



Departamento de Informática  
Universidad de Valladolid  
Campus de Segovia

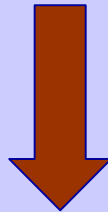
---

# APROXIMACIÓN CUALITATIVA A LA DOCENCIA DE CONCEPTOS FÍSICOS

Juan J. Álvarez-Sánchez, **José V. Álvarez-Bravo**,  
Francisco J. González-Cabrera

# PROBLEMA

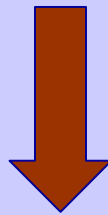
- Alumnos de secundaria:
  - **Dificultades en el aprendizaje** de materias científico-técnicas.



- Perdida de interés por dichos temas.
- Descenso significativo de alumnos que eligen este tipo de estudios.

# SOLUCIÓN PROPUESTA

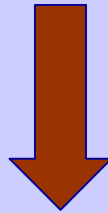
- **Mejora en la comprensión causal** de los procesos que tienen lugar en el dominio de estudio.



Uso del formalismo cualitativo

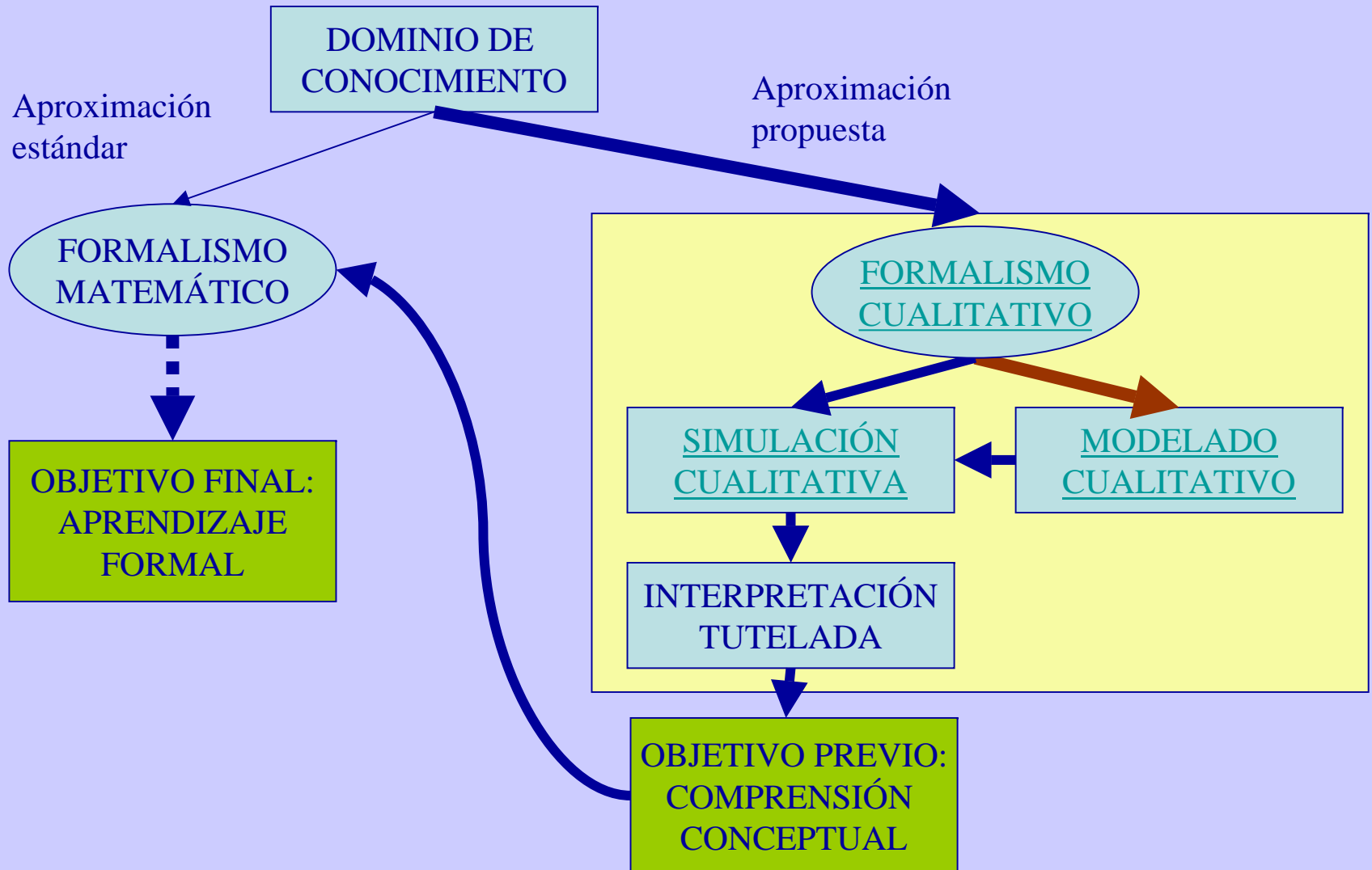
# ¿POR QUÉ?

