



Simulación computacional

PhD Jorge Rudas



Alcance del curso



Reglas del curso

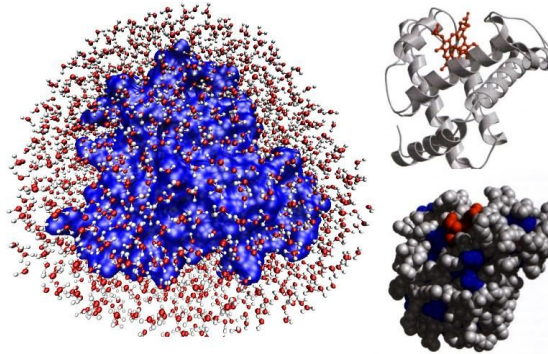
- Asistencia
- Celular
- Plagio
- Uso de herramientas de IA Generativa
- Fechas de entrega
- Calificaciones
- Pre requisitos

Que es una simulación?

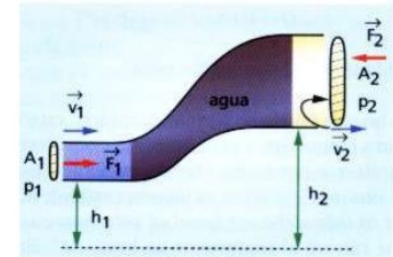
- Basados en un modelo, podemos construir historias artificiales que nos permiten predecir comportamientos de un sistema.
- Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema.



Modelos computacionales

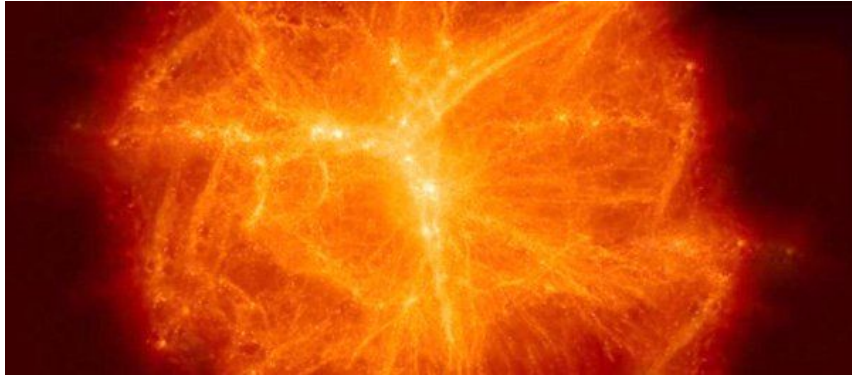


$$P_1 + \frac{1}{2} d_1 v_1^2 + d_1 g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} d_2 v_2^2 + d_2 g h_2$$



Cual es la utilidad de una simulación?

