

# Cálculo Numérico (M212)

Aula Virtual

<http://fcen.uncuyo.edu.ar/elementos-de-calculo-numerico>

# Sobre el docente



Ing. Nicolás G. Tripp

<mailto:ntripp@fcen.uncu.edu.ar>

Docente de Métodos Numéricos.

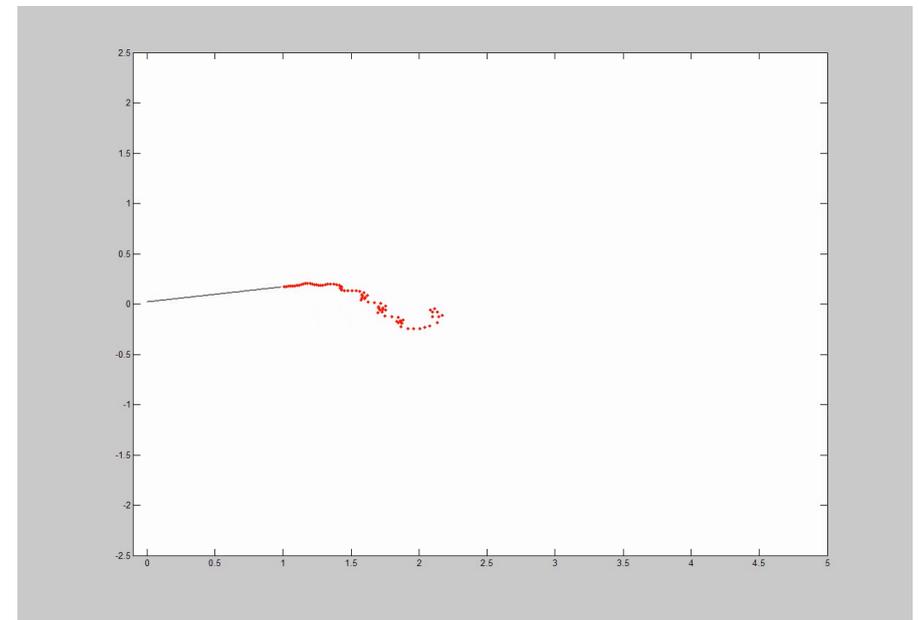
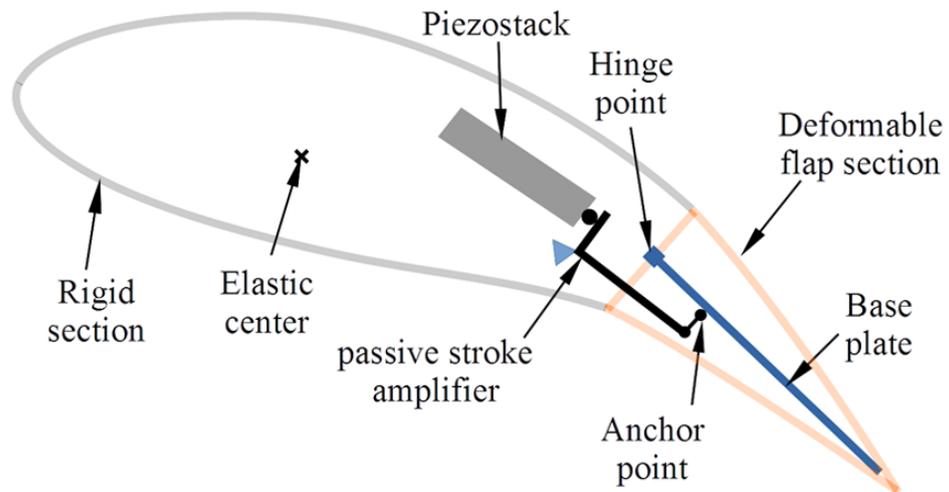
Investigador con gran tolerancia a la frustración :)