- El formalismo cualitativo provee de un lenguaje:
  - más próximo al lenguaje natural (forma con la que expresamos nuestros procesos cognoscitivos).



- **En un primer momento del aprendizaje**, puede permitir **superar el salto** que existe entre dicho lenguaje y el matemático (lenguaje formal).

# METODOLOGÍA PROPUESTA



# FORMALISMO CUALITATIVO

- Una forma de representación que permite:
  - Capturar e interpretar conocimiento relativa al dominio de conocimiento.
  - Suele emplearse cuando no se dispone de toda la información sobre el sistema.

[volver](#)

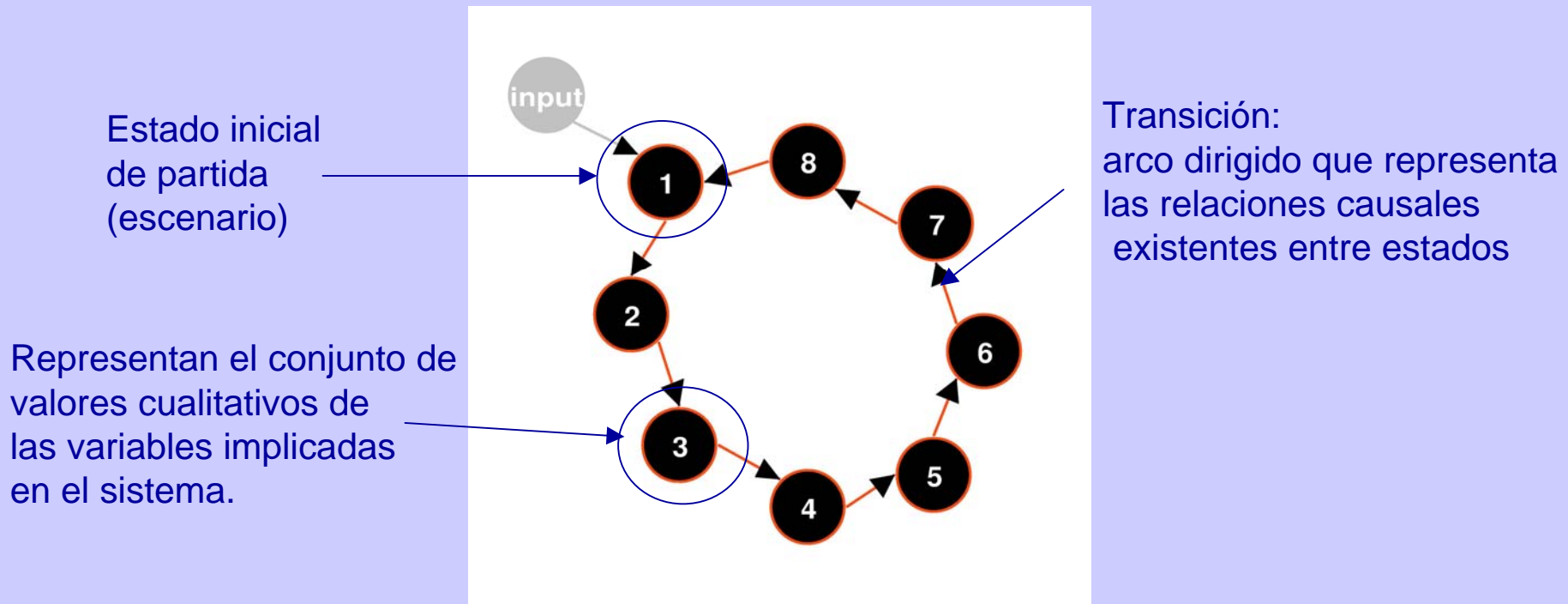
# MODELADO DEL SISTEMA (ONTOLOGÍA)