- El sistema real no existe



Big Bang

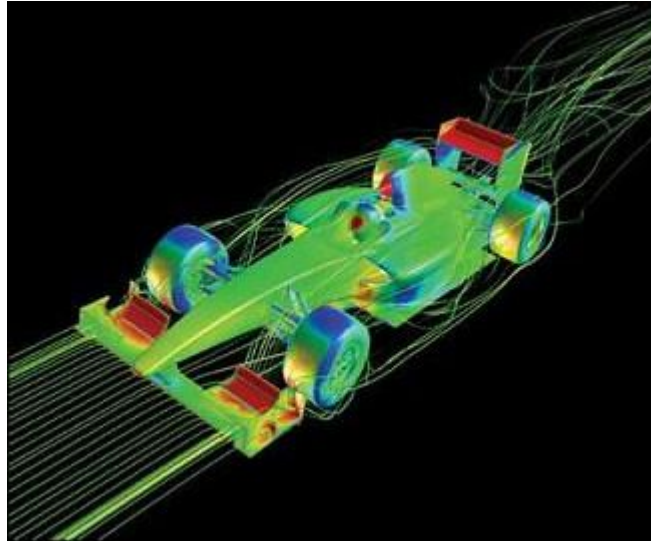


Dinosaurios

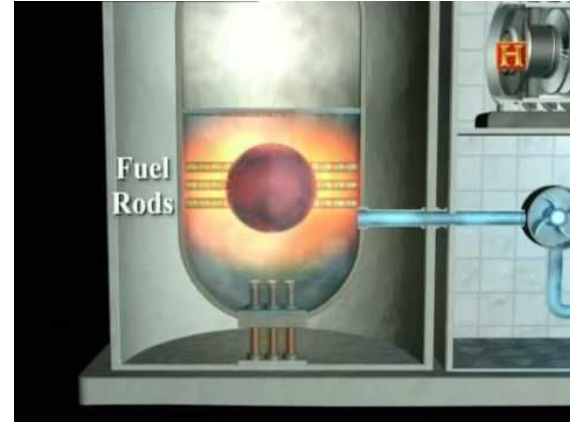
- Experimentar con el sistema real es complicado, costoso, peligroso, o puede causar serios desajustes