Fanático de los métodos numéricos y software libre desde el 2006

# Aplicaciones: análisis estructural

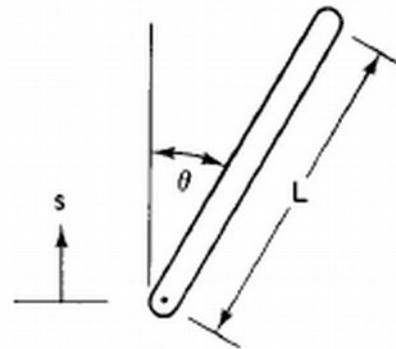


# Aplicaciones: interacción fluido-estructura

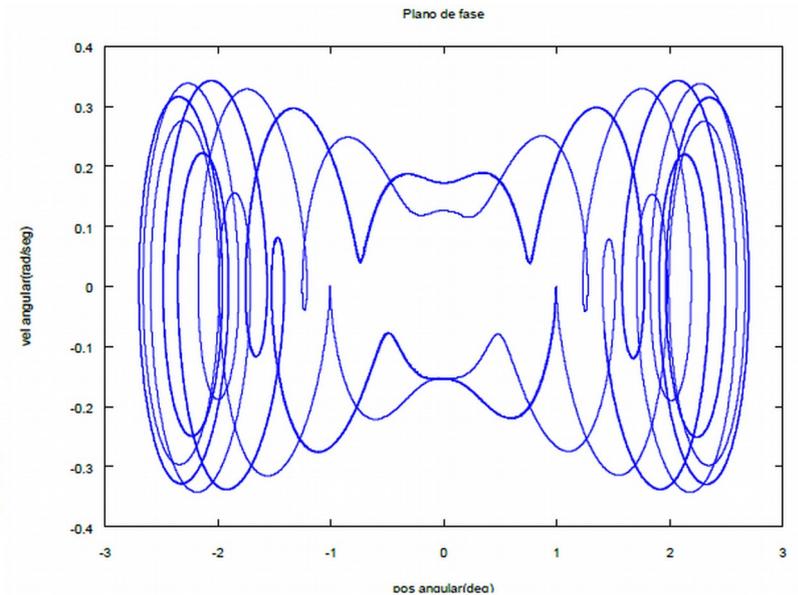


# Aplicaciones: estabilidad

## *Ecuaciones no lineales (Estabilidad del péndulo invertido)*

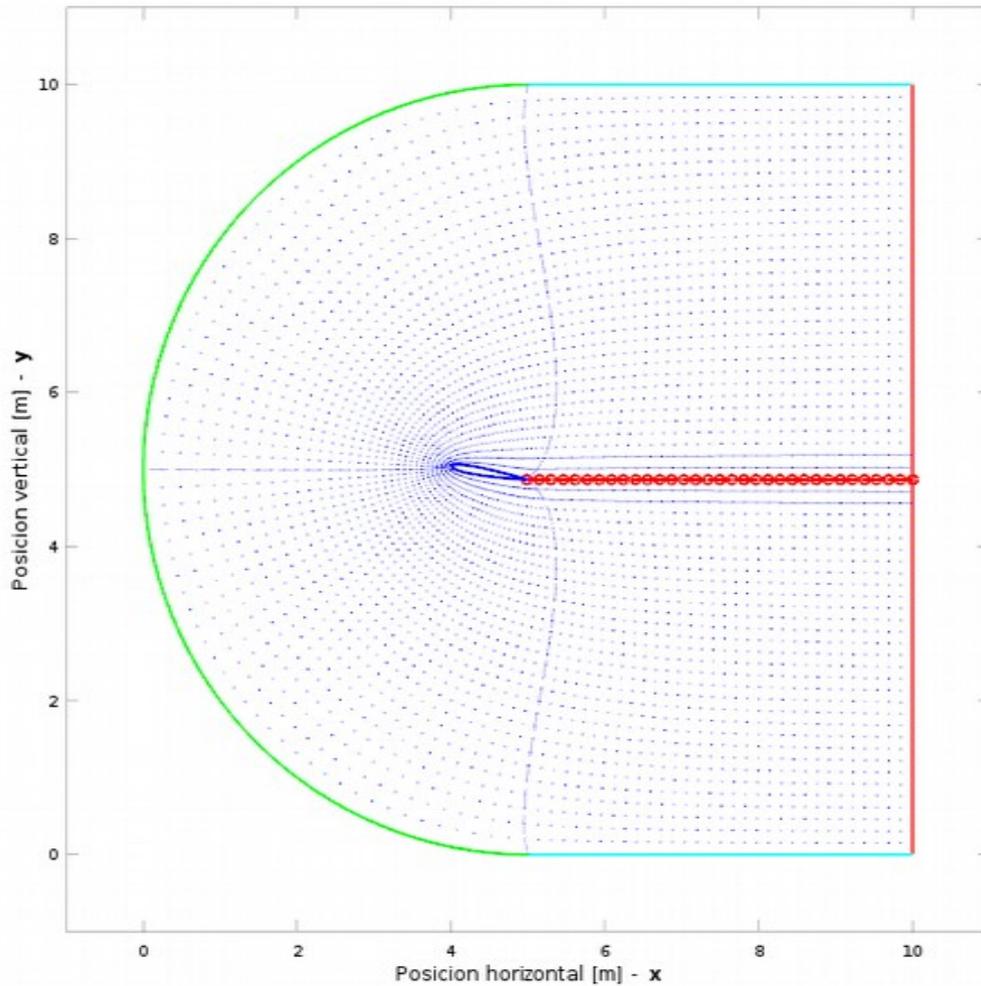


