CÁLCULO NUMÉRICO Y COMPUTACIONAL[1] COMPUTATIONAL NUMERICAL CALCULATION CAPITULO 0

Modelos, computadoras y análisis del error

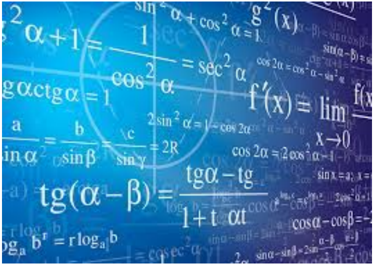
Henry R. Moncada

Universidad Nacional del Callao
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

12 de septiembre de 2025

Contenido

- **Métodos analíticos:** útiles para modelos lineales y geometrías simples, pero de aplicación limitada en problemas reales no lineales.
- **Métodos gráficos:** monogramas y gráficas para caracterizar sistemas. Poco precisos y limitados a tres dimensiones.
- **Métodos manuales:** uso de reglas de cálculo y calculadoras. Apropiados en teoría, pero lentos, tediosos y propensos a errores humanos.



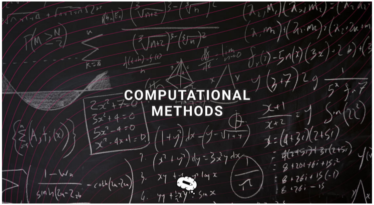
Limitaciones de los métodos no computacionales

- Se gastaba más energía en la técnica de solución que en la interpretación del problema.
- El proceso era lento, repetitivo y propenso a errores.
- Enfoque en la mecánica de cálculo en lugar de la formulación e interpretación.

- Las computadoras permiten resolver problemas complejos sin recurrir a simplificaciones excesivas.
- Los métodos numéricos amplían la capacidad de enfrentar sistemas no lineales y geometrías complejas.
- Ahora se prioriza la **formulación, interpretación e integración** de la solución en el sistema total.

PT1.1.2 Métodos numéricos y la práctica en ingeniería

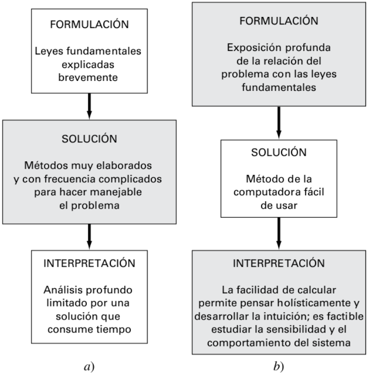
1. Son herramientas poderosas para problemas con geometrías complejas y no linealidades.
2. Permiten un uso eficiente de software y paquetes computacionales.
3. Hacen posible diseñar programas propios para problemas específicos.
4. Son ideales para aprender programación y reconocer limitaciones computacionales.
5. Refuerzan la comprensión matemática al transformar conceptos abstractos en operaciones aritméticas.



Cada parte de este libro requiere de algunos conocimientos matemáticos. En la parte introductoria no se revisa un tema matemático específico, sino que se presentan las principales áreas de contenido que se cubrirán:

Áreas clave de aplicación:

1. Raíces de ecuaciones.
2. Sistemas de ecuaciones lineales.
3. Optimización.
4. Ajuste de curvas: regresión e interpolación.
5. Integración numérica.
6. Ecuaciones diferenciales ordinarias.
7. Ecuaciones diferenciales parciales.



Raíces de Ecuaciones

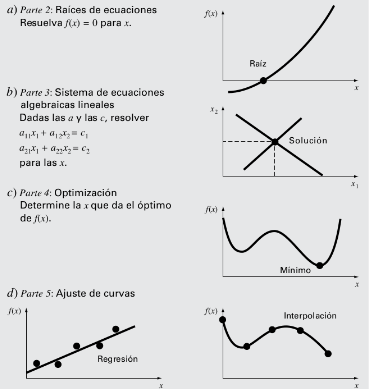
- Determinar el valor de una variable que satisface una ecuación no lineal.
- Comunes en ingeniería cuando no es posible resolver explícitamente las ecuaciones.