Bioreactores

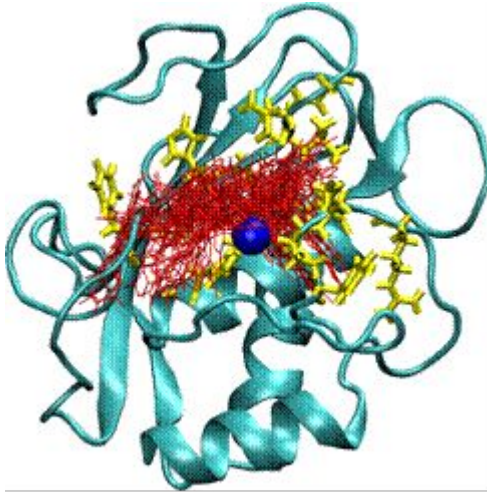


Diseño de chasis de F1



Reactores nucleares

- Necesidad de estudiar el pasado, presente, o futuro

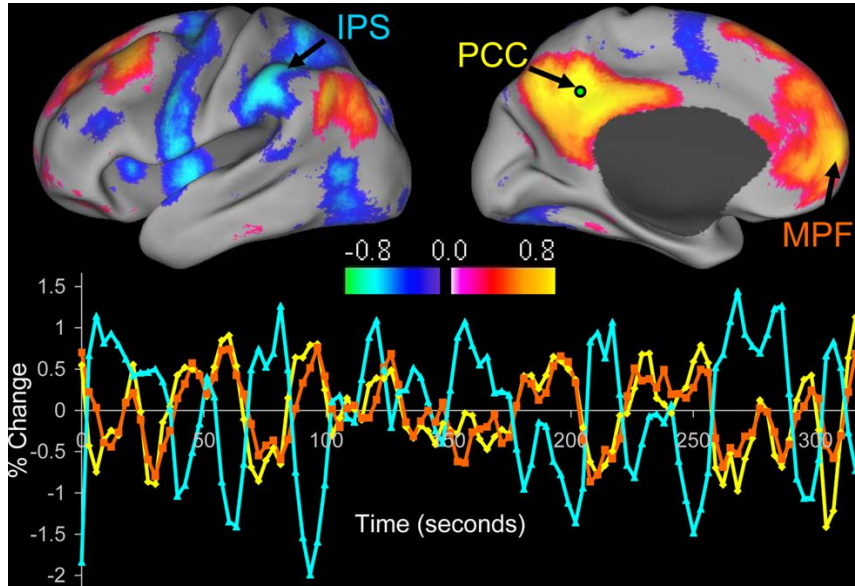


Bioquímica



Crecimiento poblacional

- Es sistema es tan complejo que su evaluación analítica es prohibitiva

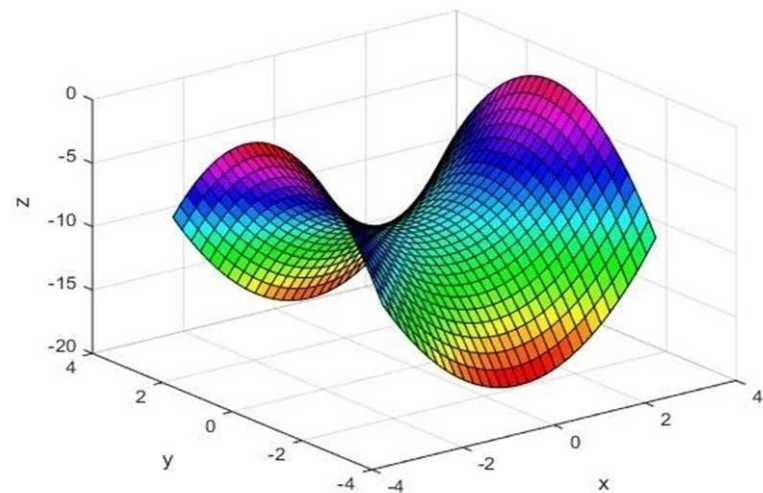
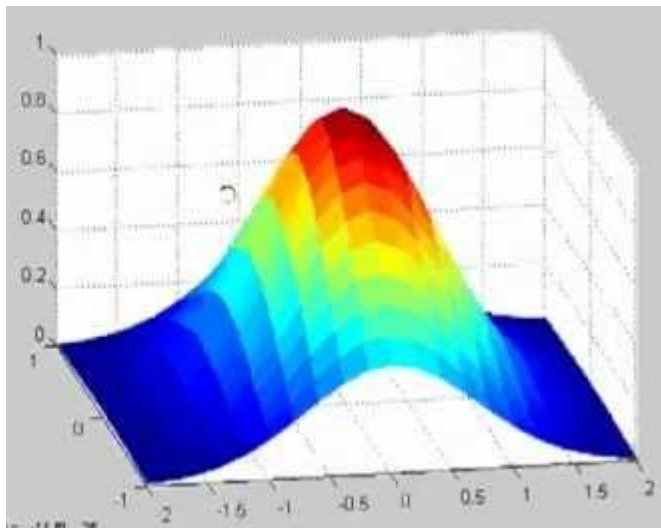