$$\ddot{\theta}(t) = \frac{3}{2L} (g - Aw^2 \sin wt) \sin \theta(t)$$

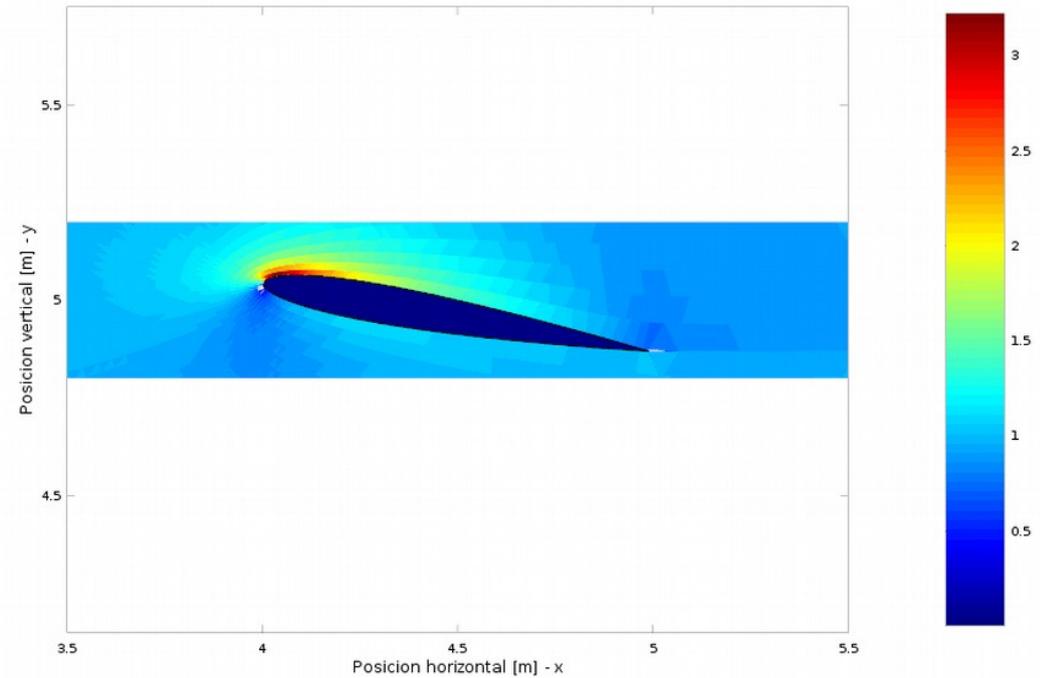


# Aplicaciones: aerodinámica

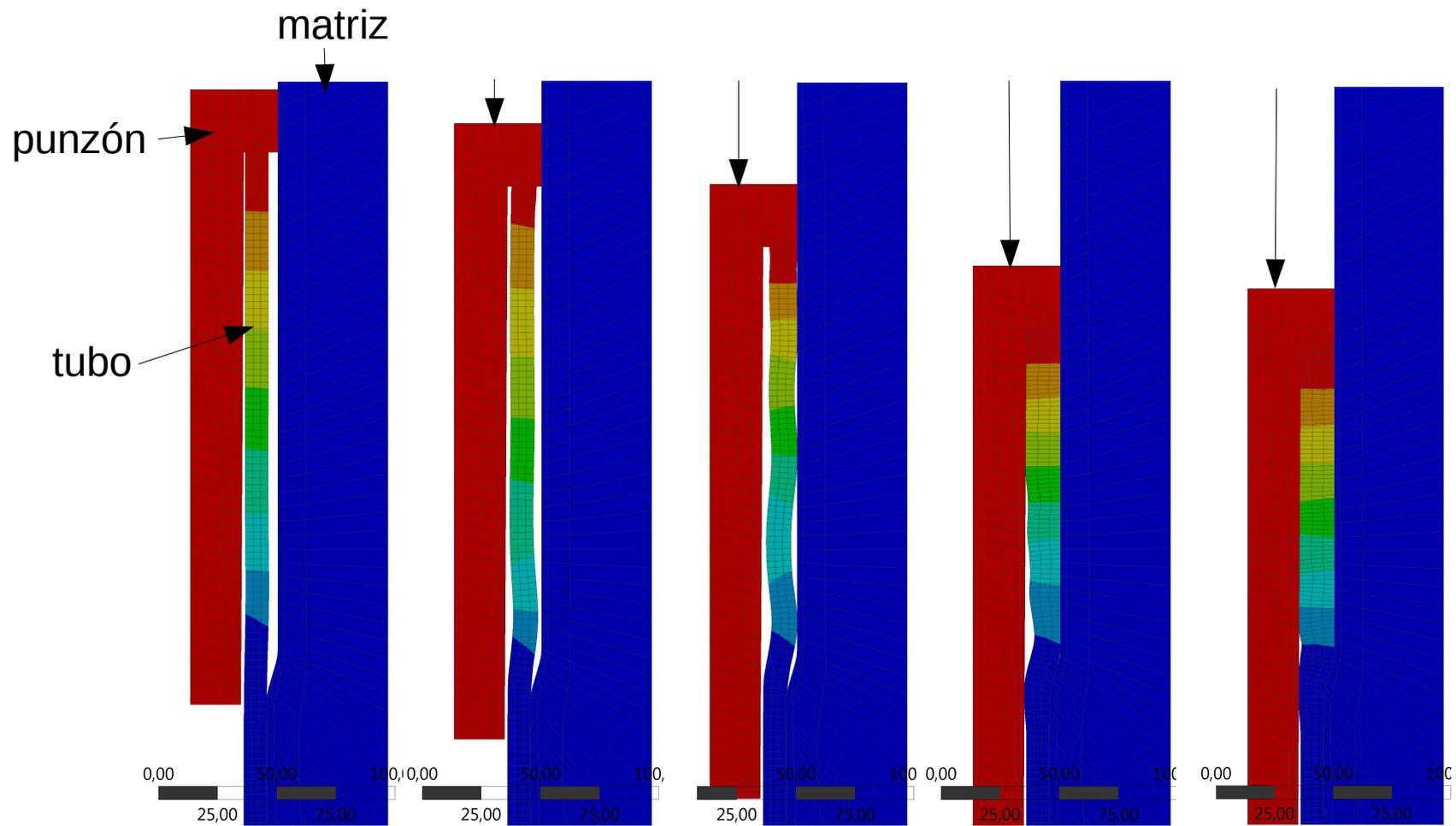
