

Implementació de simulacions interactives de física bàsica: informe final

Jaume Guasch¹

Departament de Física Quàntica i Astrofísica i Institut de Ciències del Cosmos,
Universitat de Barcelona, Martí i Franquès, 1, E-08028 Barcelona, Catalonia, Spain.

Resum

Presentem l'informe final del projecte de millora docent *Implementació de simulacions interactives de física bàsica* (2022PMD-UB/011), desenvolupat durant els cursos acadèmics: 2022/2023, 2023/2024 i 2024/2025. Es presenten les eines desenvolupades, la seva utilització en la docència, l'avaluació del projecte, i les expectatives de futur.

Context d'aplicació:

Dades tècniques:

- **Codi:** 2022PMD-UB/011
- **Durada:** 2022-2025
- **Responsable:** Jaume Guasch Inglada
- **Grups implicats:** Professorat de teoria de l'assignatura
- **PDI implicat:** Jaume Guasch Inglada

Assignatures implicades:

- **Tipus d'ensenyament:** Grau
- **Assignatura:** Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica
- **Ensenyament:** ENGINYERIA ELECTRÒNICA DE TELECOMUNICACIÓ [1]
- **Tipus d'assignatura:** Formació bàsica
- **Enllaç a Pla docent:** https://www.ub.edu/pladocent/?cod_giga=363985&curs=2024&idioma=CAT
- **Alumnat destinatari de la proposta:** 50 a 75
- **PDI de l'equip docent d'assignatura (número):** 2
- **PDI de l'equip docent d'assignatura implicat en el projecte (número):** 1

¹jaume.guasch@ub.edu

1 Introducció

Presentem l'informe final del Projecte de Millora Docent *Implementació de simulacions interactives de física bàsica*, 2022PMD-UB/011 [2] del programa de *Recerca, Innovació, i Millora de la Docència i l'Aprenentatge* (RIMDA) [3] del Vicerectorat de Política Docent de la Universitat de Barcelona (UB).

En aquest projecte de millora docent hem implementat simulacions interactives de física bàsica per ser utilitzades en la docència de l'assignatura *Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica* [4], assignatura de formació bàsica del primer semestre del grau *Enginyeria Electrònica de Telecomunicació* [1].

Les simulacions es van desenvolupar durant el curs 2022/2023, i s'han utilitzat en la docència dels cursos 2023/2024 i 2024/2025 amb un total de 112 alumnes matriculats en l'assignatura en els dos cursos (51 alumnes el 2023/2024 i 61 el 2024/2025).

Les simulacions s'han presentat a les classes de teoria, realitzant les simulacions corresponents i explicant com funcionen i com es poden modificar. Aquestes simulacions s'han posat disponibles al Campus Virtual de l'assignatura perquè l'alumnat pugui accedir-hi. S'han creat unes tasques al Campus Virtual, on l'alumnat podia entregar les simulacions efectuades. L'entrega d'aquestes simulacions era qualificada (entregada/no-entregada) i tenia una contribució a la qualificació de l'avaluació continuada de l'assignatura.

Les simulacions estan implementades en el llenguatge de programació Python [5]. El llenguatge Python és un llenguatge de programació d'alt nivell, i és el llenguatge escollit per la facultat de Física de la UB per desenvolupar la majoria de les assignatures de programació, p.ex. en el mateix semestre s'imparteix l'assignatura *Informàtica* [6], que utilitza el Python com a llenguatge de programació. D'aquesta manera l'alumnat pot utilitzar, practicar i relacionar els coneixements que adquireix en diferents assignatures. Les simulacions es presenten com un *quadern interactiu* (*Interactive Notebook*) de Python, que es pot utilitzar sense coneixements previs del llenguatge de programació (que també s'explica en l'assignatura *Informàtica* [6]), i es poden utilitzar online mitjançant qualsevol navegador web² a través del servei web *Mybinder* [7], sense necessitat d'instal·lar cap programari al dispositiu local de l'estudiant. Les simulacions es poden utilitzar en qualsevol ordinador, tauleta o telèfon, independentment del sistema operatiu. Les simulacions es poden compartir i modificar lliurement, i tot el programari necessari és programari de llicència lliure, que permet la seva instal·lació, modificació i distribució de forma lliure i gratuïta, i té implementacions per la gran majoria de sistemes operatius actuals³.

L'estructura de l'informe és el següent: a la secció 2 presentem un resum del projecte original, així com el seu desenvolupament cronològic, a la secció 3 presentem les simulacions desenvolupades, a la secció 4 presentem els mètodes per accedir a les simulacions, així com la pàgina web del projecte, a la secció 5 expliquem com s'utilitzen les simulacions, a la secció 6 expliquem com hem utilitzat les simulacions en la docència, a la secció 7 presentem la difusió que s'ha fet del projecte, a la secció 8 fem l'avaluació del projecte, i finalment

²Firefox, Chrome, Safari, ...

³Linux, MacOS, Windows, Android, ...

a la secció 9 presentem les conclusions i les perspectives de futur. Al final presentem uns apèndixs amb informació addicional del projecte.

2 Presentació de l'acció

2.1 Finalitat

La finalitat del projecte és millorar l'aprenentatge i la comprensió dels conceptes fonamentals de física per part de l'alumnat de primer semestre d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació, mitjançant la simulació interactiva i animada dels sistemes físics, amb el seu ús a classe i en el treball autònom de l'alumnat.

2.2 Objectius

L'objectiu principal és la millora de l'aprenentatge i la comprensió dels conceptes de física per part de l'alumnat. A nivell tècnic, l'objectiu principal és disposar d'un conjunt de simulacions/animacions que estiguin a disposició de l'alumnat. Per assolir aquest objectiu és necessari:

- implementar les simulacions/animacions en programari, preferentment en programari lliure (p.ex. Python);
- allotjar aquestes simulacions/animacions en línia, preferentment buscant la seva integració en el campus virtual de la Universitat de Barcelona.

A nivell docent, l'objectiu principal és que l'alumnat utilitzi aquestes simulacions/animacions en les hores dedicades a l'aprenentatge autònom de l'assignatura. Aquest objectiu es vincula amb els següents elements del pla docent:

- **Competències que es desenvolupen**
 - Coneixement de matèries bàsiques i tecnològiques que capacitin per a l'aprenentatge de nous mètodes i tecnologies, i que proporcionin una gran versatilitat per adaptar-se a noves situacions (personal).
 - * L'alumnat coneixerà i aprofundirà en una nova eina tecnològica (programari) que podrà utilitzar després en altres matèries.
 - Capacitat d'anàlisi i síntesi (instrumental).
 - * El fet de poder modificar les simulacions i veure l'efecte, els proporciona una eina d'anàlisi de les situacions físiques.
 - Disposar dels fonaments matemàtics, físics, econòmics i sociològics necessaris per interpretar, seleccionar, valorar i crear nous conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb l'electrònica, les telecomunicacions i la tecnologia de la informació.

- * La base de les simulacions és la seva formulació matemàtica, utilitzant i modificant les simulacions s'incideix en els fonaments matemàtics de la física, i el resultat (simulació/animació) proporciona la interpretació física. Així mateix a l'utilitzar eines de programació es desenvolupen els coneixements tecnològics relacionats amb l'electrònica, les telecomunicacions i la tecnologia de la informació.

- **Objectius d'aprenentatge referits a coneixements**

- Conèixer els fenòmens bàsics de la física clàssica.
 - * La visualització i manipulació de les simulacions i animacions ajudaran a comprendre els diversos fenòmens de la física clàssica.
- Entendre els conceptes fonamentals de mecànica, fluids, termodinàmica i ones, i saber-los aplicar a la resolució de problemes.
 - * Les simulacions i animacions incidiran en la comprensió d'aquests conceptes.
- Iniciar-se en la construcció de models i en la interpretació de resultats tant teòrics com experimentals.
 - * Les simulacions son un model teòric d'un concepte físic, i les animacions que fan son la interpretació física d'aquest fenomen.

2.3 Línies d'innovació vinculades

En aquest projecte es desenvolupen les següents línies d'innovació del *Catàleg estratègies docents per la millora i innovació* [8]:

- A) Aprenentatge en entorns virtuals
- A6) Simulacions
- C) Avaluació
- C1) Autoavaluació
- C4) Avaluació continuada
- E) Metodologies actives per l'aprenentatge
- E1) Aprenentatge autònom

2.4 Avaluació del projecte

L'avaluació del projecte s'ha realitzat seguint els indicadors, instruments i procediments proposats en la sol·licitud del projecte, i que es desenvolupen a la secció 8.