- El sistema se describe a través de **procesos**.
- Los procesos representan las **propiedades emergentes** del sistema que aparecen como resultado de las interacciones entre las distintas componentes del sistema.
- Cada **componente del sistema** viene caracterizado por un conjunto de variables.
- Cada **variable representativa** del sistema lleva asociado un **espacio de medida**.

[VOLVER](#)

# REPRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL COMPORTAMIENTO

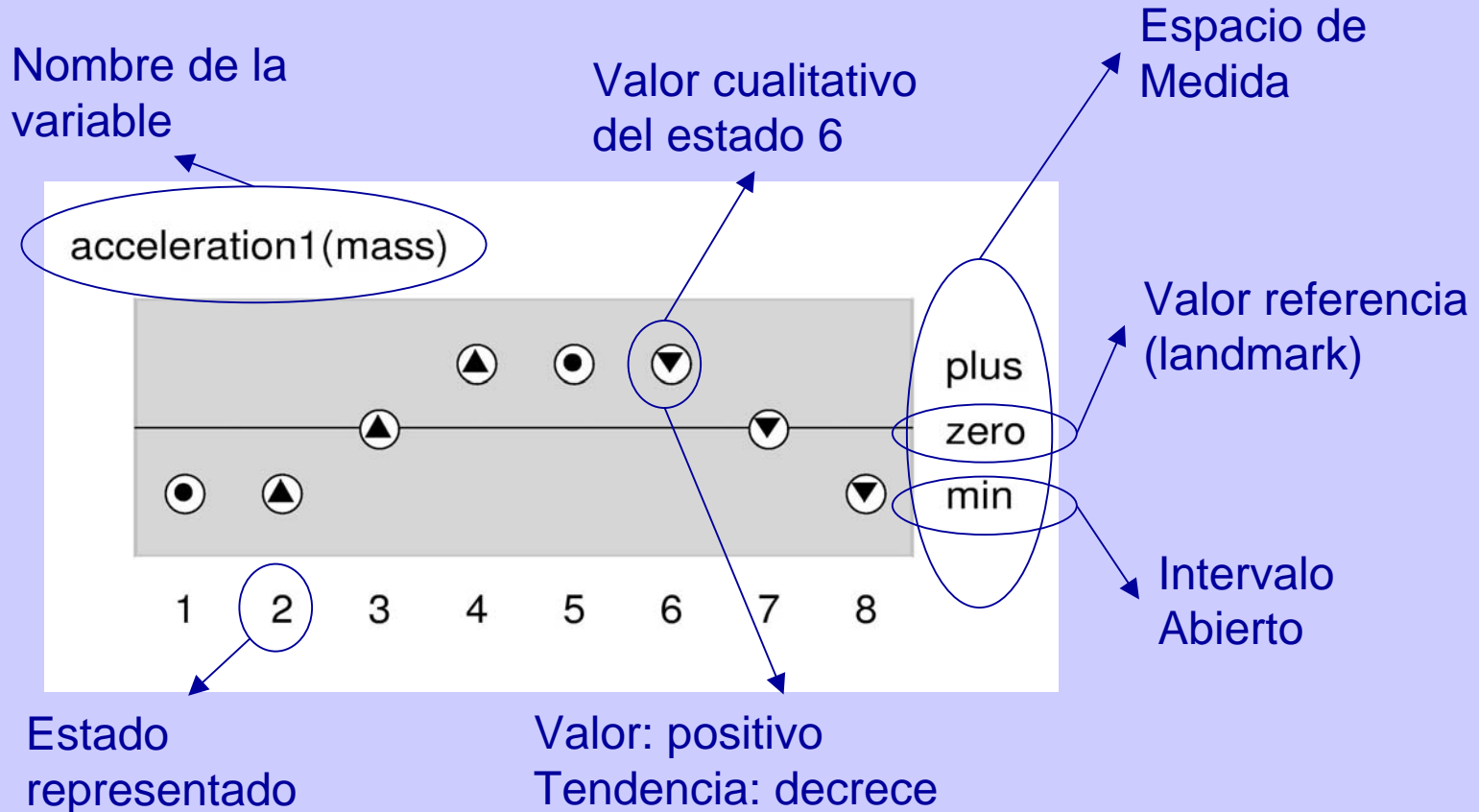
- Grafo de comportamiento del sistema





# REPRESENTACIÓN CUALITATIVA

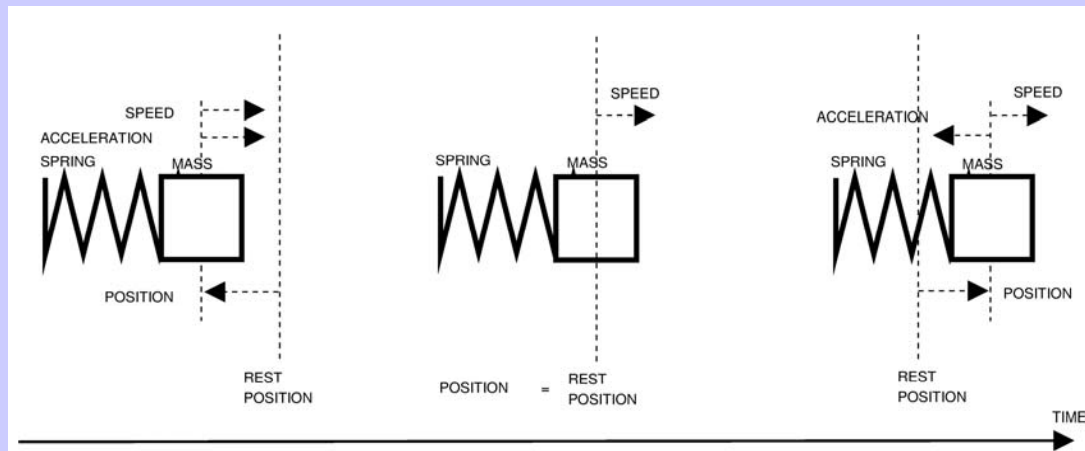
- Valores cualitativos de cada variable



volver

# PROPUESTA PEDAGÓGICA CONCRETA:

- El profesor:
  - Modelado y simulación.
- El alumno
  - Interpretación guiada de la simulación.
- Ejemplo elegido:
  - Oscilador armónico simple no amortiguado.

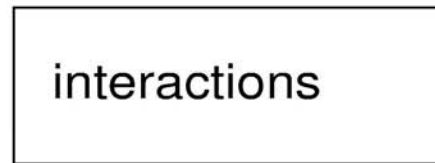


# HERRAMIENTAS CUALITATIVAS UTILIZADAS (MODELADO)

- Motor de inferencia:
  - GARP
- Interfaz gráfico de modelado:
  - HOMER
- Interfaz gráfico de acceso a la simulación:
  - VISIGARP
- Dr. Bredeweg et al. (Universidad de Amsterdam)
  - [www.swi.psy.uva.nl/projects/GARP](http://www.swi.psy.uva.nl/projects/GARP)