Grilla en dominio fisico



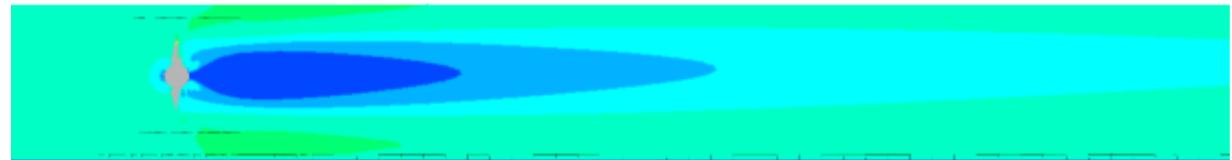
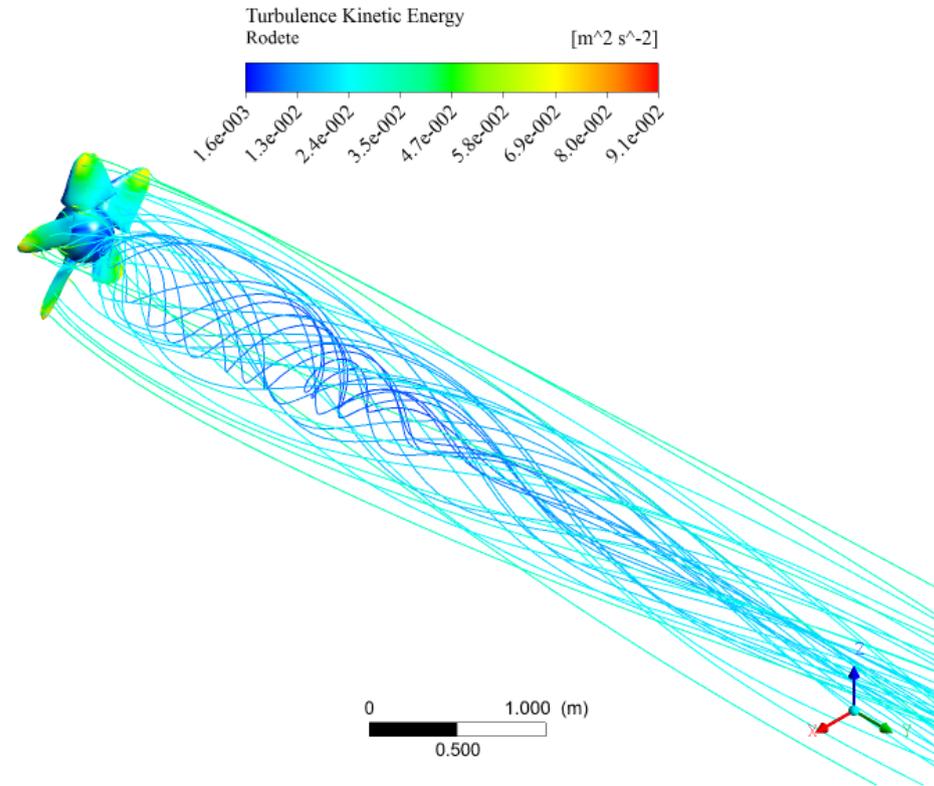
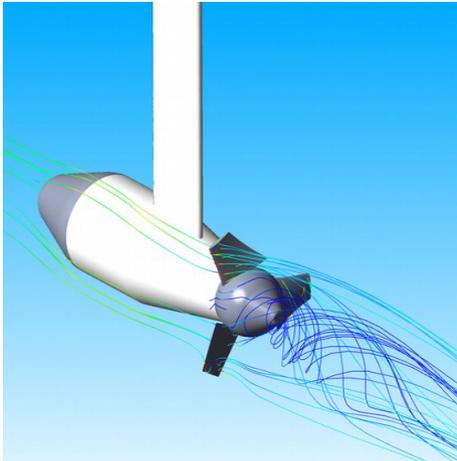
Campo de velocidades total -  $V_t$



