



Universidad Nacional
de La Matanza

DIIT

Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas



Curso de ingeniería centrado en código

Capitalizando lo desarrollado durante el confinamiento

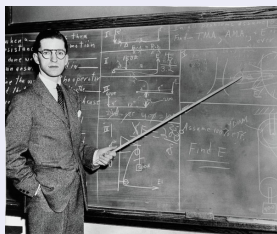
Bettachini, V.A.

Ingeniería Mecánica, DIIT, UNLaM

V Encuentro *Mejora de las Estrategias Pedagógicas*
22 de septiembre de 2023



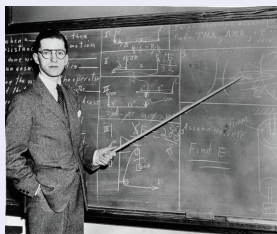
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel



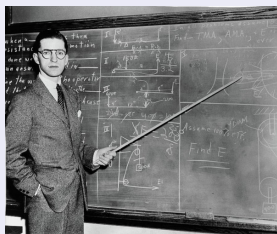
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)



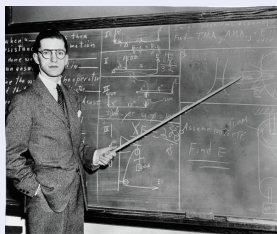
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno



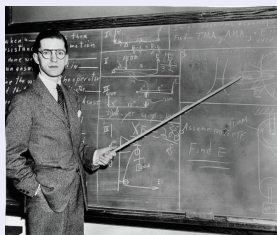
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Resuelto en papel \implies debe **transcribirse**



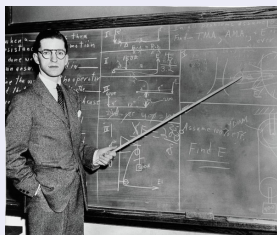
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Resuelto en papel \implies debe **transcribirse**
 - Modelado y cálculos: se **reiteran**



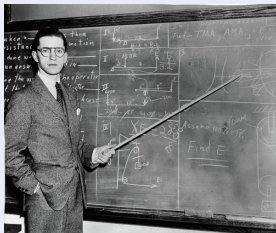
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Resuelto en papel \implies debe **transcribirse**
 - Modelado y cálculos: se **reiteran**



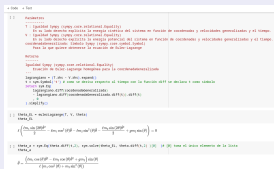
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



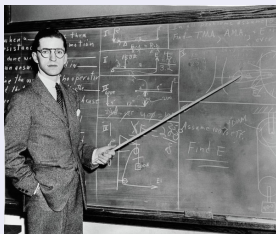
- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Resuelto en papel \implies debe **transcribirse**
 - Modelado y cálculos: se **reiteran**

s. XXI: minimizar el tedio

- Profesor: actualiza código en repositorio
- Alumno: repositorio del curso \rightarrow propio
- Código modificable \implies **re-utilizable**



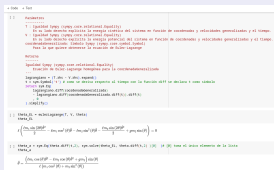
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Resuelto en papel \implies debe **transcribirse**
 - Modelado y cálculos: se **reiteran**

s. XXI: minimizar el tedio

- Profesor: actualiza código en repositorio
- Alumno: repositorio del curso \rightarrow propio
- Código modificable \implies **re-utilizable**
- Modelado y cálculos: **única vez**



Los futuros ingenieros deben poder escribir código



Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.



Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
    ]
    variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
    variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$



Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
    ]
    variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
    variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]

[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0] ) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1] ) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp

[15]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



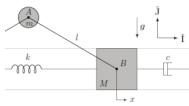
Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
      ]
      variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
      variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$



Los futuros ingenieros deben poder escribir código

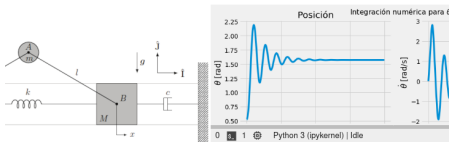
- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
    x_EL,
    phi_EL,
]
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]

[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
x_pp, phi_pp

[15]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



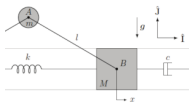
Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
      ]
      variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
      variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$



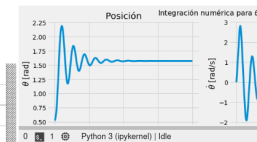
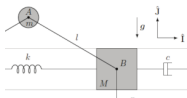
Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.
 - ▶ Modificaciones aditivas resuelven nuevas problemáticas.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
      ]
      variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
      variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$



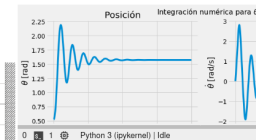
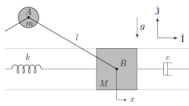
Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.
 - ▶ Modificaciones aditivas resuelven nuevas problemáticas.
 - ▶ Alumno se torna autónomo reutilizando el propio.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
    ]
    variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
    variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$



s.XXI: todo material debe estar disponible en línea



s.XXI: todo material debe estar disponible en línea

Cuaderno programable en línea: texto + ecuaciones + código

File Edit View Run Kernel Tabs Settings Help

PÉNDULOENHEBRADOSOLVED.IPYNB

Launcher cursoJupyter.Ipynb pénduloEnhebradoSolved.Ip Python 3

3. Obtenga una expresión para la tensión que ejerce la barra

$$Q_d = \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial d} = \lambda_1$$

Por tanto hay que resolver el sistema con las 3 ecuaciones de Euler-Lagrange y la única de ligadura para determinar λ_1 . Esta última hay que resolverla para su caso homogéneo y expresar su derivada segunda para que esté en el mismo orden que las de Euler-Lagrange, a fin de cuentas estamos resolviendo sistemas diferenciales de 2.º orden.

```
[14]: f_1
```

[14]: $f_1 = -l + d$

Determinamos también $\ddot{\theta}_1$ y $\ddot{\theta}_2$ pues serán necesarias para los cálculos numéricos posteriores.

```
[15]: sistema = [theta1_EL.expand(),
               theta2_EL.expand(),
               d_EL.expand(),
               sym.Eq(f_1.rhs.diff(t,2), 0)], # esto es igual a d punto punto = 0
variables = [theta1.diff(t,2), theta2.diff(t,2), lambda_1]
variables_sol = sym.nonlinsolve(sistema, variables).args[0]
```

```
[16]: lambda_1_sol = sym.Eq(lambda_1, variables_sol.args[2])
      lambda_1_sol.simplify()
```

```
[16]:
```

$$\lambda_1 = \frac{m \left(2a \cos(\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_1^2 + g \cos(2\theta_1 - \theta_2) + g \cos(\theta_2) + 2d\ddot{\theta}_2 - 2\ddot{d} \right)}{\cos(2\theta_1 - 2\theta_2) - 3}$$

Simple 0 2 Python 3 | Idle Saving completed Mode: Command Ln 1, Col 1 pénduloEnhebradoSolved.Ipynb

Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.



Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.



Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Se asiste a los alumnos con consultas asincrónicas.



Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Se asiste a los alumnos con consultas asincrónicas.
- Cuadernos multi-usuario, se incentiva el trabajo remoto colaborativo.



Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Se asiste a los alumnos con consultas asincrónicas.
- Cuadernos multi-usuario, se incentiva el trabajo remoto colaborativo.
- Todos sus ejercicios tienen fecha límite de entrega para su corrección.



Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Se asiste a los alumnos con consultas asincrónicas.
- Cuadernos multi-usuario, se incentiva el trabajo remoto colaborativo.
- Todos sus ejercicios tienen fecha límite de entrega para su corrección.