2.5 Cronograma

El projecte s'ha desenvolupat seguint el cronograma original:

Projecte							
Implementació de simulacions interactives de física bàsica							
Cronograma	Curs 2022-2023		Curs 2023-2024		Curs 2024-2025		
Actuació	1er semestre	2on semestre	1er semestre	2on semestre	1er semestre	2on semestre	
				Feb-Abr.	Abr.-Ag.		
Avaluació opcions de programari							
Avaluació opcions publicació online							
Implementació de les simulacions/animations							
Preparació de les eines online							
Publicació de les simulacions/animations online							
Incorporació de les simulacions/animations a la docència							
Primera avaluació del projecte							
Correcció de les mancances detectades							
Avaluació final del projecte							
Preparació memòria final							
Difusió							

Totes les accions s'han desenvolupat i assolit segons el cronograma proposat.

3 Simulacions desenvolupades

Per la realització del projecte s'han desenvolupat quatre simulacions interactives animades, agrupades en dos temes: tema de cinemàtica, i tema d'ones.

Les simulacions s'han programat en el llenguatge de programació Python [5], que és un llenguatge de programació de codi lliure i que té una àmplia implementació en els sistemes operatius actuals.

3.1 Simulacions del tema cinemàtica

En aquest tema s'han desenvolupat tres simulacions de la trajectòria d'una partícula en dues dimensions mitjançant els tipus de moviment més importants:

- Moviment parabòlic,
- Moviment circular,
- Moviment oscil·latori harmònic simple.

En cadascuna d'aquestes simulacions s'han programat les equacions de la trajectòria, la velocitat i l'acceleració. Es fan gràfics estàtics de les següents magnituds:

- Trajectòria: línia de la trajectòria de la partícula en dues dimensions
- Velocitat: representació gràfica mitjançant vectors (*fletxa*) de la velocitat en diversos punts de la trajectòria. Representació de la velocitat total i les seves components.
- Acceleració: representació gràfica mitjançant vectors (*fletxa*) de l'acceleració en diversos punts de la trajectòria. Representació de l'acceleració total i les seves components.

- Representació conjunta de la trajectòria, velocitat, acceleració, i les seves components en un gràfic unificat.

Es fan gràfics animats de les següents magnituds:

- Velocitat: Gràfic animat on es representa el vector velocitat i les seves components mitjançant *fletxes*. Conforme passa el temps es va mostrant la posició de la partícula i la seva velocitat en cada instant.
- Acceleració: Gràfic animat on es representa el vector acceleració i les seves components mitjançant *fletxes*. Conforme passa el temps es va mostrant la posició de la partícula i la seva acceleració en cada instant.
- Representació conjunta de la velocitat i l'acceleració en una sola animació.

L'usuari⁴ pot modificar els paràmetres dels moviments a voluntat (p.ex. la velocitat inicial o l'acceleració en el moviment parabòlic, la velocitat angular o el radi en el moviment circular, o la freqüència o l'amplitud en el moviment oscil·latori) per veure el seu efecte en el moviment, la velocitat i l'acceleració. L'usuari també pot fer gràfics o animacions diferents utilitzant com a base els ja existents.

Els gràfics i animacions permeten observar clarament la forma de la trajectòria del moviment, i com canvien les velocitats i acceleracions, i quines magnituds es mantenen constants i quines no.

3.2 Simulacions del tema ones

Pel tema d'ones s'ha desenvolupat una sola simulació, que conté diferents seccions:

- Ones viatgeres
- Oscil·lador harmònic
- Ones harmòniques
- Principi de superposició
 - Interferències
 - Ones estacionàries
 - Pulsacions

En les simulacions es presenten les diferents ones i els diferents fenòmens de manera dinàmica mitjançant gràfics animats. També es presenten gràfics estàtics per poder observar numèricament els valors de les magnituds (longitud d'ona, període, velocitat de fase, ...).

⁴Utilitzem el gènere gramatical masculí per referir-nos de manera genèrica a qualsevol persona usuària.

L'usuari pot canviar les diferents característiques de les ones (forma, freqüència, longitud d'ona, amplitud, ...) i veure els seus efectes en l'ona resultant. L'usuari també pot fer gràfics o animacions diferents utilitzant com a base els ja existents.

Els gràfics i animacions permeten observar clarament els significat de les magnituds ondulatòries (freqüència, longitud d'ona, ...) i els diferents efectes ondulatoris (interferències, ...).

Aquesta simulació abasta un tema molt ampli, que en la docència de l'assignatura s'explica en diverses sessions de teoria. Per aquest motiu aquesta simulació es presenta també en diverses aplicacions més petites, que corresponen a diferents sessions de classe de teoria. Donat que en diferents anys la velocitat d'explicació és diferent, la partició de la simulació en diferents apartats pot variar d'any en any.

4 Disponibilitat i accés

Les simulacions es troben disponibles online, la pàgina principal del projecte es troba allotjada a la pàgina acadèmica del professor responsable, a l'adreça URL [9]:

- <https://jaumegasch.fqa.ub.edu/doc/%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>

Des d'aquesta adreça es pot accedir a tota la informació de les simulacions, i a les simulacions.

De cara a l'alumnat, les simulacions es troben disponibles al Campus Virtual de l'assignatura, juntament amb altres notes de classe⁵. Les simulacions es publiquen en la secció *Apunts i notes de classe* després d'haver-se explicat a l'aula, i estan disponibles també com enllaços per les tasques d'avaluació continuada a la secció *Entrega problemes*.

El codi està allotjat a la plataforma de desenvolupament Github [12], a l'adreça URL [13]:

- <https://github.com/gitjgi/simple-kinematics>

amb accés públic, de forma que qualsevol persona pot accedir (utilitzar, descarregar, modificar, etc.) al codi, només accedint a l'adreça.

El codi està publicat amb una llicència que permet el seu ús, distribució i modificació de forma gratuïta, mitjançant la llicència *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Public License, (CC-BY-NC-SA 4.0)* [14]⁶, que, resumidament, significa que tothom pot compartir i adaptar el treball, mentre es mantingui el reconeixement de l'autoria inicial, no s'utilitzi per fins comercials, i el resultat es distribueixi en les mateixes condicions que l'original.

⁵Els Campus Virtuals de les assignatures només estan disponibles pels professorat de l'assignatura i alumnat matriculat. Les adreces dels Campus Virtuals són: curs 2023/2024 [10] i curs 2024/2025 [11], però no són accessibles de forma general i, a més, els Campus Virtuals de les assignatures són eliminats periòdicament.

⁶Versió en català: *Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional* [15].

La manera més senzilla d'utilitzar les simulacions és utilitzar-les directament des de qualsevol navegador web i qualsevol dispositiu mitjançant l'entorn *Mybinder* [7] que permet l'execució de programes online. Concretament, les adreces per accedir a les diferents simulacions son:⁷

- Moviment parabòlic: <https://mybinder.org/v2/gh/gitjgi/simple-kinematics/release?urlpath=/tree/velocitat-accel-parabolic.ipynb>
- Moviment circular: <https://mybinder.org/v2/gh/gitjgi/simple-kinematics/release?urlpath=/tree/velocitat-accel-circular.ipynb>
- Moviment oscil·latori harmònic simple:
<https://mybinder.org/v2/gh/gitjgi/simple-kinematics/release?urlpath=/tree/velocitat-accel-harmonic.ipynb>
- Ones: https://mybinder.org/v2/gh/gitjgi/simple-kinematics/release?urlpath=/tree/ones_foft.ipynb

Simplement clicant sobre cadascun dels enllaços s'obre la simulació corresponent, i es pot executar i visualitzar els gràfics, les animacions, i fer les modificacions que vulguem.

Si l'usuari ho desitja, pot descarregar-se les simulacions per utilitzar-les localment al seu dispositiu. Això ho pot fer directament des de les adreces anteriors, o des de la pàgina del projecte a Github [13] El codi es presenta com fitxers *Notebook* (*.ipynb*) del llenguatge Python. Per executar els simulacions cal tenir instal·lat els entorns Python [5] i Jupyter [16].

5 Ús de les simulacions

Per utilitzar les simulacions, simplement hem d'accedir a la URL corresponent. Per mostrar el seu ús, prendrem com exemple la simulació de moviment parabòlic.

Cliquem a la URL: <https://mybinder.org/v2/gh/gitjgi/simple-kinematics/release?urlpath=/tree/velocitat-accel-parabolic.ipynb> i s'obre la pàgina de la simulació al navegador:

⁷La primera vegada que s'accedeix als programes, el sistema *Mybinder* ha de crear l'entorn d'execució, i pot trigar uns minuts a arrencar. Després l'accés és més ràpid, però si l'entorn no s'utilitza durant un temps determinat, l'entorn s'esborra, i al tornar a accedir-hi s'ha de tornar a crear (amb l'espera corresponent).

jupyter velocitat-accel-parabolic (autosaved)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Not Trusted Python 3 (ipykernel)

Run Download GitHub Binder

Moviment Parabòlic

Representació gràfica de: trajectòria, velocitat, acceleració

Preparat per l'assignatura:

Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica

Enginyeria Electrònica de Telecomunicacions

Facultat de Física, Universitat de Barcelona

(c) Jaume Guasch 2023, Llicència: Creative Commons CC-BY-NC-SA 4.0 This work is licensed under CC BY-NC-SA 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Instruccions per entregar el treball

1.- Escriu els teus nom i cognoms. Fes doble-clic a la cel·la de sota per editar-la, i escriu-hi el teu nom i cognoms

Cognoms, nom:

2.- Avaluat **totes** les cel·les del document. Per avaluar una cel·la fes "Majúscules-retorn" o clica al botó "Run" del menú superior.