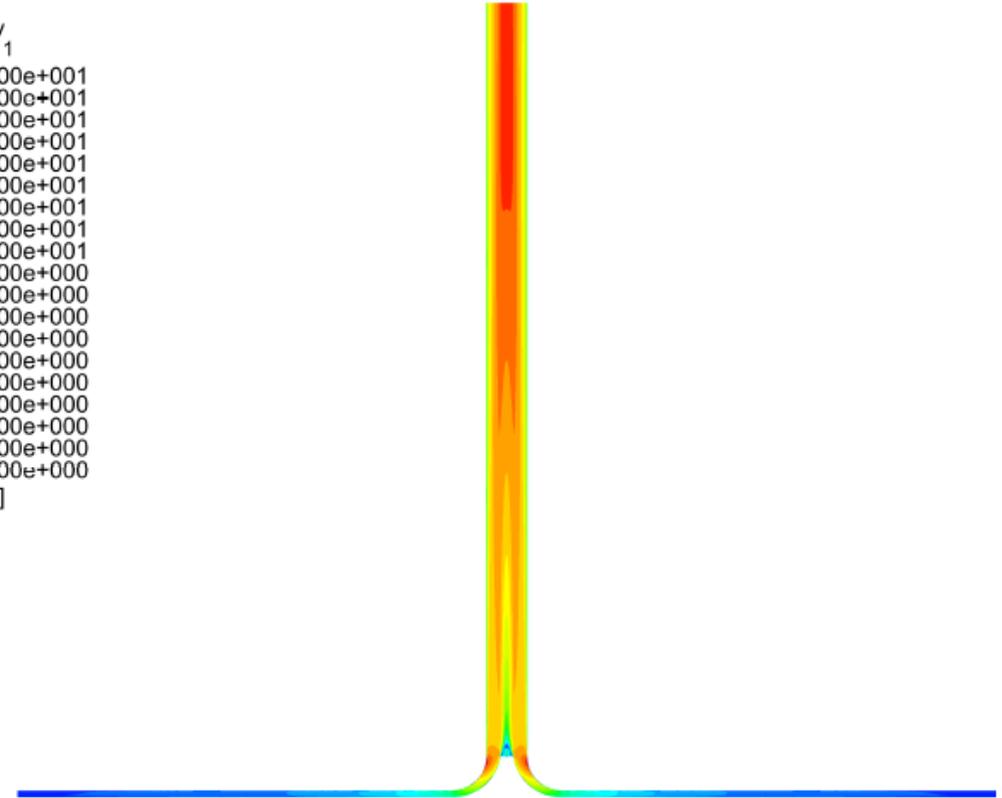
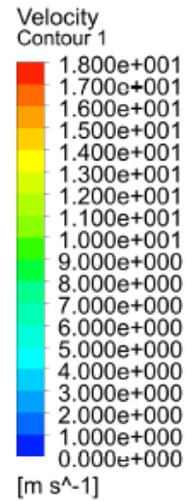
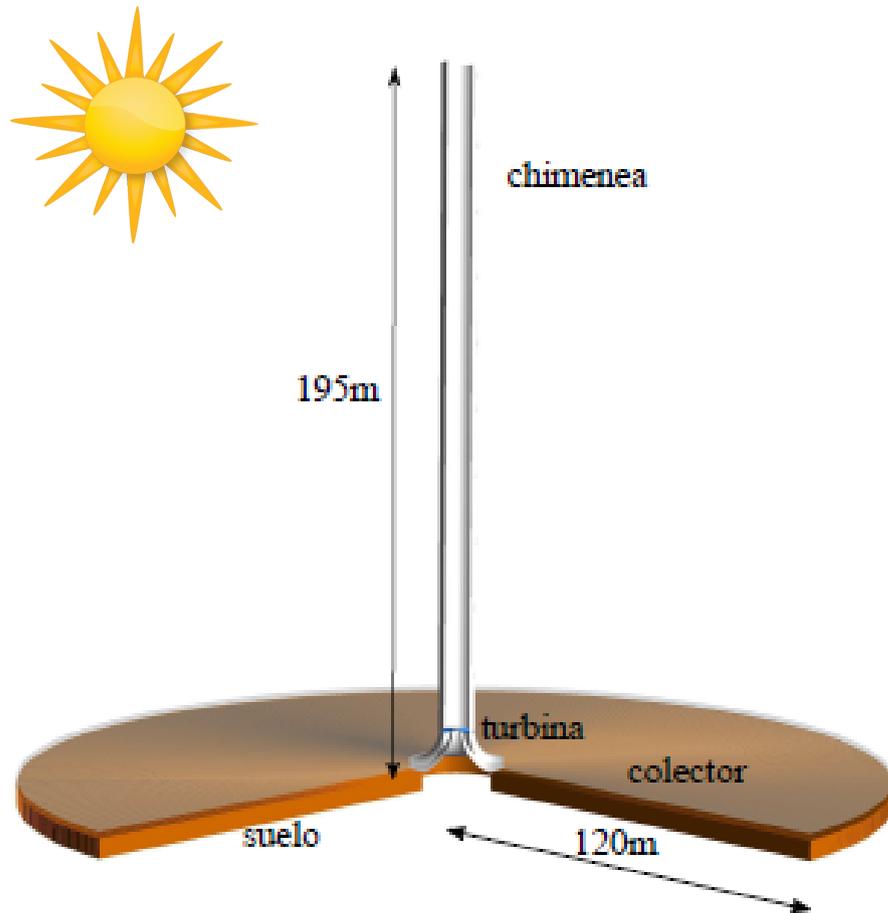
# Aplicaciones: grandes deformaciones



# Aplicaciones: hidráulica



# Aplicaciones: termodinámica



# Generalidades curso 2019

## Planificación de las clases

14 encuentros semanales, 8 unidades, ¡¡0 Parciales!!

Programa en <http://fcen.uncuyo.edu.ar/programas-de-las-materias>

Planificación en el aula virtual

## Forma de evaluación

- Cuestionarios en aula virtual (individual).
- Entrega de dos trabajos integradores parciales (grupales).
- Exposición de un trabajo final (grupales).
- Examen final (individual).

## Condiciones para promoción

Aprobar todos los cuestionarios (mínimo 60% de aciertos).

Aprobar los trabajos integradores y el trabajo final con una nota igual o superior a 8.