Dinamica cerebral

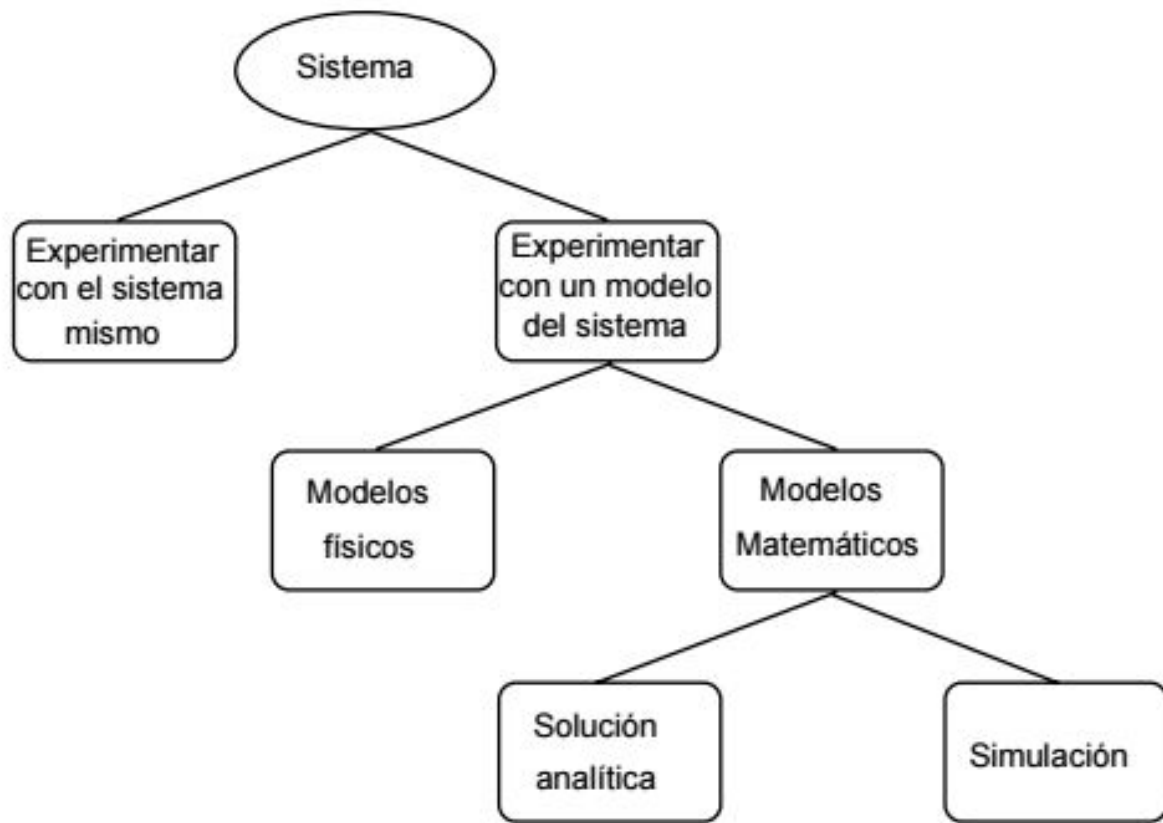


Tornados

- Optimización



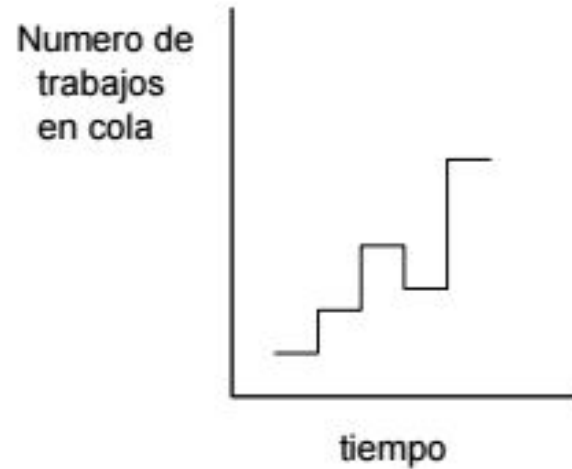
**Entonces todo lo puedo solucionar
a través de simulación?**



Terminología

- Variables de estado
- Eventos
- Modelos de tiempo continuo o discreto
- Modelos de estado continuo y de estado discreto
- Modelos determinísticos y probabilísticos
- Modelos estáticos y dinámicos
- Modelos lineales y no-Lineales
- Modelos cerrados y abiertos

Tiempo Continuo



Tiempo Discreto

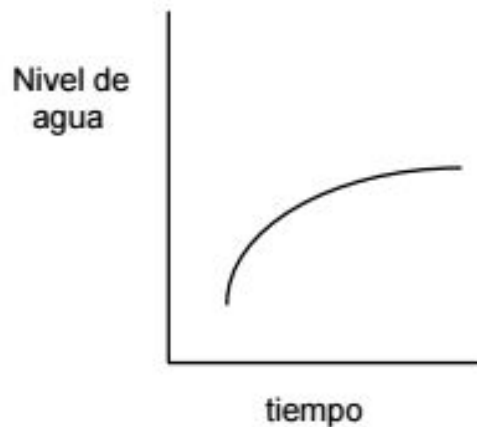


Modelo de Estado Discreto → Modelo de Eventos Discretos

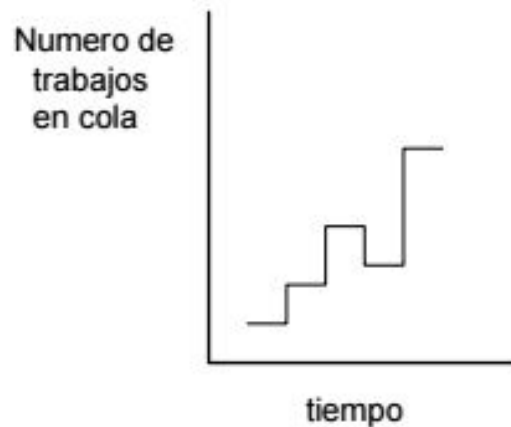
Modelo de Estado Continuo → Modelo de Eventos Continuos

Continuidad de tiempo **no implica** continuidad de estado y viceversa.