Opcionalment: Pots mirar de variar algun dels paràmetres de la simulació. **Compte!** si varies el paràmetres probablement hauràs de canviar els límits dels

A la part superior només hi tenim informació genèrica, una casella on l'usuari pot posar el seu nom⁸, i les instruccions per utilitzar l'aplicació i fer les entregues d'avaluació continuada. Més avall trobem la primera part del codi, que és de configuració de l'aplicació

Introducció: importar biblioteques i definicions

```
In [ ]: from sympy import *
```

```
In [ ]: import matplotlib.pyplot as plt
```

```
In [ ]: # Animacions
import matplotlib.animation as animation
```

```
In [ ]: #necessari per utilitzar rangs de variable que no siguin enters.
import numpy as np
```

ATENCIÓ Això és necessari per mostrar les animacions dins el notebook. Noteu que **ÉS CONVENIENT PARAR** el gràfic després de veure'l

```
In [ ]: # Aquest entorn és només per entorn "jupyter notebook",
# per posar els gràfics dins el mateix notebook
# Comentar aquesta línia en altres entorns:
#####
# Per utilitzar amb entorn online a mybinder.org (versió nova):
#%matplotlib widget
#####
# Si s'utilitza en un entorn "jupyter notebook" localment a l'ordinador
# cal comentar la línia anterior, i descomentar la següent
%matplotlib notebook
```

```
In [ ]: init_printing(use_unicode=True)
```

```
In [ ]: t=symbols('t')
```

cal avaluar cada casella, posant el cursor a sobre de la casella, i clicant *shift-return* (*majúscules-retorn*).

⁸L'alumnat ha d'omplir aquesta casella per fer les entregues d'avaluació continuada.

En l'apartat següent es defineixen els paràmetres de la simulació, i les magnituds físiques

posició

```
In [ ]: x=50*t
```

```
In [ ]: x
```

```
In [ ]: y=500 - Rational(1,2)*10*t**2
```

```
In [ ]: y
```

velocitat

La derivada de la posició "diff"

```
In [ ]: vx=diff(x,t)
```

```
In [ ]: vx
```

```
In [ ]: vy=diff(y,t)
vy
```

acceleració

La derivada de la velocitat

```
In [ ]: ax=diff(vx,t)
ax
```

```
In [ ]: ay=diff(vy,t)
ay
```

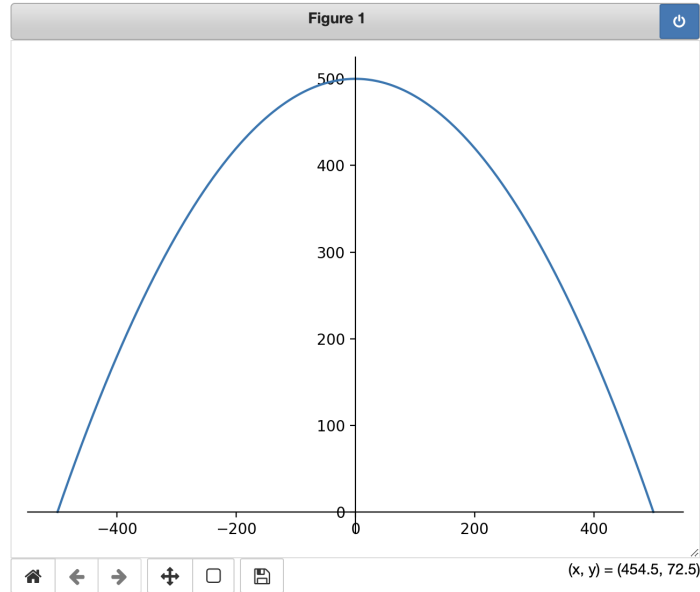
Es pot modificar la velocitat horitzontal (el 50), la posició inicial (el 100) o l'acceleració (el 10), o fins i tot posar altres termes (velocitat inicial en la direcció y , etc.). Donades les trajectòries es calculen les velocitats i acceleracions mitjançant les expressions algebraïques corresponents.

En els següents apartats es fan diferents gràfiques, p.ex.

- la trajectòria, on es veu que és una paràbola

Trajectoria: gràfic de (x,y)

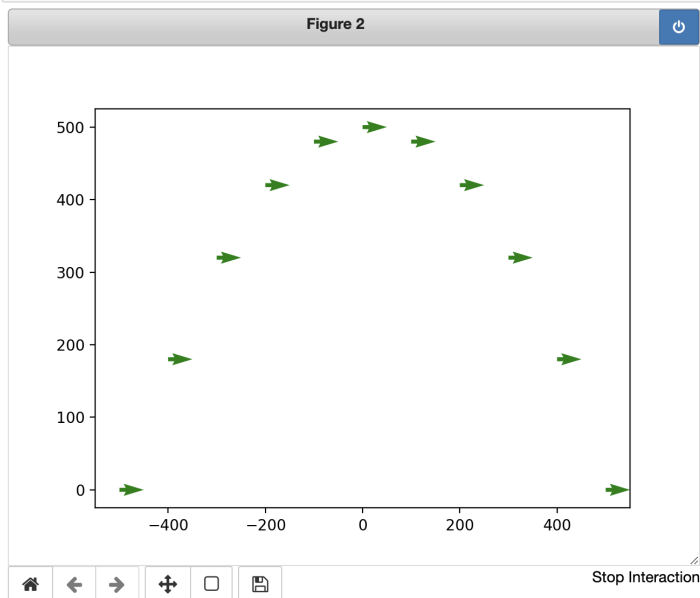
```
In [17]: plotting.plot_parametric((x,y),(t,-10,10),show=True)
```



```
Out[17]: <svmvn.plotting.backends.matplotlibbackend.matplotlib.MatplotlibBackend at 0x703643f3f1d0>
```

- la velocitat horitzontal, on es veu que és constant

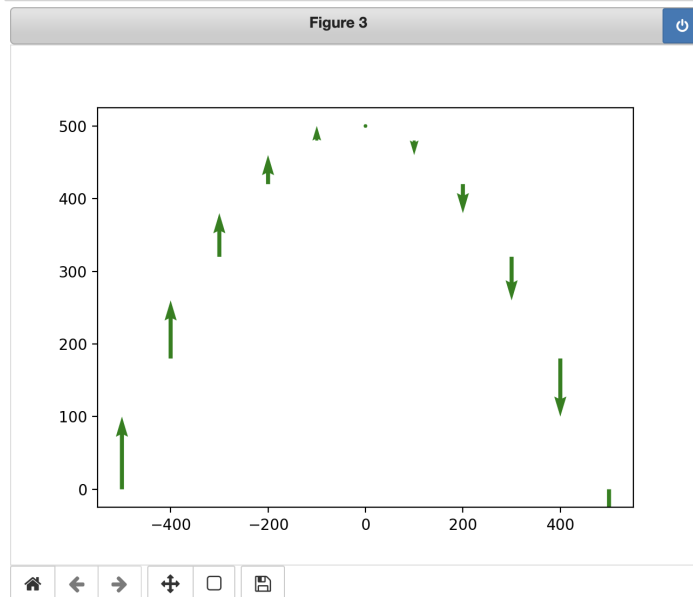
```
In [20]: myfig, myax=plt.subplots()
myax.quiver( XP05, YP05, VX, ZERO,color='g',angles='xy',scale_units='xy',scale=1)
```



- la velocitat vertical, on es veu que **no** és constant

Velocitat vertical vy

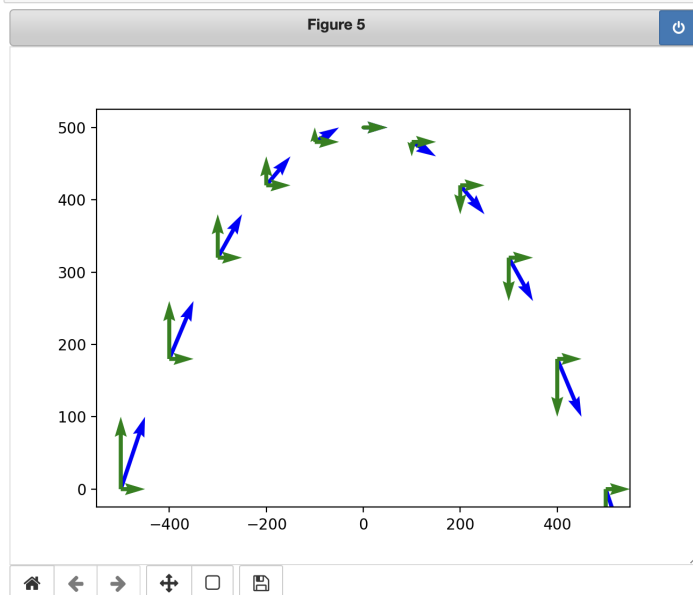
```
In [21]: myfig, myax=plt.subplots()
myax.quiver( XPOS, YPOS, ZERO, VY,color='g',angles='xy',scale_units='xy',scale=1)
```



