



Universidad Nacional  
de La Matanza



Departamento de Ingeniería e  
Investigaciones Tecnológicas



## Curso de ingeniería centrado en código

### Capitalizando lo desarrollado durante el confinamiento

Bettachini, Víctor A.; Real, Mariano A.; Palazzo, Edgardo  
Kowalski, F.; Jara, D.

V Encuentro *Mejora de las Estrategias Pedagógicas*

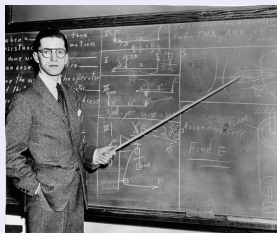
# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



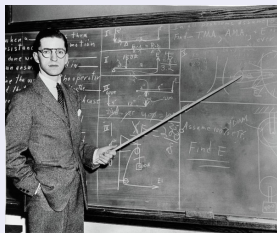
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



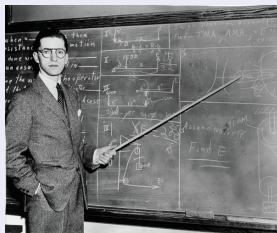
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



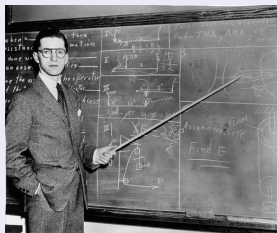
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



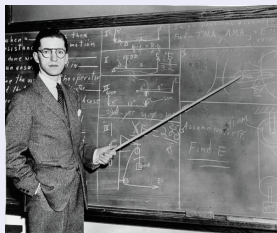
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



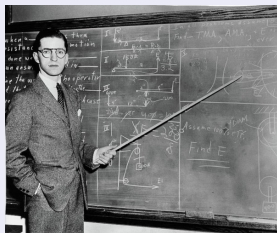
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración

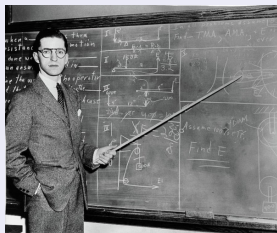
- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio

```
1 // ...
2 // ...
3 // ...
4 // ...
5 // ...
6 // ...
7 // ...
8 // ...
9 // ...
10 // ...
11 // ...
12 // ...
13 // ...
14 // ...
15 // ...
16 // ...
17 // ...
18 // ...
19 // ...
20 // ...
21 // ...
22 // ...
23 // ...
24 // ...
25 // ...
26 // ...
27 // ...
28 // ...
29 // ...
30 // ...
31 // ...
32 // ...
33 // ...
34 // ...
35 // ...
36 // ...
37 // ...
38 // ...
39 // ...
40 // ...
41 // ...
42 // ...
43 // ...
44 // ...
45 // ...
46 // ...
47 // ...
48 // ...
49 // ...
50 // ...
51 // ...
52 // ...
53 // ...
54 // ...
55 // ...
56 // ...
57 // ...
58 // ...
59 // ...
60 // ...
61 // ...
62 // ...
63 // ...
64 // ...
65 // ...
66 // ...
67 // ...
68 // ...
69 // ...
70 // ...
71 // ...
72 // ...
73 // ...
74 // ...
75 // ...
76 // ...
77 // ...
78 // ...
79 // ...
80 // ...
81 // ...
82 // ...
83 // ...
84 // ...
85 // ...
86 // ...
87 // ...
88 // ...
89 // ...
90 // ...
91 // ...
92 // ...
93 // ...
94 // ...
95 // ...
96 // ...
97 // ...
98 // ...
99 // ...
100 // ...
```



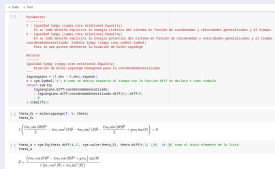
## Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

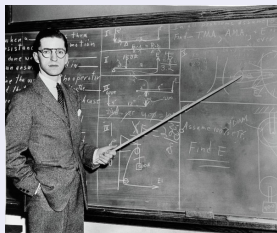
- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración



- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio
- Repositorio del curso  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  propio

# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración

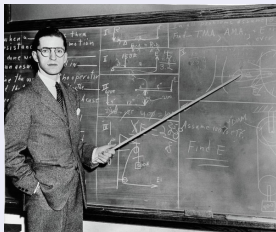
```
1 <= 1000 <= 1000
2 <= 1000
3 <= 1000
4 <= 1000
5 <= 1000
6 <= 1000
7 <= 1000
8 <= 1000
9 <= 1000
10 <= 1000
11 <= 1000
12 <= 1000
13 <= 1000
14 <= 1000
15 <= 1000
16 <= 1000
17 <= 1000
18 <= 1000
19 <= 1000
20 <= 1000
21 <= 1000
22 <= 1000
23 <= 1000
24 <= 1000
25 <= 1000
26 <= 1000
27 <= 1000
28 <= 1000
29 <= 1000
30 <= 1000
31 <= 1000
32 <= 1000
33 <= 1000
34 <= 1000
35 <= 1000
36 <= 1000
37 <= 1000
38 <= 1000
39 <= 1000
40 <= 1000
41 <= 1000
42 <= 1000
43 <= 1000
44 <= 1000
45 <= 1000
46 <= 1000
47 <= 1000
48 <= 1000
49 <= 1000
50 <= 1000
51 <= 1000
52 <= 1000
53 <= 1000
54 <= 1000
55 <= 1000
56 <= 1000
57 <= 1000
58 <= 1000
59 <= 1000
60 <= 1000
61 <= 1000
62 <= 1000
63 <= 1000
64 <= 1000
65 <= 1000
66 <= 1000
67 <= 1000
68 <= 1000
69 <= 1000
70 <= 1000
71 <= 1000
72 <= 1000
73 <= 1000
74 <= 1000
75 <= 1000
76 <= 1000
77 <= 1000
78 <= 1000
79 <= 1000
80 <= 1000
81 <= 1000
82 <= 1000
83 <= 1000
84 <= 1000
85 <= 1000
86 <= 1000
87 <= 1000
88 <= 1000
89 <= 1000
90 <= 1000
91 <= 1000
92 <= 1000
93 <= 1000
94 <= 1000
95 <= 1000
96 <= 1000
97 <= 1000
98 <= 1000
99 <= 1000
100 <= 1000
```

- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio
- Repositorio del curso  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  propio
- Poner en práctica: **re-utilizar** código



# Valorizar el tiempo de docentes y alumnos

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración

```
1 // todo -> todo
2
3 // Funciones
4
5 // Función para calcular la suma de los elementos de un vector
6 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
7 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
8 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
9 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
10 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
11 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
12 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
13 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
14 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
15 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
16 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
17 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
18 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
19 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
20 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
21 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
22 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
23 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
24 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
25 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
26 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
27 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
28 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
29 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
30 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
31 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
32 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
33 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
34 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
35 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
36 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
37 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
38 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
39 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
40 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
41 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
42 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
43 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
44 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
45 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
46 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
47 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
48 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
49 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
50 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
51 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
52 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
53 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
54 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
55 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
56 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
57 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
58 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
59 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
60 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
61 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
62 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
63 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
64 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
65 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
66 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
67 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
68 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
69 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
70 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
71 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
72 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
73 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
74 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
75 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
76 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
77 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
78 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
79 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
80 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
81 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
82 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
83 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
84 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
85 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
86 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
87 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
88 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
89 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
90 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
91 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
92 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
93 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
94 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
95 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
96 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
97 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
98 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
99 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
100 // Se le pasa un vector de enteros y se devuelve su suma
```

- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio
- Repositorio del curso  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  propio
- Poner en práctica: **re-utilizar** código
- Modificarle resuelve diversas problemáticas



# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código



# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código

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



# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del 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.tq(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del 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.tq(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]: 
$$\left( \begin{array}{l} \ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_1 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))} \end{array} \right)$$

```



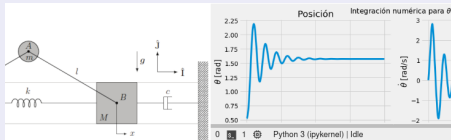
# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código

- 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
```

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



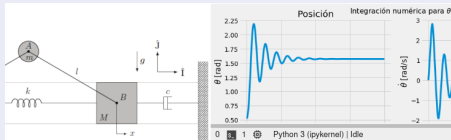


# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código

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

```



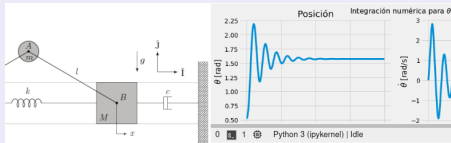
# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código

- 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= sys.nonlinearize(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
```

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



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

- Cierta problema es resuelto por un código provisto por el docente.

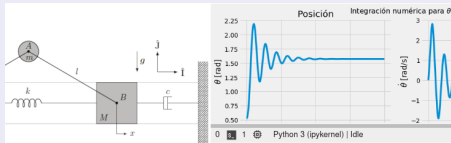
# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del código