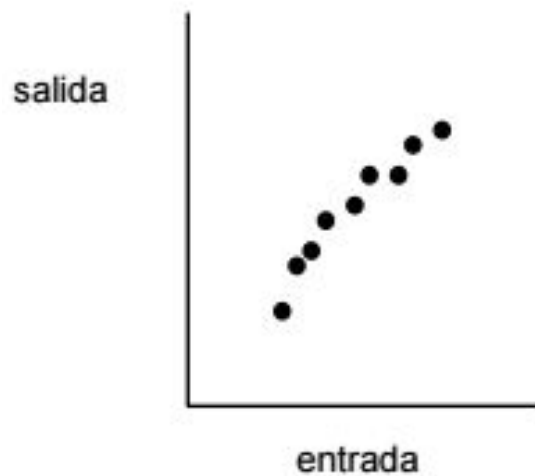
Estado Continuo



Estado Discreto



Determinístico



Probabilístico

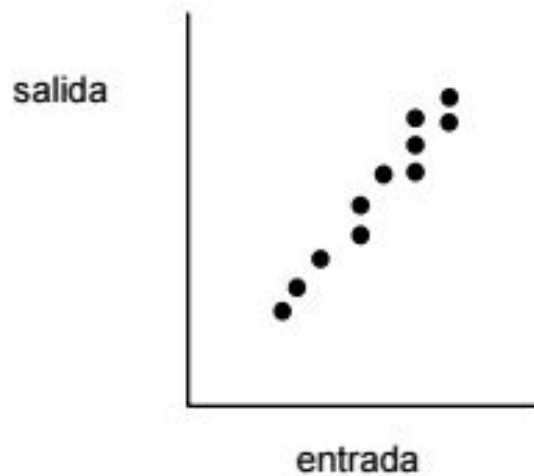
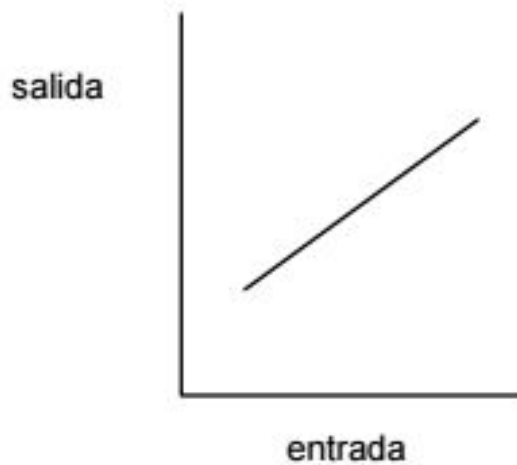


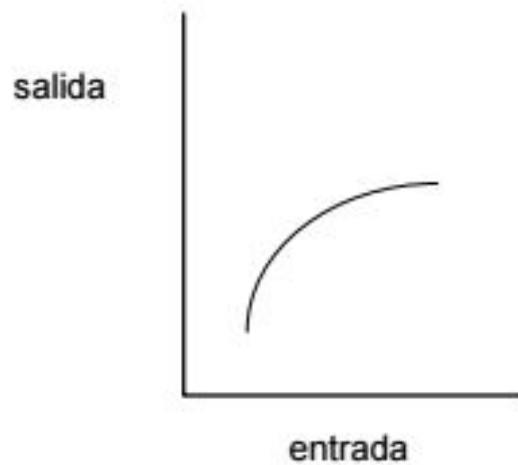
Figura 4. Modelos determinísticos y probabilísticos.