Out[21]: <matplotlib.quiver.Quiver at 0x783640d1b5da>

- la velocitat total, amb les components horitzontal i vertical

```
In [23]: myfig, myax=plt.subplots()
velplot=myax.quiver( XPOS, YPOS, VX, VY,color='b',angles='xy',scale_units='xy',scale=1)
velplot=myax.quiver(XPOS, YPOS, ZERO, VY,color='g',angles='xy',scale_units='xy',scale=1)
velplot=myax.quiver( XPOS, YPOS, VX, ZERO,color='g',angles='xy',scale_units='xy',scale=1)
```

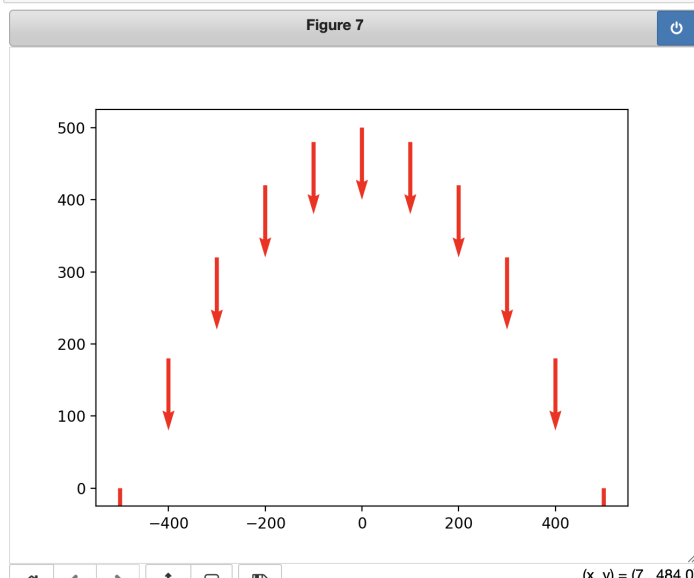


- i l'acceleració, on es veu que és constant, i vertical

Acceleració

```
In [25]: AX=[float(ax.subs(t,i)) for i in temps]  
AY=[float(ay.subs(t,i)) for i in temps]
```

```
In [26]: myfig, myax=plt.subplots()  
accplot=myax.quiver(XPOS,YPOS,AX,AY,color='red',angles='xy',scale_units='xy',scale=0.1)
```



A més d'aquests gràfics estàtics, també hi ha els corresponents gràfics animats de cadascuna de les magnituds⁹, i hi ha també altres visualitzacions detallades que ajuden a comprendre el moviment.

6 Ús en la docència

L'ús de les simulacions en la docència és doble.

Per una banda, a l'hora de les classes magistrals de teoria, es mostren les simulacions a l'aula, projectades des de l'ordinador a una pantalla. Es fa l'explicació (les primeres vegades) de com funcionen les simulacions, i s'executen en el mateix moment perquè l'alumnat vegi els gràfics i les animacions. S'expliquen els diferents gràfics i animacions. Donat que és interactiu, es poden canviar en el mateix moment alguns paràmetres per veure el seu efecte, o fer alguna gràfica o animació addicional per emfatitzar alguna explicació, o per contestar o aclarir alguna pregunta o dubte de l'alumnat. Després de la classe, la simulació es publica al Campus Virtual.

Per altra banda, l'alumnat realitza treball autònom amb les simulacions. L'alumnat ha de realitzar les simulacions en les seves hores d'estudi. Les simulacions realitzades formen part de l'avaluació continuada de l'assignatura. Després de la classe corresponent, s'obre una tasca al Campus Virtual on l'alumnat ha de publicar les simulacions realitzades. Per fer-ho ha d'accedir a la simulació corresponent, posar el seu nom a la casella corresponent de

⁹Els gràfics animats no es poden visualitzar en un document estàtic com és aquest.

la simulació¹⁰, executar-la completament, i finalment crear un document PDF que contingui tota la simulació. Això darrer es pot fer utilitzant el menú *Imprimir* del navegador web i escollint *Desar en PDF* (o equivalent). El document PDF creat es puja a la tasca del Campus Virtual per ser avaluat. L'alumnat disposa d'una setmana de temps per entregar aquesta tasca. A l'alumnat se l'anima a que faci modificacions en els paràmetres de les simulacions. La qualificació de l'entrega és simplement 1, si s'ha fet i entregat, i 0 si no s'ha entregat. El pes de l'entrega en la qualificació de l'avaluació continuada és el mateix que les entregues de problemes que també es demanen en aquesta assignatura.

7 Difusió

S'ha realitzat la difusió del projecte mitjançant les següents activitats:

- La informació del projecte i de les simulacions està publicada a la web institucional de docència del professor responsable [9]:
 - <https://jaumegasch.fqa.ub.edu/doc%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>

La impressió de la web es mostra a l'apèndix A.

- S'ha fet difusió del projecte i les simulacions al perfil en xarxes socials del professor responsable. El professor responsable disposa d'un perfil [17] a *Mathstodon* [18], que és un node de la xarxa social Mastodon [19] enfocat a parlar sobre matemàtiques i ciència en general. S'han fet uns fils, que consten cadascun de set publicacions, amb l'explicació i difusió del projecte, en tres idiomes:
 - Català: <https://mathstodon.xyz/@cataquark/113123393989660780>
 - Castellà: <https://mathstodon.xyz/@cataquark/113123361490280926>
 - Anglès: <https://mathstodon.xyz/@cataquark/113123386397693858>
- El projecte s'ha presentat en una xerrada convidada al curs de formació docent "*Innovació i millora docent - Facultat de Física*", *Jornada de Formació de Professorat de la Facultat de Física* (Barcelona, 2 de juliol de 2025) [20].

En el futur es continuarà fent difusió del projecte tant de forma física com en línia, mitjançant activitats similars a aquestes, o d'altres oportunitats que puguin sorgir.

8 Avaluació del projecte

Els indicadors i el mètode d'avaluació del projecte estan detallats a la memòria inicial del projecte.

¹⁰Veure la secció 5.

8.1 Avaluació dels objectius tècnics

En la memòria inicial del projecte s'estipulen els següents objectius tècnics:

- implementar les simulacions/animacions en programari, preferentment en programari lliure (p.ex. Python);
- allotjar aquestes simulacions/animacions en línia, preferentment buscant la seva integració en el campus virtual de la Universitat de Barcelona.

I es concreta el següents indicadors d'avaluació

- nombre de simulacions programades;
- nombre de simulacions allotjades online;

i amb l'instrument

- llistat de simulacions publicades al campus virtual.

El llistat de les simulacions desenvolupades s'ha presentat a la secció 3, i s'han realitzat en el llenguatge de programació de codi lliure Python [5]. Les simulacions es troben allotjades online de forma accessible per tothom a l'adreça[13], a través de la plataforma Github [12]. La disponibilitat i l'accés a les simulacions s'explica a la secció 4.

S'han programat quatre simulacions genèriques, que es poden dividir en seccions més petites en cas que la pràctica docent així ho recomani. En els dos cursos que s'ha realitzat aquest programa s'han publicat el següent nombre de simulacions al Campus Virtual de l'assignatura:

- Curs 2023/2024: 7 simulacions publicades (entregues d'avaluació continuada):
 1. E2: Entrega simulació moviment parabòlic
 2. E3: Entrega simulació moviment circular
 3. E4: Entrega simulació moviment oscil·latori harmònic simple
 4. E12: Entrega 13/11, simulació ones viatgeres
 5. E14: Entrega 16/11, simulació ones harmòniques
 6. E16: Entrega 27/11, simulació d'interferències i ones estacionàries
 7. E17: Entrega 29/11, simulació del fenomen de pulsacions
- Curs 2024/2025: 6 simulacions publicades (entregues d'avaluació continuada):
 1. E2: Entrega simulació moviment parabòlic
 2. E3: Entrega simulació moviment circular
 3. E5: Entrega simulació moviment oscil·latori harmònic simple

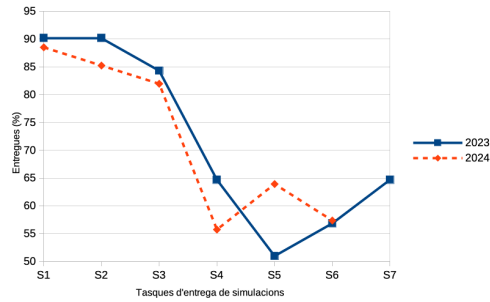


Figura 1: Percentatge d'estudiants que entreguen les simulacions en les tasques al campus virtual en els cursos 2023/2024 (2023, línia contínua) i 2024/2025 (2024, línia discontinua).

