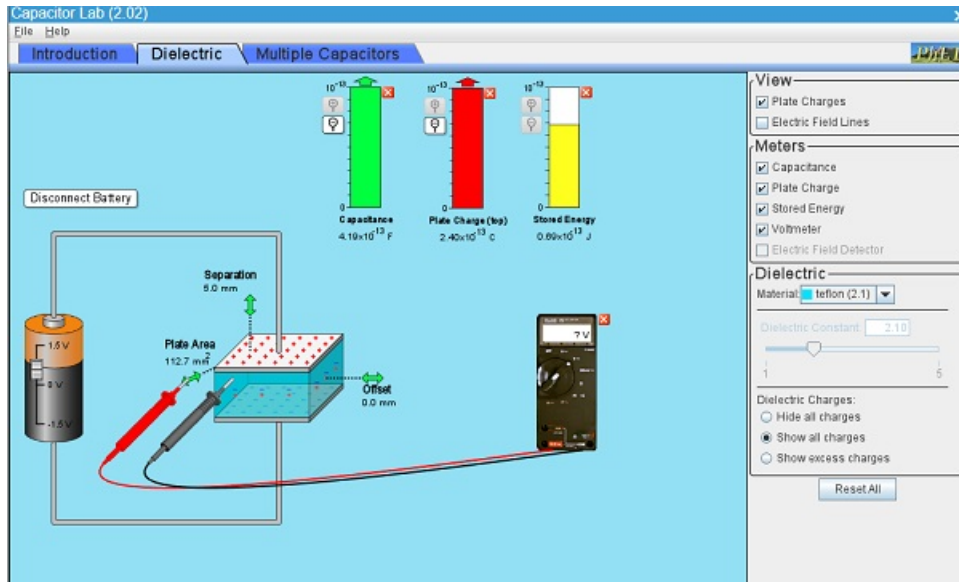
Ogni simulazione é concepita per essere semplice da utilizzare e accattivante. Da non poter resistere, insomma.

[Secondo le linee guida del progetto](#), questi sono le istruzioni generali per un uso proficuo delle simulazioni:

1. Specificare gli obiettivi di apprendimento;
2. Dare indicazioni minime sull'uso del simulatore;
3. Suscitare idee degli studenti sull'argomento, in base alla loro conoscenza consolidata;
4. Incoraggiare gli studenti a usare buon senso e ragionamento;
5. Mettere in relazione la scienza con la loro esperienza del mondo reale;
6. Utilizzare attività collaborative per stimolare la comunicazione delle proprie idee;
7. Analizzare insieme la previsione con la simulazione.

Al di lá dell'uso di PhET, queste dovrebbero essere linee guida per qualsiasi lezione di una materia scientifica! Che dire, una ricetta del metodo scientifico in chiave americana.

Maggiori informazioni qui: <https://phet.colorado.edu/>



Esperimento condensatore



Fourier visualizzato. Costruzione di un segnale mediante somma di sinusoidi

My Physics Lab

Software in javascript open source. L'ho scoperto all'università, illustrato brevemente durante il primo corso di Analisi Matematica, come esempio di analisi numerica. Al di là delle simulazioni che la pagina linkata sotto offre, ho trovato molto interessanti le trattazioni sul back end del

simulatore: c'è qualche pagina sulla risoluzione di equazioni differenziali con il computer e ampia documentazione sull'utilizzo del motore di simulazione delle collisioni rigide adottato.

Maggiori informazioni qui: <https://www.myphysicslab.com/> e qui <https://github.com/myphysicslab/myphysicslab>

Runge-Kutta Algorithm

The Runge-Kutta algorithm is *the* magic formula behind most of the [physics simulations](#) shown on this web site. The Runge-Kutta algorithm lets us solve a differential equation numerically (that is, approximately); it is known to be very accurate and well-behaved for a wide range of problems.

Consider the single variable problem

$$x' = f(t, x)$$

with initial condition $x(0) = x_0$. Suppose that x_n is the value of the variable at time t_n . The Runge-Kutta formula takes x_n and t_n and calculates an approximation for x_{n+1} at a brief time later, t_n+h . It uses a weighted average of approximated values of $f(t, x)$ at several times within the interval (t_n, t_n+h) . The formula is given by