$$f(x) = a + bx \quad \text{vs.} \quad f(x) = a + b\sqrt{x}$$

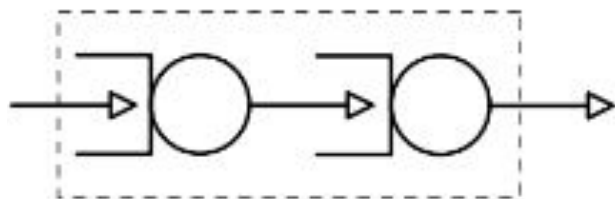
Lineal



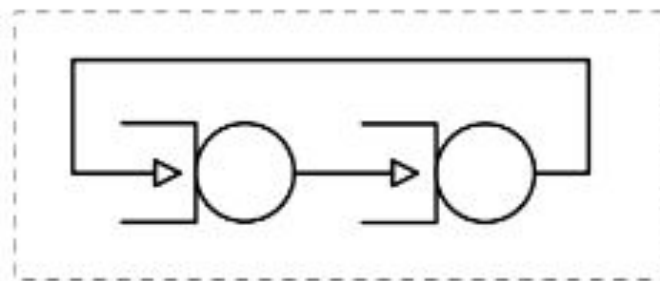
No-Lineal



Abierto



Cerrado



Intervalo entre llegadas $>$ tiempo de servicio

→

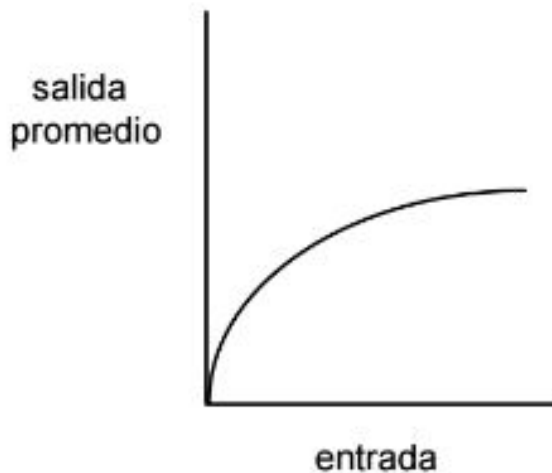
modelo estable

Intervalo entre llegadas \leq tiempo de servicio

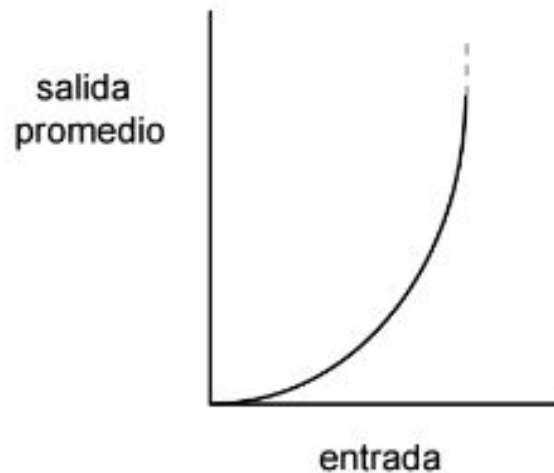
→

modelo inestable.

Estable



Inestable



Etapas de una proceso de simulación

- Definición del problema
- Definición del sistema
- Formulación del modelo
- Colección de datos
- Implementación del modelo en la computadora
- Verificación y validación del modelo implementado
- Diseño de experimentos
- Experimentación
- Interpretación
- Documentación
- Implementación

Errores comunes durante una simulación?

Nivel de detalle en una simulación

- Un modelo analítico (matemático) suele ser menos detallado que una simulación.
- De qué depende el nivel de detalle de una simulación?

Más detalle no necesariamente favorece la simulación!

Ejemplo?

Herramientas computacionales inadecuadas

Herramientas de propósito general \rightarrow + Portabilidad + Eficientes

Herramientas especializados \rightarrow - Tiempo de implementación + Potencial de verificación

Ejemplo?

Modelos inapropiados o no validados

- Los modelos deben ser validados previamente (Fundamento e implementación)
- Se debe conocer detalladamente el contexto asociado al modelo

Ejemplo?

Interpretación inadecuado de estados

- Durante una corrida de simulación de un sistema estable, por lo general, los estados en las primeras corridas suelen ser no interpretables.

Ejemplo?

Simulaciones cortas

- Varianzas grandes entre estados durante una simulación no es adecuado.
- Preferiblemente buscar convergencia.

Ejemplo?