4. E14 Entrega 28/11, simulació d'interferències
5. E15: Entrega 5/12, simulació d'ones estacionàries
6. E17: Entrega 9/12, simulació del fenomen de pulsacions

Durant el curs 2024/2025 la plataforma *Mybinder* [7] va fer un canvi de configuració, que va tenir com a conseqüència que les simulacions no funcionessin. Es va haver d'actualitzar el codi de les simulacions. Durant el temps que va durar l'actualització les simulacions no van estar disponibles, i per aquest motiu hi ha menys publicacions durant aquest curs.

A l'apèndix C es mostra la impressió de la part dels Campus Virtuals del dos cursos amb les entregues d'avaluació continuada.

Aquest objectiu s'ha aconseguit completament, ja que s'han desenvolupat i publicat les eines tal com estava previst.

8.2 Avaluació dels objectius docents

L'objectiu docent especificat a la memòria és:

- ús de les simulacions;

l'indicador és:

- percentatge d'estudiants que utilitzen l'eina;

i l'instrument:

- entrega de resultats de simulacions en PDF al campus virtual.

Els percentatges d'estudiants que han fet cadascuna de les entregues es mostra a la Taula 1 i la Figura 1. Totes les simulacions tenen un percentatge d'entregues superior al 50%, i la mitja d'entregues de simulacions en cadascun dels cursos que s'ha dut a terme el projecte és aproximadament d'un 72%.

En ambdós cursos s'observa que el nombre d'entregues és menor en les darreres simulacions. Això pot ser degut a que les entregues de simulacions 1 – 3 (cinemàtica) s'efectuen a

Curs	2023/2024	2024/2025
Persones matriculades	51	61
Simulació 1	90.2%	88.5%
Simulació 2	90.2%	85.2%
Simulació 3	84.3%	82.0%
Simulació 4	64.7%	55.7%
Simulació 5	51.0%	63.9%
Simulació 6	56.9%	57.4%
Simulació 7	64.7%	
Mitja	71.7%	72.1%

Taula 1: Entregues de simulacions en les tasques del campus virtual, persones matriculades en cada curs, percentatge d'alumnes que entreguen cada tasca, i el percentatge mig de tasques entregades.

principis de curs (setembre-octubre), amb un alumnat molt motivat i amb poca càrrega de feina lectiva i d'estudi. Les simulacions 4 – 7 (ones) s'efectuen a final de curs (novembre-desembre), que és una època amb molta càrrega de feina lectiva i d'estudi (proves parcials, entregues d'informes de laboratori, ...), i les entregues de simulacions no son tant prioritàries per l'alumnat degut a que el seu pes en la qualificació final de l'assignatura és petit.¹¹

Fent la mitja ponderada dels dos cursos obtenim que s'han efectuat un 71.9% de les entregues possibles. Per tant aquest objectiu s'ha aconseguit de forma notable.

8.3 Avaluació del l'objectiu principal

L'objectiu docent especificat a la memòria és:

- millora l'aprenentatge i la comprensió;

els indicadors son:

- percentatge d'estudiants aprovats i nota mitja;
- comentaris en les enquestes d'opinió de l'alumnat;

i els instruments:

- llistat de qualificacions;
- enquestes d'opinió de l'alumnat.

¹¹El conjunt total de les entregues tenia una ponderació del 4.5% en la qualificació de l'assignatura. El curs 2023/2024 hi va haver un total de 20 entregues, i el curs 2024/2025 19 entregues. Per tant cada entrega té una contribució aproximada del 0.23% en la qualificació final de l'assignatura.

Abans de fer l'anàlisi dels indicadors cal recordar un fet important: el rendiment de l'alumnat depèn de múltiples factors. En diferents cursos acadèmics no canvia només l'aplicació del projecte docent presentat, sinó també altres factors que no estan sota control del professorat, des de factors aleatoris (p.ex. el nivell de coneixements mig de l'alumnat de cada curs al començar), ambientals (p.ex. la pandèmia COVID-19), d'estructuració docent, etc., i per tant pot ser difícil associar un sol factor als canvis quantitatius del rendiment de l'alumnat.

Concretament, durant la fase d'aplicació del present projecte es va produir un canvi significatiu a la docència de l'assignatura: la reducció d'un 20% en les hores lectives. Evidentment, el canvi en el nombre d'hores lectives d'una assignatura tindrà un efecte molt més gran que l'aplicació d'un cert projecte de millora docent, i més si és tant gran.

Fins el curs 2022/2023 el pla docent de l'assignatura [21] (i, de fet, en la majoria de les assignatures teòriques de primer curs de grau de la facultat de física de la UB) tenia una assignació de 5 sessions lectives de 50 minuts a la setmana: 3 sessions de teoria (classes magistrals), 1 sessió teoricopràctica (resolució del professor dels problemes bàsics), i 1 sessió de pràctiques de problemes (resolució dels alumnes de problemes complementaris).

El curs 2023/2024, primer curs d'aplicació del projecte a la docència, per instruccions de la UB, es va eliminar una sessió lectiva setmanal, reduint el nombre de sessions a 4 [4, 22], és a dir, la reducció d'un 20% de les hores lectives. Per motius de temari, es va haver d'eliminar la sessió de pràctiques de problemes. Aquesta sessió oferia una formació molt útil a l'alumnat, de forma molt personalitzada, però era una formació complementària als objectius del curs, i quan es va reduir el nombre d'hores lectives s'havia de sacrificar alguna part de la formació. No s'entén que, en un moment en què es diu que es vol posar l'atenció personalitzada a l'alumnat en el centre de la docència universitària, es redueixi significativament (un 20%) la quantitat d'hores lectives, implicant d'aquesta manera l'atenció personalitzada i dificultant el poder efectuar explicacions i activitats extra que profunditzin la comprensió dels conceptes i mètodes.

L'anàlisi del rendiment es farà a partir del curs 2014¹², ja que en aquest curs es va establir la docència del grau en el seu format actual. Anteriorment la docència del primer curs del grau es feia conjuntament amb el grau d'*Enginyeria Biomèdica*, i a partir del 2014 ja es va fer la docència per separat en els dos graus. Durant el temps en què es va fer la docència conjunta en els dos graus el rendiment en l'alumnat d'*Enginyeria Electrònica* era molt baix, i per això en els primers cursos després de la separació hi ha un nombre molt gran de matriculats, ja que hi havia molts repetidors de cursos anteriors.

La Figura 2 mostra les dades de rendiment en l'assignatura en el període 2014-2024. Es mostren les taxes de rendiment (persones aprovades/persones matriculades), èxit (persones aprovades/persones presentades a l'avaluació) i percentatge de persones no presentades, es mostra també el nombre de persones matriculades, persones aprovades, suspenses i no presentades, i finalment la nota mitja.

Les dades de la Figura 2 mostren que el curs 2023-2024 no s'ha produït una millora

¹²Per claredat i concisió denotarem el curs acadèmic simplement com l'any d'inici del curs, així el curs 2014 significa 2014/2015.