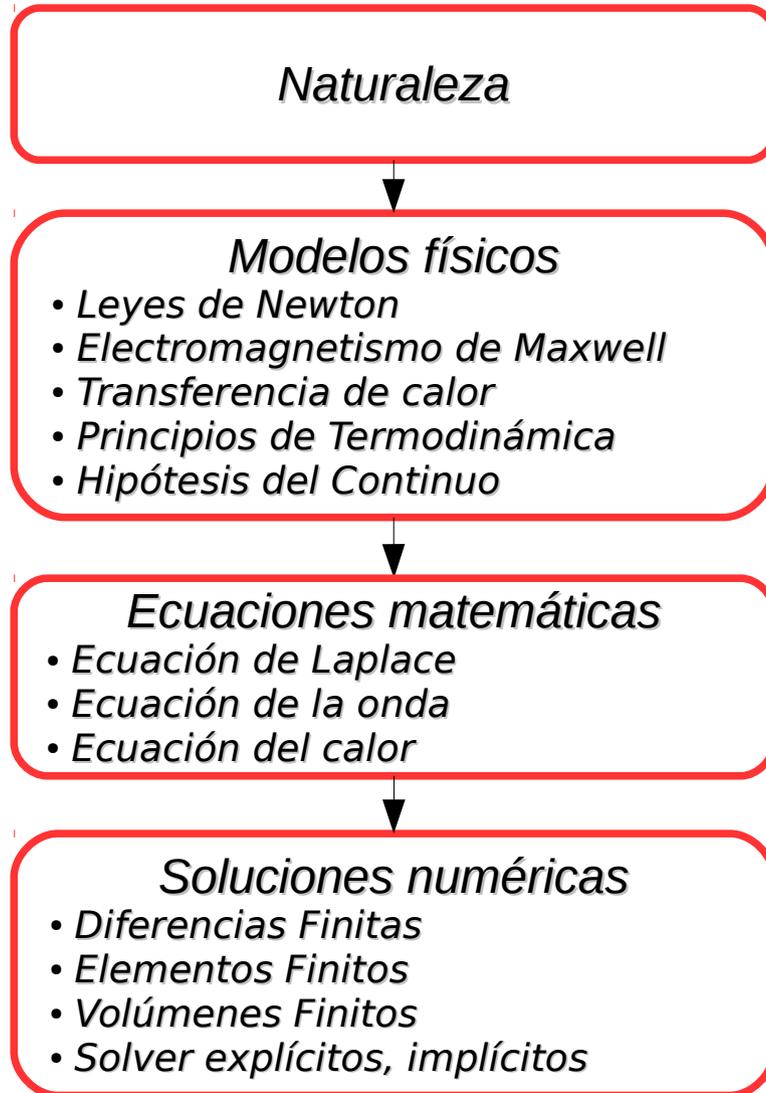
Asistencia al 80% de las clases y al 100% de los trabajos integradores.

# Introducción a la computación científica y al lenguaje Octave

## **Temario:**

- Fenómenos reales, modelos matemáticos y modelos numéricos.
- Aritmética de las computadoras.
- Fuentes de error en una solución numérica.
- Introducción a Octave

# Fenómenos reales, modelos y las soluciones numéricas



La validez de los modelos físicos se justifica mediante observaciones de la Naturaleza. Los modelos físicos no dejan de ser simplificaciones y **pueden albergar errores que llevan a conclusiones erradas**. Por ejemplo ver el siguiente artículo [Newton, Einstein y Mercurio](#)

Estos principios y leyes de la física se expresan en el lenguaje de la **Matemática**.

La complejidad de las ecuaciones y/o del dominio pueden hacer imposible la obtención de una solución mediante el análisis matemático. En estos casos se recurre a la **solución numérica aproximada**.

# El mundo digital

## Sistemas de numeración posicional

Se realiza la combinación lineal de los dígitos posibles con potencias de la base

### Decimal o base-10

$$N = \sum_{i=-k}^{n-1} d_i 10^i, d_i \in [0, 1, 2, \dots, 9]$$

N es un número a representar, n es la cantidad de dígitos a la izquierda de la coma, k es la cantidad de decimales

Ejemplo:  $193 \rightarrow n=3, k=0, d[193] \rightarrow 193 = \sum_{i=0}^2 d_i 10^i = 1 * 10^2 + 9 * 10^1 + 3 * 10^0$

### Binario o base-2

Ejemplo:  $193 = \sum_{i=0}^7 d_i 2^i = 1 * 128 + 1 * 64 + 0 * 32 + 0 * 16 + 0 * 8 + 0 * 4 + 0 * 2 + 1 * 1$

$$193_{10} = 11000001_2$$

Convertor binario-decimal

# El mundo digital

## Representación en coma flotante normalizada

La computadora almacena una aproximación binaria de los números

$$(-1)^s \times C \times b^q$$

s: bit de signo, puede ser 0 o 1

C: mantisa, es menor a uno y se normaliza para que no tenga cero después de la coma.

b: base, en la computación actual se usa 2.

q: exponente, número natural

Ejemplo:

$$156,78 = (0) \times (00111001100011110101110) \times 2^{(10000110)}$$

[Conversor a coma flotante normalizada](#)

# Precisión y Hardware

## Representación en la computadora

La computadora trabaja con **sistema binario**. Cada registro de la memoria almacena “bits” que pueden tomar el valor 0 o el 1 (apagado - encendido).