- 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= sys.nonlinearize(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
```

$$\left[ \begin{array}{l} \ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))} \end{array} \right]$$



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

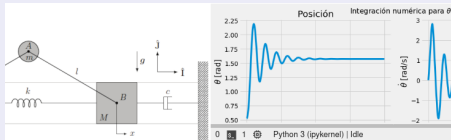
- Cierta problema es resuelto por un código provisto por el docente.
- El alumno realiza modificaciones para resolver nuevas problemáticas.

# Estudiantes de ingeniería deben aprovecharse del 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 = sys.nonlinearize(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

- Cierta problema es resuelto por un código provisto por el docente.
- El alumno realiza modificaciones para resolver nuevas problemáticas.
- Paulatinamente se torna autónomo reutilizando el propio código.



# Todo el material es editable en línea



# Todo el material es editable 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  $\lambda_1$ . 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

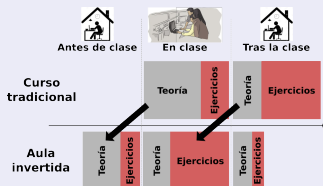


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Consultas **asincrónicas** en línea (24/7) **públicas** hacia otros alumnos.

## Aula invertida



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

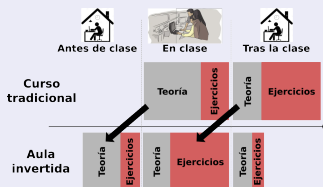


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Consultas **asincrónicas** en línea (24/7) **públicas** hacia otros alumnos.
- Trabajo **colaborativo remota** en cuadernos multi-usuario.

## Aula invertida



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



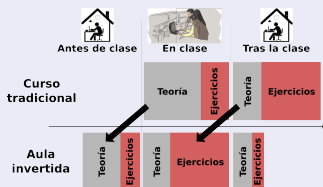


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Consultas **asincrónicas** en línea (24/7) **públicas** hacia otros alumnos.
- Trabajo **colaborativo remota** en cuadernos multi-usuario.
- Al finalizar ejercicios, asistencia docente **sincrónica individual**

## Aula invertida



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

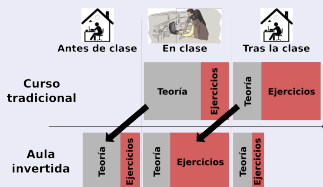


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Consultas **asincrónicas** en línea (24/7) **públicas** hacia otros alumnos.
- Trabajo **colaborativo remota** en cuadernos multi-usuario.
- Al finalizar ejercicios, asistencia docente **sincrónica individual**
- Entrega **obligatoria** para su corrección **semanal**.

## Aula invertida




Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarles
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

**Calificaciones**

Vencimiento el 28 sept

Exportar a Excel

	g06e03 28 sept	g06e04 28 sept	g06e05 28 sept	g05e01a 14 sept	g05e01c 14 sept	g05e02 14 sept	g05e03 14 sept
Promedio de clase							
[Avatar] [Nombre]	Visto		Visto	Devuelto	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] [Nombre]				Devuelto	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] [Nombre]				Entregado	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] [Nombre]	Visto	Visto	Visto	Entregado	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] [Nombre]				Entregado	Entregado		Entregado
[Avatar] [Nombre]	Visto	Visto	Visto	Entregado	Entregado	Visto	Entregado
[Avatar] [Nombre]	Visto			Entregado	Entregado	Entregado	Entregado



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:

## Modalidad de aula invertida





# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.

## Modalidad de aula invertida



## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus, ni que sean poderosas.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus, ni que sean poderosas.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus, ni que sean poderosas.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus, ni que sean poderosas.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.
- Consultas: asincrónicas y públicas.



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Reforzados con videos propios y bibliografía.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus, ni que sean poderosas.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.
- Consultas: asincrónicas y públicas.
- Finalizar ejercicios: asistencia personalizada del docente



# 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.

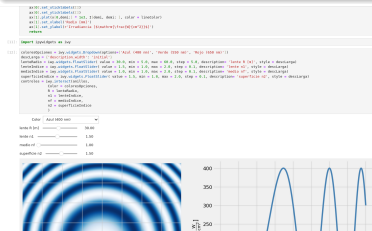


# Actualidad del proyecto

## 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.



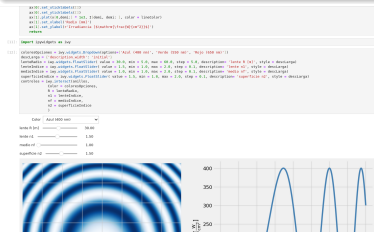
# Actualidad del proyecto

## 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.



```
lagrangiano = (T, rhs - V, rhs).expand(t)  
t = sym.Symbol('t') # como se deriva respecto al tiempo con la función diff se declara t como símbolo  
return sym.Eq(  
    lagrangiano.diff(coordenadaGeneralizada).diff(t).diff(t)  
    - lagrangiano.diff(coordenadaGeneralizada).diff(t),  
    0  
)  
.simplify()
```

[22]

```
x1_EL = eulerLagrange(T, V, x1)  
x1_EL
```

[23]

$$\frac{\pi^2 M \ddot{x}_1}{2} - g m_1 + g m_2 + m_1 \ddot{x}_1 + m_2 \ddot{x}_1 = 0$$

Esta es una ecuación diferencial lineal de segundo orden homogénea. De aquí se puede despejar  $\ddot{x}$

[24]

```
#Despejar x1Punto  
x1Punto = sym.solve(t, x1_EL, x1.diff(t, t)).args[0]
```