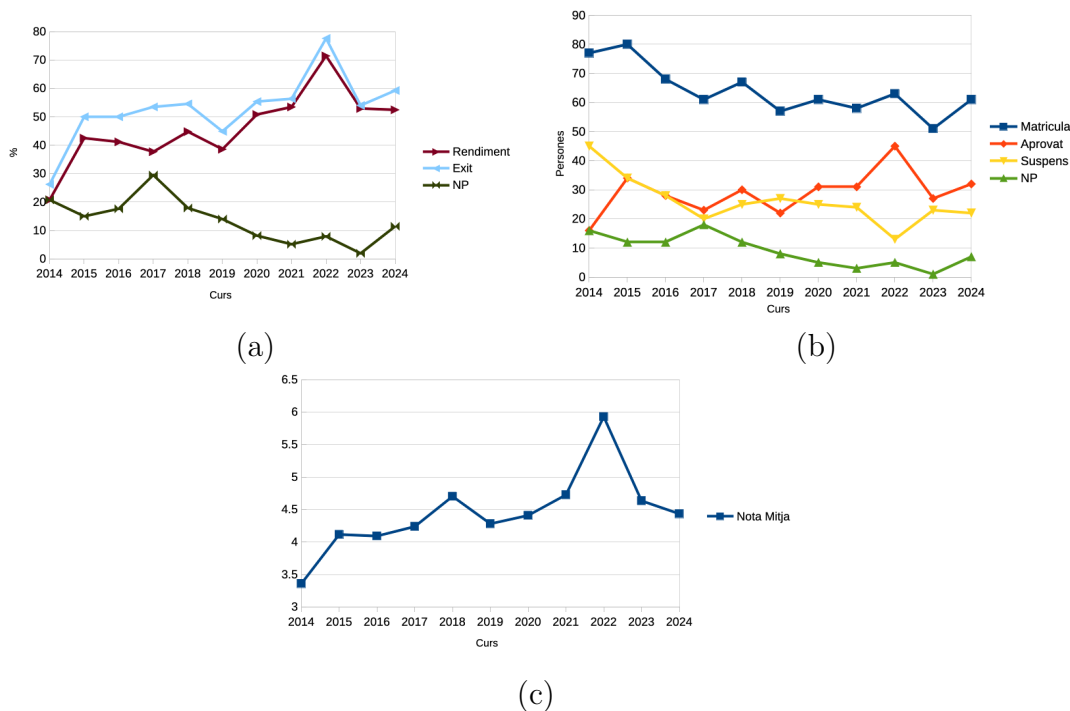


Figura 2: (a) Taxes de rendiment (persones aprovades/persones matriculades), èxit (persones aprovades/persones presentades a l'avaluació) i percentatge de persones no presentades (NP) en cada curs acadèmic. (b) Persones matriculades, aprovades, suspenses i no presentades (NP), en cada curs acadèmic. (c) Qualificació final mitja en cada curs acadèmic.

del rendiment acadèmic, si no tot el contrari, s'ha produït una disminució de les taxes de rendiment, d'èxit i de la nota mitja. Si analitzem les taxes d'èxit (Fig. 2a), matrícula (Fig. 2b) i nota mitja (Fig. 2c), veiem que a l'inici de la sèrie (curs 2014) el rendiment acadèmic va ser molt baix, cal tenir en compte que va ser el primer any d'implementació de l'assignatura en el seu nou format, i hi havia una gran quantitat de persones que repetien l'assignatura, el que el reflecteix en una matriculació molt alta. La taxa d'èxit i la nota mitja creixen ràpidament, i establint-se per sobre del 50% (taxa d'èxit) i del 4 (nota mitja), amb una lleugera creixuda anual. La creixuda es veu interrompuda el curs 2019, aquest va ser el curs de la pandèmia de la COVID-19, on els exàmens finals (principis del 2020) i de re-avaluació (juny) es van fer online en condicions de confinament, i amb tota la problemàtica associada. El curs 2020 es va fer la docència eminentment online, i els exàmens també online, en condicions de confinament, però en aquestes dates tant l'alumnat com el professorat ja havíem après a treballar en situació de confinament, i el rendiment torna a créixer, normalitzant-se a partir del curs 2021. El curs 2022 es produeix un creixement acusat del rendiment acadèmic (amb una taxa d'èxit del 78% i una nota mitja de 5.9) pel qual no hem sabut trobat una explicació (pot ser degut a factors *ambientals*, o *aleatoris*, estudiants més motivats, o amb millor nota d'entrada de la EVAU, ...).

A les Figs. 2a, c s'intueix una tendència al creixement de les magnituds de rendiment

	Rang Cursos	m	Valor- p	b	Valor- p	R^2
Rendiment	2014-2022	4.26 ± 0.99	0.004	-8552 ± 2006	0.004	0.72
	2014-2024	2.99 ± 0.80	0.005	-5982 ± 1612	0.005	0.61
Èxit	2014-2022	3.78 ± 1.15	0.014	-7571 ± 2330	0.014	0.6
	2014-2024	2.46 ± 0.90	0.044	-4912 ± 1814	0.024	0.45
Nota Mitja	2014-2022	0.21 ± 0.05	0.004	-426 ± 103	0.004	0.71
	2014-2024	0.12 ± 0.05	0.027	-246 ± 95	0.029	0.44

Taula 2: Paràmetres de les regressions lineals de les gràfiques de la Fig. 3. Es mostren la pendent m , el terme independent b , coeficient de determinació R^2 i valors- p per les regressions dels cursos 2014-2022, i 2014-2024.

acadèmic (rendiment, èxit, nota mitja). Per sondejar aquesta hipòtesi fem un model de creixement lineal. Suposem un model de creixement lineal i calculem els seus paràmetres en el períodes 2014-2022, i 2014-2024, i per veure si en els darrers dos cursos s’ha produït una acceleració o desacceleració de les magnituds. El model lineal proposat és:

$$y = mx + b$$

on x és el curs, m la pendent, b el terme independent, i y és la magnitud que es mesura. La Fig. 3 mostra les taxes de rendiment, èxit, i nota mitja, i les regressions lineals corresponents als períodes 2014-2022 i 2012-2024. La Taula 2 conté els paràmetres de les diferents regressions lineals, també conté els coeficients de determinació R^2 de cadascuna de les regressions i els valors- p per cadascun dels paràmetres.

A la Taula 2 s’aprecia que, pel rang de cursos 2014-2022, les pendents són positives i els coeficients de determinació R^2 són més grans de 0.5, i per tant podem dir que hi ha un creixement de les magnituds de rendiment acadèmic, encara que no podem afirmar que s’ajusti a un model lineal. Els valors- p de les variables són petits (menors que 0.015 en tots els casos), el que ens indica que, en tot cas, el model lineal descriu millor les dades que l’absència de model. La part important, però és la comparació amb les regressions pel rang de cursos 2014-2024, observem que a l’afegir els dos darrers cursos, en totes les magnituds es produeix el mateix fenomen: el coeficient de determinació R^2 disminueix, fins i tot per sota de 0.5, el que indica que ha empitjorat la correlació entre les magnituds, la pendent m disminueix significativament, el que indica una disminució del creixement de les magnituds, i finalment, els valors- p augmenten significativament, el que indica una probabilitat significativament menor que aquest model s’ajusti a les dades.

En resum, no podem concloure que a partir del curs 2023/2024 s’hagin produït una millora en el rendiment acadèmic respecte els cursos anteriors, en tot cas es podria dir que la millora del rendiment acadèmic s’ha alentit, o fins i tot es pot haver produït un empitjorament del rendiment, encara que faltarien dades de més cursos per arribar a qualsevol conclusió. Aquest alentiment de la millora o empitjorament del rendiment acadèmic pot ser degut a la reducció en un 20% de les hores lectives dedicades a l’assignatura.

Pel que respecta als comentaris a les enquestes, el percentatge de respostes a les en-

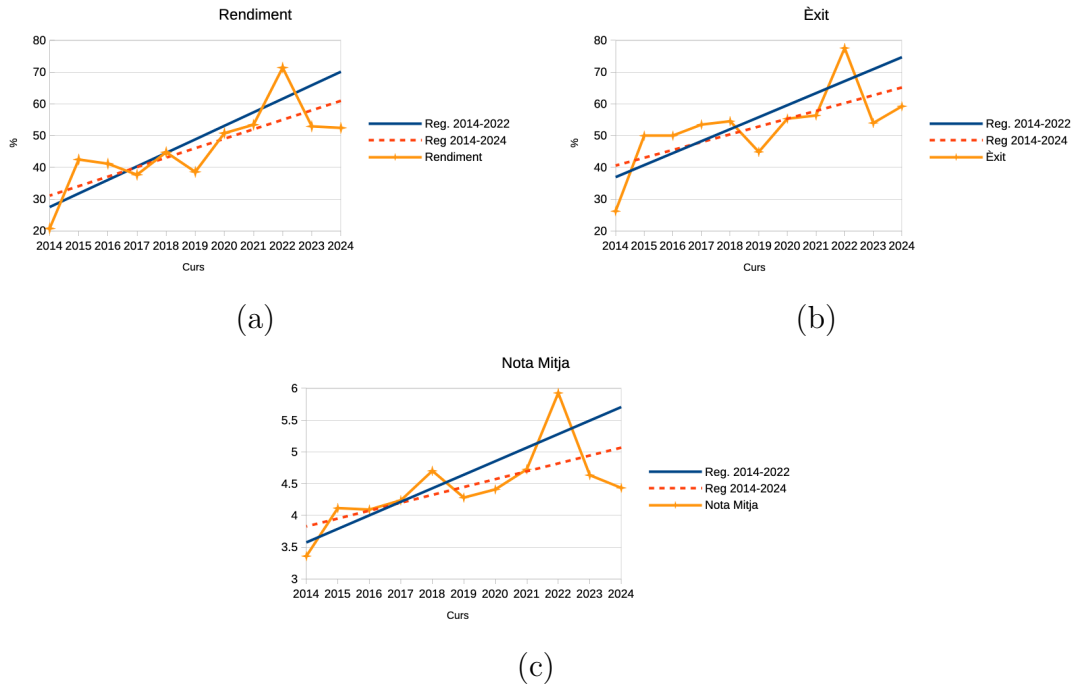


Figura 3: Taxes de (a) rendiment, (b) èxit, i (c) nota mitja, es mostren les dades, la recta regressió corresponent als cursos 2014-2022, i la recta de regressió corresponent als cursos 2014-2024.

questes és limitat¹³, tot i que des del professorat s'insisteix a l'alumnat en la conveniència d'omplir-les, i també se'ls demana que opinin sobre les simulacions. Les respostes a les enquestes es reproduïxen a l'apèndix D. En els pocs comentaris de les enquestes es valora positivament l'ús de les simulacions.