$$x_{n+1} = x_n + \frac{h}{6} (a + 2b + 2c + d)$$

where

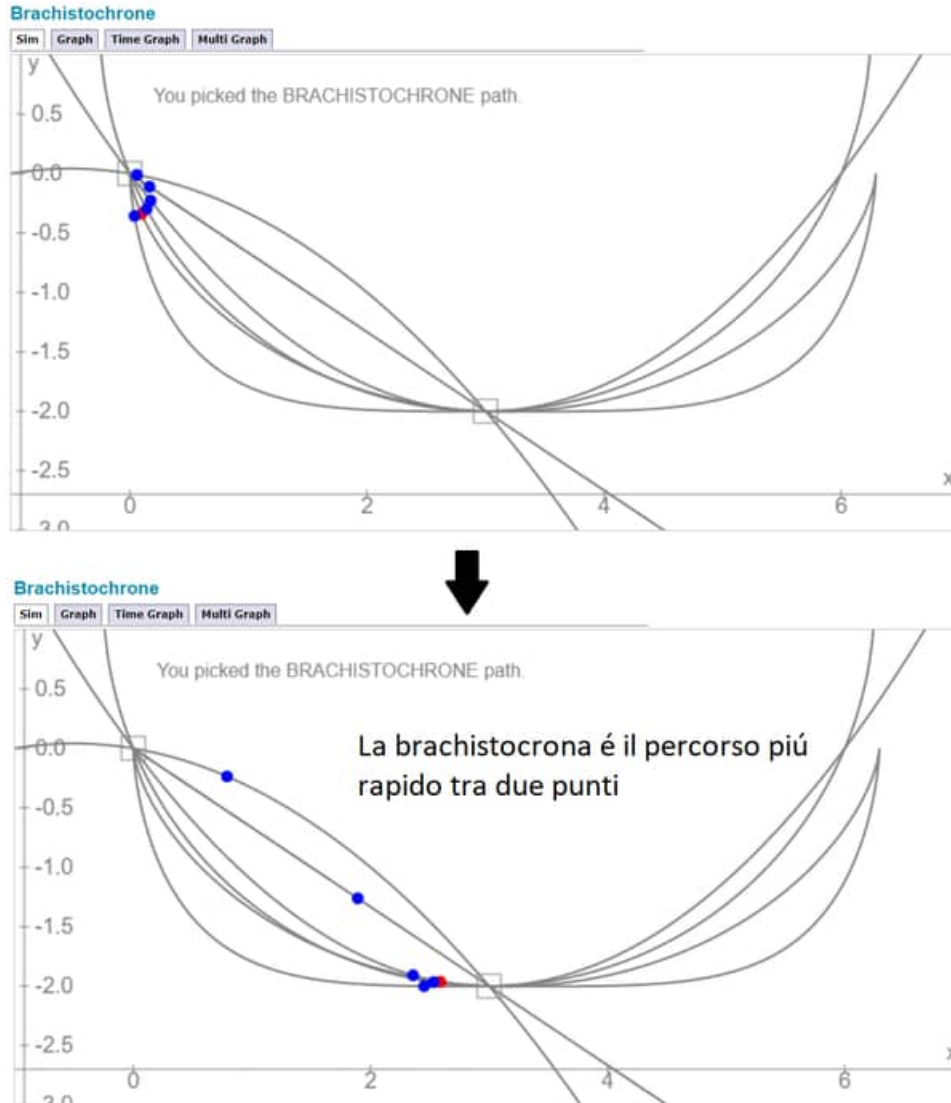
$$a = f(t_n, x_n)$$

$$b = f(t_n + \frac{h}{2}, x_n + \frac{h}{2} a)$$

$$c = f(t_n + \frac{h}{2}, x_n + \frac{h}{2} b)$$

$$d = f(t_n + h, x_n + h c)$$

Algoritmo Range-Kutta per equazioni differenziali



Verifica brachistocrona

Considerazioni finali

I laboratori dei nostri istituti sono piccoli e, spesso, mal tenuti: attrezzature datate o malconce, sostanze comprate al tempo della Lira, poche postazioni allestite quindi scarsa possibilità di espressione individuale.

I simulatori che ho elencato consentono libertà, chiunque può sperimentare senza fare danni, per gioco, e poi verificare in un laboratorio vero.

Non si tratta di rimpiazzare il normale lavoro in laboratorio, ma di evolvere lo studio delle materie scientifiche accompagnando allo studio teorico le simulazioni affinché l'apprendimento sia più stimolante, economico (anzi gratis) e in parte meno pericoloso.

Vorrebbe dire usare piú spesso il simulatore e andare meno in laboratorio? Dipende. Mi aspetterei che qualora ci si andasse, però, lo si usasse meglio e per intero.

Oltre alle normali incombenze, quest'anno la Scuola é alle prese con le norme anti-covid. Potrebbe essere l'occasione per sperimentare questi simulatori nelle nostre aule, nella nostra Scuola o nel tempo libero.

Note al testo

Eventuali suggerimenti o errata corrige segnalati (commenti sotto al testo o attraverso messaggio privato) verranno integrati nel testo a discrezione dell'autore.

Ultimo aggiornamento: 22 settembre 2020

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Duffr:algodoo-un-semplce-simulatore-della-meccanica-classica>"