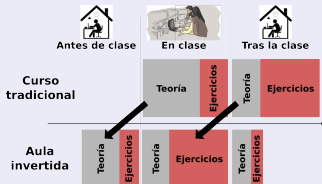


Cursada centrada en el código

Teoría y ejercicios resueltos en cuadernos programables

- En línea se distribuye la teoría y se resuelven ejercicios.
- Modificando el código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Se asiste a los alumnos con consultas asincrónicas.
- Cuadernos multi-usuario, se incentiva el trabajo remoto colaborativo.
- Todos sus ejercicios tienen fecha límite de entrega para su corrección.

Aula invertida




Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarlos
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente



Asistencia docente y corrección asincrónica

Google Colaboratory: comentando y editando el ejercicio del alumno

 07 No conservativas | ej4 ☆

Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda Se editó por última vez: 3 de junio

+ Código + Texto

```
[ ] # Energía potencial
m1_V = - (m1* g* (- N.y)).dot(m1_r)
# pot_k1 = unMedio* (-k1* ((l10 + x1)* (sym.cos(theta) - sym.sin(theta)) )**2 ) # mal
pot_k1 = unMedio* k1* (l10 + x1)**2 # Lo escribí yo
# pot_k2 = unMedio* -k2* (l20 + x)**2
pot_k2 = unMedio* k2* (l20 + x)**2
V = sym.Eq(sym.Symbol('V'), m1_V + pot_k1 + pot_k2 ) #agrega el potencial elastico k en la ecuacion
V
```

$$V = gm_1(-l_{10} - x_1)\sin(\theta) + \frac{k_1(l_{10} + x_1)^2}{2} + \frac{k_2(l_{20} + x)^2}{2}$$


▼ Lagrangiano


```
[ ] L = sym.Eq(sym.Symbol('\mathcal{L}'), (T.rhs - V.rhs))
L
```

$$\mathcal{L} = -gm_1(-l_{10} - x_1)\sin(\theta) - \frac{k_1(l_{10} + x_1)^2}{2} - \frac{k_2(l_{20} + x)^2}{2} + \frac{(m_0 + m_1)(2\cos(\theta)\dot{x}_1 + \dot{x}^2 + \dot{x}_1^2)}{2}$$

ECUACIONES DE EULER

Para x










 Victor Alexis Bettachini Resolver 31 de may. de 2021 (editado el 31 de may. de 2021)
- El estiramiento del resorte de k_1 es colineal con x_1 . No tienen sentido pensar en proyecciones (si es lo que hiciste, que realmente no entiendo).
- ¿Porque negativos los k?

 Victor Alexis Bettachini Resolver 31 de may. de 2021



Seguimiento individualizado

Registro del cumplimiento con entregas semanales

	g05e04	g04e02	g04e03	g04e04	g03e01c
Search students 	Sep 14th	Sep 7th	Sep 7th	Sep 7th	Aug 31st
 Class average					
 BORDON, JU...	Turned in	Returned	Turned in	Returned	Turned in
 CHAZARRETA...	Turned in	Returned	Returned	Returned	Returned
 COELHO, MA...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Turned in
 LIZARRAGA, ...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Returned
 PAZ, JAVIER ...		Returned	Needs revision	Viewed	Turned in
 PREGELJ, MA...	Turned in	Turned in	Turned in	Turned in	Returned
 RODRIGUEZ ...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Returned



Actualidad del proyecto



2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:



2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.



2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
 - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.



2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
 - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

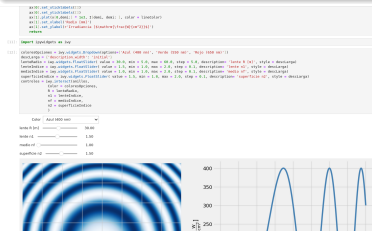


Actualidad del proyecto

2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
 - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

2024 • Física II empleará simulaciones provistas por nosotros.



Actualidad del proyecto

2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
 - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

2024

- Física II empleará simulaciones provistas por nosotros.
- *Prompt engineering*: alumnos generarán código con IA.