# PRIMERA APROXIMACIÓN ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

Fuerza externa

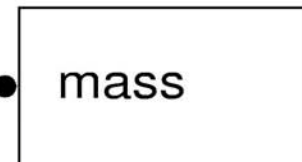


deform

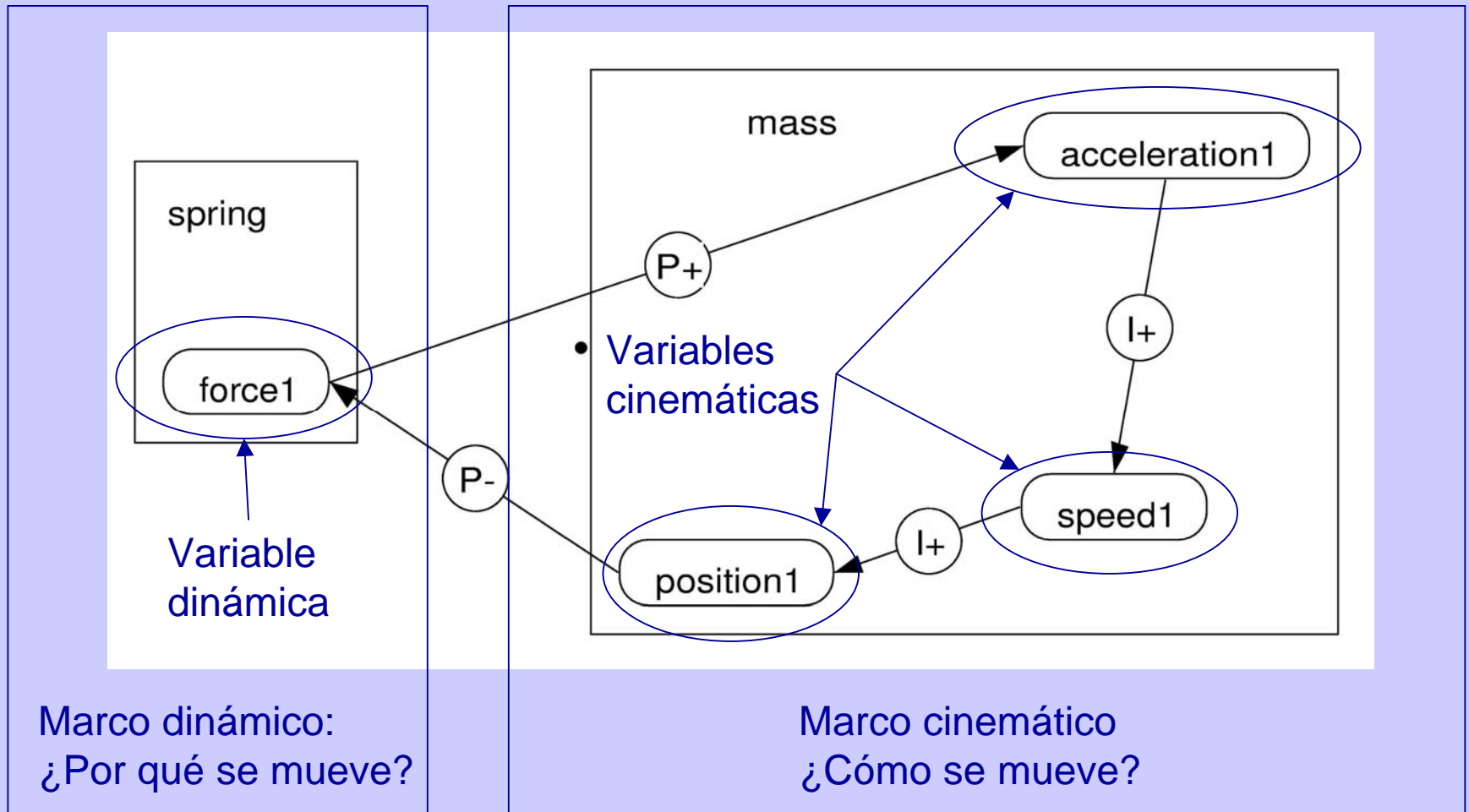
SISTEMA



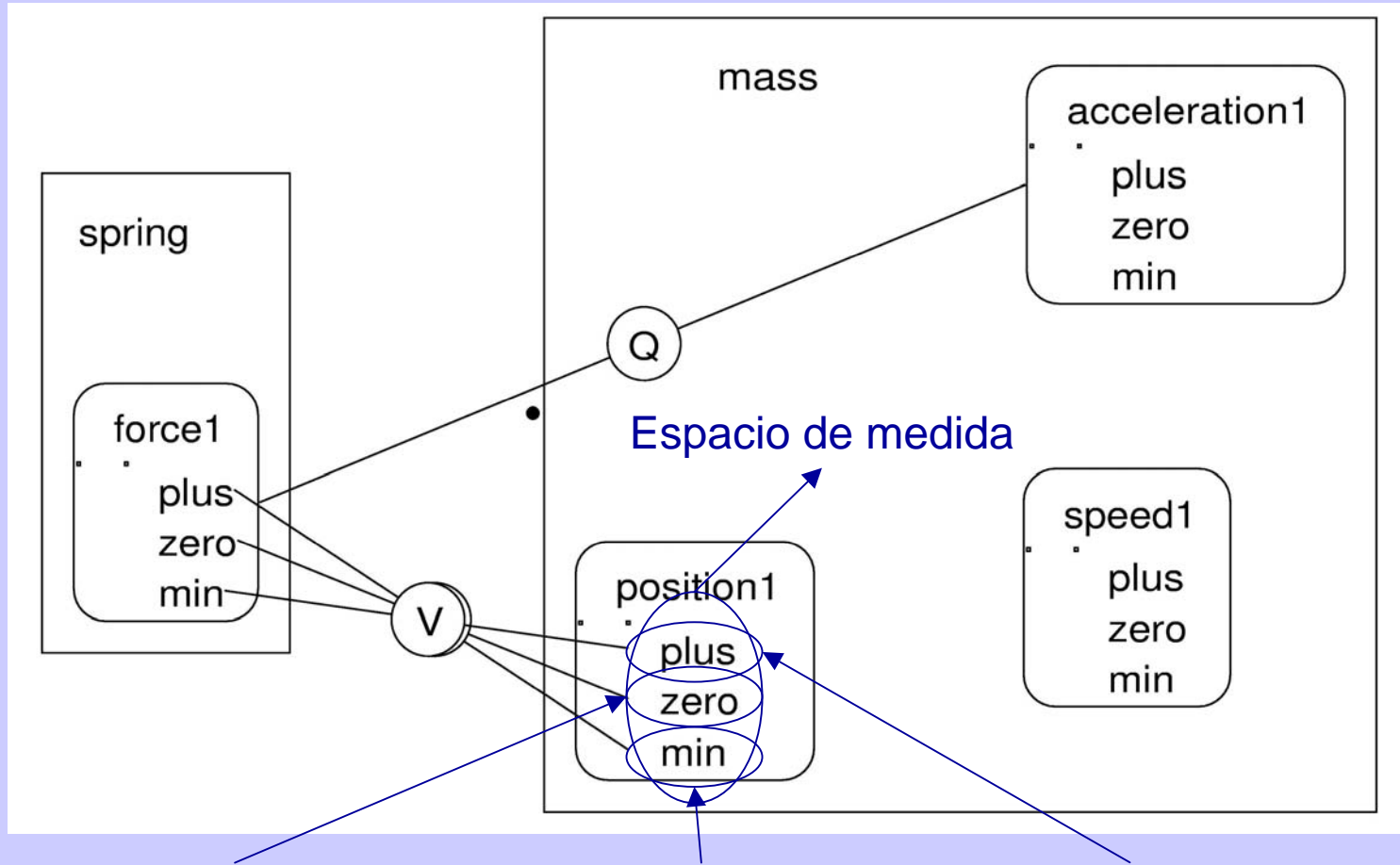
attach



# VARIABLES RELEVANTES DEL SISTEMA



# ESPACIOS DE MEDIDA