Addicionalment, i de forma anecdòtica, quan algun estudiant ha vingut a tutories l'hi he preguntat la seva opinió sobre les simulacions, i en tots els casos m'han contestat que ho consideraven útil.

9 Conclusions i perspectives de futur

Les simulacions s'han desenvolupat i publicat, tal com s'havia previst en el projecte original (secció 8.1).

El projecte s'ha difós tal com s'havia previst en el projecte original (secció 7), i ha sigut objecte d'una xerrada convidada en un curs de formació docent [20].

Les simulacions s'han utilitzat amb èxit en la docència, tant en les sessions de classes a l'aula, com en el treball autònom de l'alumnat (secció 8.2).

¹³Les respostes a les enquestes han estat de menys d'un 50%. El curs 2023/2024: 41.18% assignatura, 47.06% professor, i el curs 2024/2025: 45.9% assignatura i 44.3% professor.

Desafortunadament, no s'ha pogut avaluar adequadament la millora de l'aprenentatge, degut a que la implementació del projecte ha coincidit amb el temps amb una reducció substancial de les hores lectives dedicades a l'assignatura, el que ha tergiversat totalment qualsevol intent de quantificar la millora de l'aprenentatge degut a la utilització d'aquesta millora docent (secció 8.3).

Les poques evidències de valoració de l'alumnat (secció 8.3 i apèndix D) indiquen que l'alumnat troba útils aquestes simulacions per la comprensió de l'assignatura.

En el futur continuaré utilitzant aquestes simulacions en les explicacions de l'assignatura, i utilitzant-les en l'avaluació continuada, mentre continuï sent professor d'aquesta assignatura.

Continuaré mantenint les simulacions perquè funcionin correctament degut a possibles canvis en les eines i els entorns de programació.

Les simulacions estan disponibles perquè qualsevol professor futur d'aquesta assignatura, o d'assignatures similars d'altres graus, pugui utilitzar-les (i modificar-les o ampliar-les) de la forma que consideri convenient.

Referències

- [1] <https://www.ub.edu/portal/web/fisica/grau/-/ensenyament/detallEnsenyament/6294008>.
- [2] J. Guasch, *Implementació de simulacions interactives de física bàsica*, 2022PMD-UB/011, <https://www.ub.edu/rimda/content/implementaci%C3%B3-de-simulacions-interactives-de-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>.
- [3] <https://www.ub.edu/rimda/>.
- [4] *Pla docent de: Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica*, curs 2024/2025, https://www.ub.edu/pladocent/?cod_giga=363985&curs=2024&idioma=CAT.
- [5] <http://python.org>.
- [6] *Pla docent de: Informàtica*, https://www.ub.edu/pladocent/?cod_giga=363981&curs=2024&idioma=CAT.
- [7] <https://mybinder.org/>.
- [8] RIMDA, *Catàleg d'estratègies docents per la millora i innovació*, http://rimda.ub.edu/sites/default/files/documents/Cataleg_lin_inn.pdf.
- [9] *Pàgina web del projecte*, <https://jaumeguasch.fqa.ub.edu/doc%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>.
- [10] *Campus Virtual: Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica 2023/2024*, <https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=72642>.

- [11] *Campus Virtual: Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica 2024/2025*, <https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=85370>.
- [12] <https://github.com/>.
- [13] *Pàgina del projecte a la plataforma Github*, <https://github.com/gitjgi/simple-kinematics>.
- [14] *License: Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Public License, (CC-BY-NC-SA 4.0)*, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.
- [15] *Llicència: Creative Commons Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC-BY-NC-SA 4.0)*, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ca>.
- [16] <https://jupyter.org/>.
- [17] J. Guasch, *Perfil @cataquark*, <https://mathstodon.xyz/@cataquark>.
- [18] *Mastodon instance for people who love maths*, <https://mathstodon.xyz/>.
- [19] *Mastodon: Social networking that's not for sale*, <https://joinmastodon.org/>.
- [20] J. Guasch, *Projecte Millora Docent: Implementació de simulacions interactives de física bàsica*, Xerrada convidada al curs “*Innovació i millora docent - Facultat de Física*”, *Jornada de formació de la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona*, Barcelona, 2 de juliol de 2025, dispositius disponibles a https://drive.google.com/file/d/1XCAK4u0nMAPbXKK6D_6Aqddj8p4LFiPw/view?usp=drive_link.
- [21] *Pla docent de: Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica, curs 2022/2023*, https://www.ub.edu/pladocent/?cod_giga=363985&curs=2022&idioma=CAT.
- [22] *Pla docent de: Fonaments d'Ones Fluids i Termodinàmica, curs 2023/2024*, https://www.ub.edu/pladocent/?cod_giga=363985&curs=2023&idioma=CAT.

Apèndixs

A Pàgina web del projecte

Impressió de la pàgina web del projecte a data de 9 de juliol 2025 allotjada a:

- <https://jaumeguasch.fqa.ub.edu/doc%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>

Jaume Guasch's Home Page - Simulacions Física Bàsica

<https://jaumeguasch.fqa.ub.edu/doc%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>

Jaume Guasch's Home Page - Simulacions Física Bàsica

<https://jaumeguasch.fqa.ub.edu/doc%C3%A8ncia/simulacions-f%C3%ADsica-b%C3%A0sica>

Jaume Guasch's Home Page Home [English] Home [Català]

Simulacions de Física Bàsica

Simulacions de Física Bàsica en Python

Simulacions de diferents conceptes de física bàsica escrites en llenguatge [Python](#).

Es pot baixar el codi font de les diferents simulacions, o utilitzar-les online des del navegador utilitzant el sistema [mybinder](#).

Simulacions interactives

Les simulacions es poden utilitzar directament des del navegador web.

Simulacions disponibles:

- [Moviment Parabòlic](#)
- [Moviment Circular](#)
- [Oscil·lador Harmònic Simple](#)
- Ones. Es presenta també dividit en diferents seccions
 - Separat en seccions:
 - [Ones Viatgeres](#)
 - [Ones Harmòniques](#)
 - [Interferències](#)
 - [Ones Estacionàries](#)
 - [Interferències i Ones Estacionàries](#) (dos anteriors junts)
 - [Interferències: Pulsacions](#)
 - [Fitxer amb la simulació completa d'ones](#)

Codi font

El codi font està disponible per descarregar

- [Codi font a Github](#)

amb una llicència oberta que permet la utilització i la modificació del codi per aplicacions no-comercials ([Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Public License, CC-BY-NC-SA 4.0](#)).

El fitxer [README.md](#) conté les instruccions per baixar i utilitzar les simulacions localment al vostre ordinador.

Difusió

Projecte presentat al curs de formació "*Innovació i millora docent - Facultat de Física*", Jornada de Formació de Professorat de la Facultat de Física, Universitat de Barcelona, 2 de juliol de 2025.

- "Projecte Millora Docent: Implementació de simulacions interactives de física bàsica": [Diapositives de la presentació](#).