Los números se almacenan según la cantidad de bits disponibles por el hardware de la computadora.

El **estándar IEEE-754** determina dos distribuciones de bits:

- **Precisión simple** para registros de 32 bits (s:1bit q:8bits c:23bits) puede representar números reales entre  $2,938736E-39$  y  $1,701412E+38$
- **Precisión doble** para registros de 64 bits (s:1bit q:11bits c:52bits) puede representar números reales entre  $5,562684646268003E-309$  y  $8,988465674311580E+307$



# Aritmética de las computadoras digitales

## Operaciones de coma flotante

Para poder aplicar las operaciones matemáticas básicas a números representados por coma flotante se deben adecuar los números previamente

**Suma y resta:** se alinean los bits (se aumenta la mantisa del número de menor exponente) y se suman o restan.

$$\begin{aligned} &123456.7 + 101.7654 \\ &(1.234567 \times 10^5) + (1.017654 \times 10^2) \\ &(1.234567 \times 10^5) + (0.001017654 \times 10^5) \\ &(1.234567 + 0.001017654) \times 10^5 = 1.235584654 \times 10^5 \end{aligned}$$

¿Qué pasa si se quiere sumar un número muy grande y uno muy pequeño?

**Multiplicación y división:** se multiplican o dividen las mantisas y se suman o restan los exponentes.

# Fuentes de errores de una solución numérica

Las ecuaciones matemáticas se pueden **aproximar mediante representaciones más simples**. Estas representaciones **introducen errores**.

- 1) Cuando se utilizan series de Taylor se descartan términos de a partir de cierto orden y se produce un **error de truncamiento**.
- 2) Cuando se utiliza alguna hipótesis adicional para resolver la ecuación en un **subdominio más simple** se produce un **error de discretización**.
- 3) La aritmética de punto flotante introduce un **error de redondeo**. Si el error de redondeo es grande, se pueden perder cifras significativas en las operaciones matemáticas, este error se llama **cancelación**. Además, si las operaciones matemáticas dan como resultado un número mayor al más grande que se puede representar o más chico que el más pequeño, se produce un **desbordamiento**.

# Introducción a Octave



## Scientific Programming Language

- Powerful mathematics-oriented syntax with built-in plotting and visualization tools
- Free software, runs on GNU/Linux, macOS, BSD, and Windows
- Drop-in compatible with many Matlab scripts

Página de GNU Octave

The screenshot shows the GNU Octave GUI interface with several panels and annotations:

- File Browser:** Shows the current directory as C:/Users/Chevie. A large text overlay reads "Directorio de trabajo".
- Workspace:** A table with columns: Name, Class, Dimension, Value, Attribute. A large text overlay reads "Variables en memoria".
- Command History:** Lists previous commands, mostly "figura\_velocidad". A large text overlay reads "Historial de comandos".
- Command Window:** Displays the Octave startup message and version information (4.2.1). A large text overlay reads "Ventana de comandos".
- Command Window Tabs:** At the bottom, tabs for "Command Window", "Editor", and "Manual" are visible. A large text overlay reads "Pestañas (comandos, editor código fuente, manual de ayuda)".

# Primer programa

```

function [TF]=tempconvert(TC)
%conversión de temperatura expresada en Celsius
%a Fahrenheit
%uso [TF]=tempconvert(TC)
%Argumentos de entrada: TC:Temperatura en
%grados Celsius
%Argumentos de salida: TF:Temperatura en grados
%Fahrenheit
clc; %borra pantalla
TF=9/5*TC+32;
endfunction
  
```

Declaración de función  
 [salidas]=nombre(entradas)

Bloque de comentarios  
 para ayuda

Instrucción 1  
 Instrucción 2  
 Instrucción 3

...  
**Fin de la función**

En la ventana de comandos probar

```

tempconvert(25)
tempconvert(25);
[TF]=tempconvert(25);
  
```