Efectos estocástico inadecuados

- Generadores de número aleatorios invalidados.
- Generación de variables aleatorias en punto precisos dentro de la simulación

Ejemplo?

Estados de la simulación inadecuados o anormales

- Los estados iniciales deben ser cuidadosamente seleccionados.
- Tratamiento adecuado de los estados anómalos.

Ejemplo?



Simulación de sistemas continuos



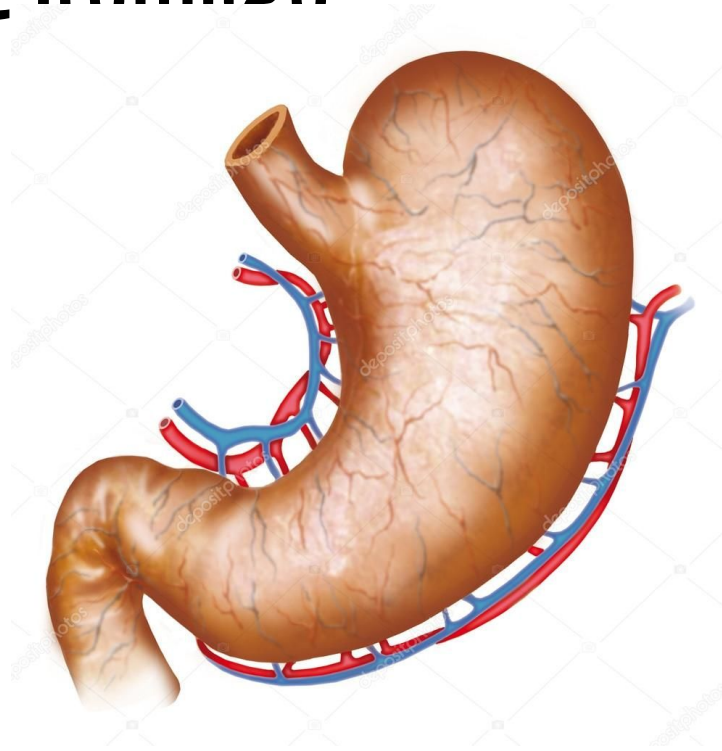
- Llamaremos “Sistemas Continuos” a los sistemas cuyas variables evolucionan continuamente en el tiempo.
- Los sistemas continuos se describen típicamente mediante ecuaciones diferenciales, ya sea ordinarias o en derivadas parciales.