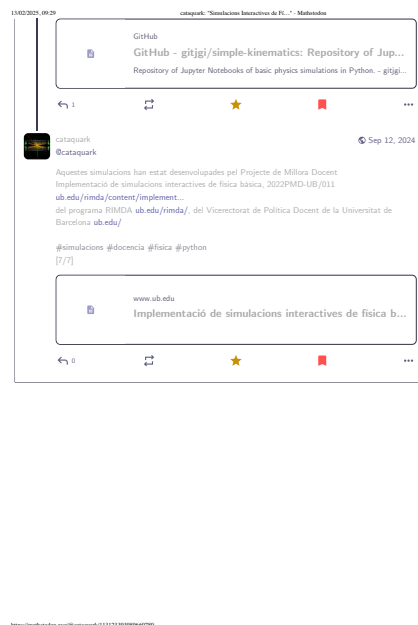
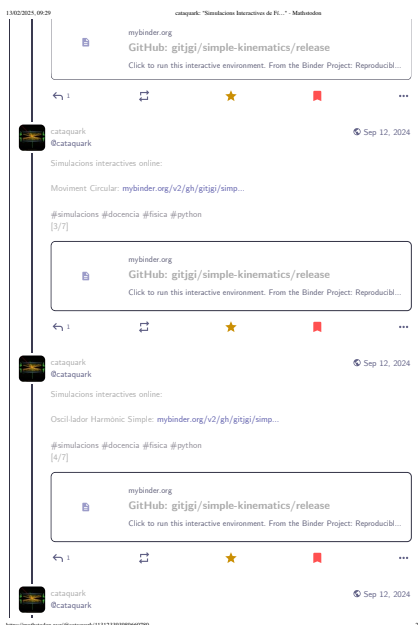
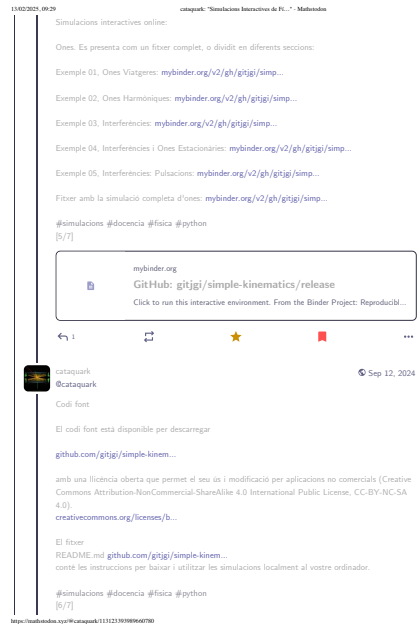
Aquestes simulacions han estat desenvolupades pel Projecte de Millora Docent [Implementació de simulacions interactives de física bàsica, 2022PMD-UB\(01\)](#) del programa [RIMDA](#), del Vicerectorat de Política Docent de la [Universitat de Barcelona](#).

Comments to: jaume_guasch_at_gmail_com

B Difusió xarxes socials

Com a exemple de la difusió en xarxes socials mostrem la impressió del fil d'explicació del projecte en català:

- <https://mathstodon.xyz/@cataquark/113123393989660780>



C Campus Virtual: entregues avaluació continuada

Impressió de la part de tasques d'entregues d'avaluació continuada dels Campus Virtuals. L'explicació i l'avaluació de les entregues s'explica a la secció 8.1.

- Campus Virtual del curs 2023/2024 [10]:

14/02/2025, 12:00	Curs: Fonaments d'Òptica, Fluids i Termodinàmica 23/24 I CVUB
E1: Avaluació inicial mecànica FOFT (Versió CORRECTA AMB FIGURES, 15/09/2023)	Marca com a feta
E2: Entrega simulació moviment parabòlic	Marca com a feta
E3: Entrega simulació moviment circular	Marca com a feta
E4: Entrega simulació moviment oscil·latori harmònic simple	Marca com a feta
E5: Entrega 28/09: I.6, I.8	
E6: Entrega 5/10: I.11, I.15	
E7: Entrega 16/10: I.18, I.26	
E8: Entrega 19/10: I.32, I.34	
E9 Entrega 26/10: I.23, I.37, I.39	
E10 Entrega 2/11: II.4, II.5, II.10	
E11 Entrega 9/11: II.13, II.19, II.24	
E12: Entrega 13/11, simulació ones viatgeres	Marca com a feta
E13 Entrega 16/11: II.16, II.18, II.20	
E14: Entrega 16/11, simulació ones harmòniques	Marca com a feta
E15 Entrega 23/11: II.21, III.6, III.7	
Fixeu-vos que hi ha un problema del full II (fluids) i dos problemes del full III (ones)	
E16: Entrega 27/11, simulació d'interferències i ones estacionàries	Marca com a feta
E17: Entrega 29/11, simulació del fenomen de pulsacions	Marca com a feta
E18 Entrega 30/11: III.1, III.3, III.9	
E19 Entrega 11/12: III.8, III.17, III.20	
E20 Entrega 21/12: IV.5, IV.13, IV.16	

<https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=72642>

6/22

- Campus Virtual del curs 2024/2025 [11]

14/02/2025, 11:58 Curs: Fonaments d'Ones, Fluids i Termodinàmica 24/25 (CVUB)

P4 Termodinàmica - respostes Marca com a feta

Solucions entrega E19 (19/12): IV.5, IV.13, IV.16 Marca com a feta

▼ Entrega problemes 2024/2025

Instruccions per entregar les tasques escajejades:

- Poneu el vostre nom escrit (almenys) al primer full escanejat
- El nom del fixer ha de contenir almenys el vostre primer cognom
- A ser possible, envieu un sol document en PDF (de varies pàgines). En dispositius Android/iOS hi ha diverses aplicacions gratuïtes per fer escanejats en diversos fulls en un sol PDF. En dispositius Android es pot fer des de la mateixa aplicació de Google Drive: <https://support.google.com/drive/answer/3145835?co=GENIE.Platform%3DAndroid>
- Una altra App gratuïta popular és CamScanner: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intsig.camscanner>

E1: Avaluació inicial mecànica FOFT Marca com a feta

E2: Entrega simulació moviment parabòlic Marca com a feta

E3: Entrega simulació moviment circular Marca com a feta

E4: Entrega 3/10: I.6, I.8

E5: Entrega simulació moviment oscil·latori harmònic simple Marca com a feta

E6: Entrega 10/10: I.11, I.15

E7: Entrega 17/10: I.14 (apartat b), I.18, I.26

E8: Entrega 24/10: I.32, I.34

E9 Entrega 31/10: I.37, I.39

E10 Entrega 7/11: II.4, II.5, II.10

Video del problema II.5: extreu aigua d'un pou fent el buit. Experiències de Javier Santadalla (@JaSantadalla@twitter.com), al programa Òrbita Laika de TV3 (@orbitalaika_tv@twitter.com) del 12/10/2020, (a partir del minut 4:06)
<https://www.rtve.es/alacarta/videos/orbita-laika/orbita-laika-artol-fisica/5680069/>

E11 Entrega 14/11: II.13, II.18, II.19

E12 Entrega 21/11: II.16, II.20, II.21

<https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=85370>

14/02/2025, 11:58 Curs: Fonaments d'Ones, Fluids i Termodinàmica 24/25 (CVUB)

E13 Entrega 28/11: II.23, III.6, III.7

Fieus vos que hi ha un problema del full II (Ruide) i dos problemes del full III (ones)?

E14: Entrega 28/11, simulació d'interferències Marca com a feta

E15: Entrega 5/12, simulació ones estacionàries Marca com a feta

E16 Entrega 5/12: III.1, III.3, III.9

E17: Entrega 9/12, simulació del fenomen de pulsacions Marca com a feta

E18 Entrega 12/12: III.8, III.17, III.20

E19 Entrega 19/12: IV.5, IV.13, IV.16

▼ Apunts i notes de classe 2024/2025

Apunts i notes de classe 2024/2025

FOFT: Introducció. Organització de l'assignatura Marca com a feta

Mecànica

FOFT: Introducció Marca com a feta

FOFT Introducció: Recordatori conceptes Marca com a feta

Cinemàtica

Actualització 25/09/2024

- Pg. 32. Canvi cosmètics

Actualització 18/09/2024

- Pg.18: Canvi cosmètic: $r \propto x$

Simulació Moviment Parabòlic: Velocitat i Acceleració Marca com a feta

Simulació gràfica de la velocitat i l'acceleració del moviment parabòlic sobre la trajectòria

PDF Moviment Parabòlic: Velocitat i Acceleració Marca com a feta

Gràfics dels vectors velocitat i acceleració sobre la trajectòria d'un moviment parabòlic

<https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=85370>

D Comentaris a les enquestes

En les enquestes d'opinió de l'alumnat de grau, l'alumnat ha deixat les següents opinions:

- Pregunta: *Quins aspectes de l'activitat docent d'aquest/a professor/a consideres que t'han ajudat més en el procés d'aprenentatge de l'assignatura?*
respostes
 - ...A més a més, ens inclou simulacions en Python de diferents conceptes que ens permet veure de forma gràfica simulacions de diferents aspectes de la física, i així, ens ajuda a assolir millor alguns conceptes...
 - Els problemes i les simulacions que ens fa fer cada setmana
 - Les entregues per així anar fent exercicis pràctics.
 - La entrega de ejercicios cada semana y que el Campus Virtual tiene mucho contenido para estudiar autónomamente.
 - La gran quantitat de material disponible (i la seva qualitat) al campus de l'assignatura

- Les feines a entregar t'obliga a estar al dia amb l'assignatura
- Les entregues están bé i si necesites ajuda está molt bé
- Veure simulacions del temari explicat a casa i els exemples explicats mentres s'avança amb la teoria
- Pregunta: *Preguntes obertes: Escriuiu qualsevol comentari, suggeriment o observació que vulgueu afegir o qualsevol matís a les qüestions plantejades:*
respostes
 - S'agraeixen les entregues per forçar-se a mantenir l'assignatura al dia. Crec que he après més de l'assignatura d'informàtica dels jupyterers d'aquesta assignatura que de la pròpia assignatura d'info.