Sistemas de Ecuaciones Lineales

- Se busca un conjunto de valores que satisfaga simultáneamente varias ecuaciones lineales.
- Surgen en modelos de estructuras, circuitos eléctricos, redes de flujo, ajuste de curvas y ecuaciones diferenciales.

Optimización

- Determinar los valores óptimos de una función (máximos y mínimos).
- Comunes en diseño de ingeniería y programación lineal.
- Se estudian casos de una o varias variables, con o sin restricciones.



Ajuste de Curvas

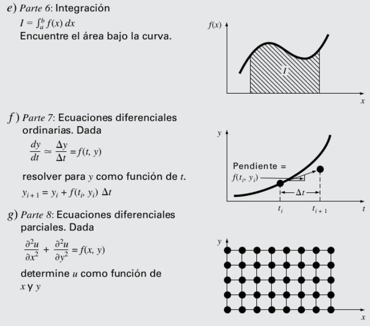
- **Regresión:** cuando los datos contienen error experimental.
- **Interpolación:** cuando los datos están libres de error (ej. tablas).
- Objetivo: obtener curvas que describan tendencias o permitan predecir valores intermedios.

Integración Numérica

- Interpretación: calcular el área bajo una curva.
- Aplicaciones: centroides, cálculos totales a partir de medidas discretas.
- Importancia en la solución de ecuaciones diferenciales.

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO)

- Muchas leyes físicas se expresan como razones de cambio.
- Ejemplos: población (cambio en el tiempo), aceleración de un cuerpo en caída.
- Problemas típicos:
  - Valor inicial.
  - Valores en la frontera.
  - Cálculo de valores propios.

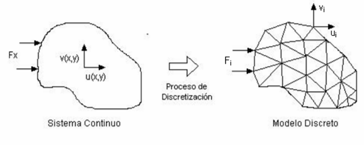


Metodos Computacionales

Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP)

- Describen sistemas dependientes de dos o más variables independientes.
- Ejemplos:
  - Distribución de temperatura en una placa.
  - Barra caliente variable en el tiempo.
- Métodos:
  - Diferencias finitas (énfasis en este curso).
  - Introducción a elementos finitos.

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} &\approx \frac{U_{i+1,j} - 2\,U_{i,j} + U_{i-1,j}}{(\Delta r)^2}\\
\frac{\partial u}{\partial r} &\approx \frac{U_{i+1,j} - U_{i-1,j}}{2\,\Delta r}\\
\\
\frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} &\approx \frac{U_{i,j+1} - 2\,U_{i,j} + U_{i,j-1}}{(\Delta \theta)^2}\\
\frac{\partial u}{\partial \theta} &\approx \frac{U_{i,j+1} - U_{i,j-1}}{2\,\Delta \theta}
\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$



Conclusión

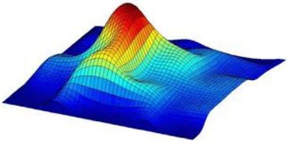
Antes

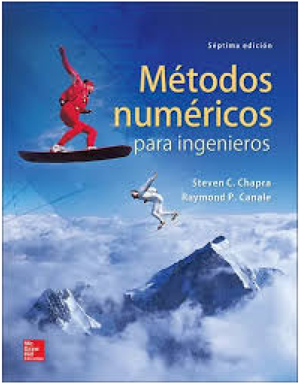
Métodos analíticos, gráficos y manuales eran lentos, limitados y tediosos.

Ahora

Los métodos numéricos y las computadoras permiten:

- Resolver problemas complejos.
- Ahorrar tiempo y esfuerzo.
- Dar mayor importancia a la creatividad y la interpretación.





MÉTODOS NUMÉRICOS[1]

¿Preguntas?

Steven C. Chapra and Raymond P. Canale.
Métodos Numéricos para Ingenieros.
McGraw-Hill, 7th edition, 2015.