Ejemplos de modelos de sistemas continuos

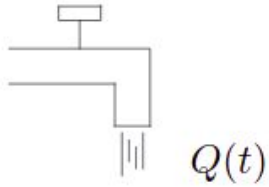


Evolución de la concentración de una droga en el estómago

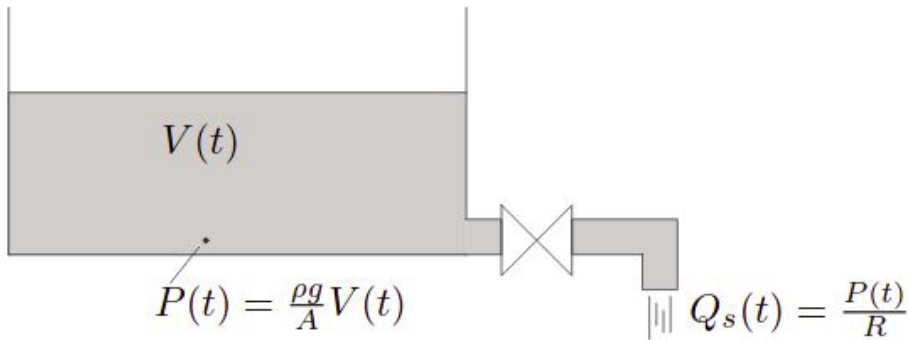


$$\frac{dc_e(t)}{dt} = -r_a \cdot c_e(t)$$

Sistemas hidráulicos



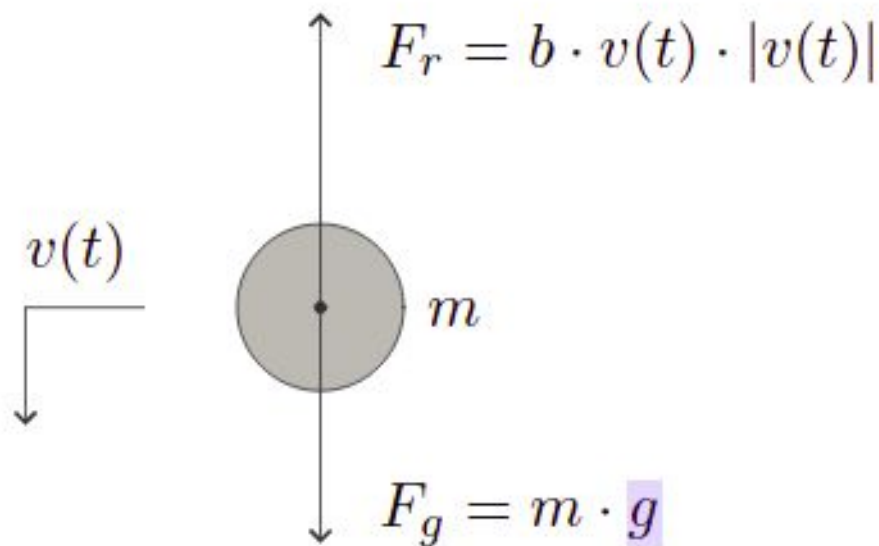
$$\dot{V}(t) = -\frac{\rho \cdot g}{A \cdot R} V(t) + Q(t)$$



$$P(t) = \frac{\rho \cdot g}{A} V(t)$$

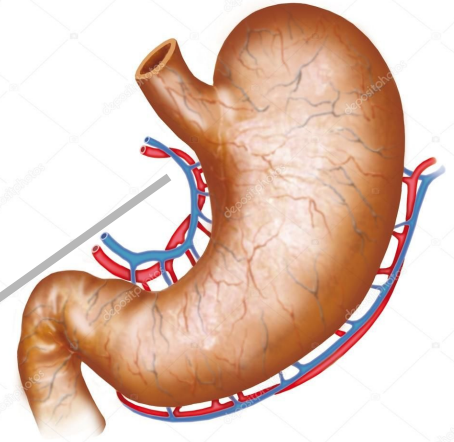
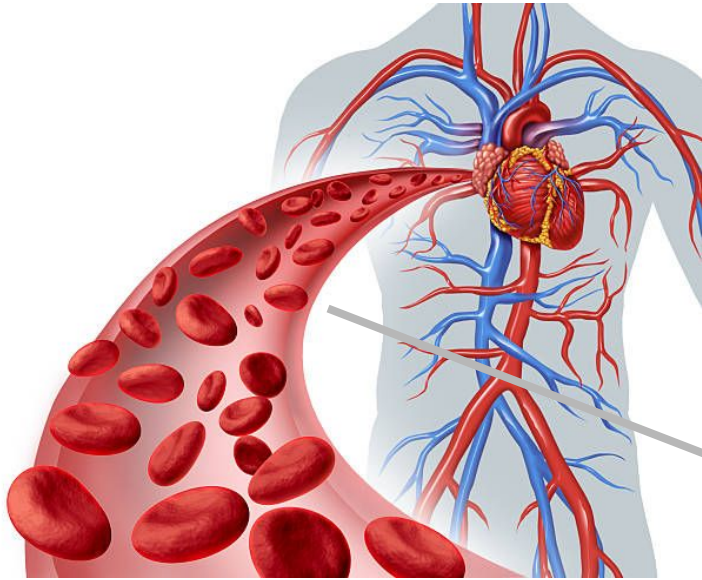
$$Q_s(t) = \frac{\rho \cdot g}{A \cdot R} V(t)$$

Caída libre con fricción



$$\dot{v}(t) = g - \frac{b}{m}v(t)|v(t)|$$

Evolución de la concentración de una droga entre el estómago y la sangre



$$\dot{c}_e(t) = -r_a \cdot c_e(t)$$

$$\dot{c}_s(t) = r_a \cdot c_e(t) - r_e \cdot c_s(t)$$