PARA CADA UNA DE LAS VARIABLES IMPLICADAS

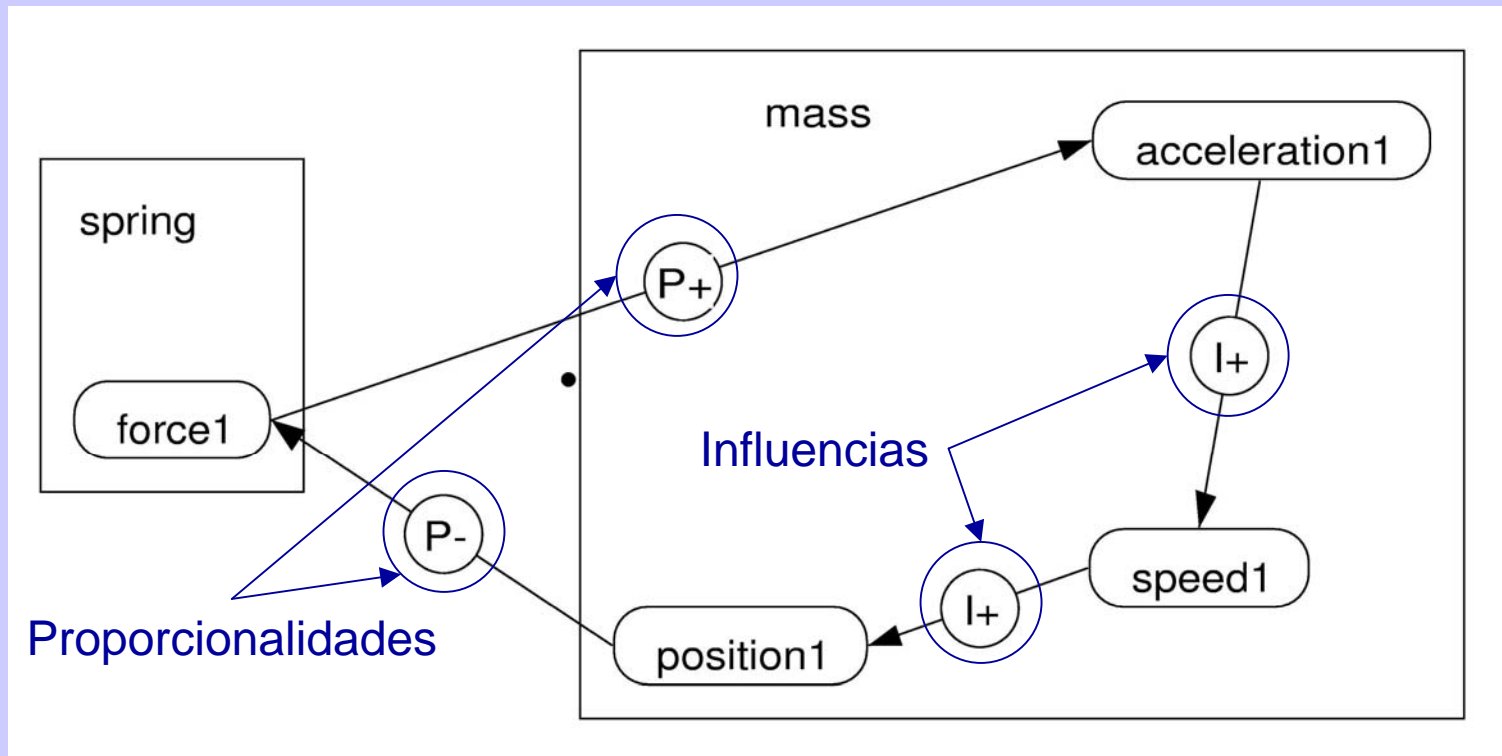


Valor de referencia cero:  
Posición de reposo

Intervalo abierto:  
Valores negativos.  
Muelle encogido

Intervalo abierto:  
Valores positivos.  
Muelle estirado

# RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES. OPERADORES CUALITATIVOS



# ESCENARIO

## (Condiciones iniciales)

- Muelle estirado, en reposo:
  - Posición : intervalo positivo (estirado), estacionaria
  - Velocidad: cero, con tendencia a decrecer
  - Aceleración: intervalo negativo, estacionaria
  - Fuerza: intervalo negativo, estacionaria

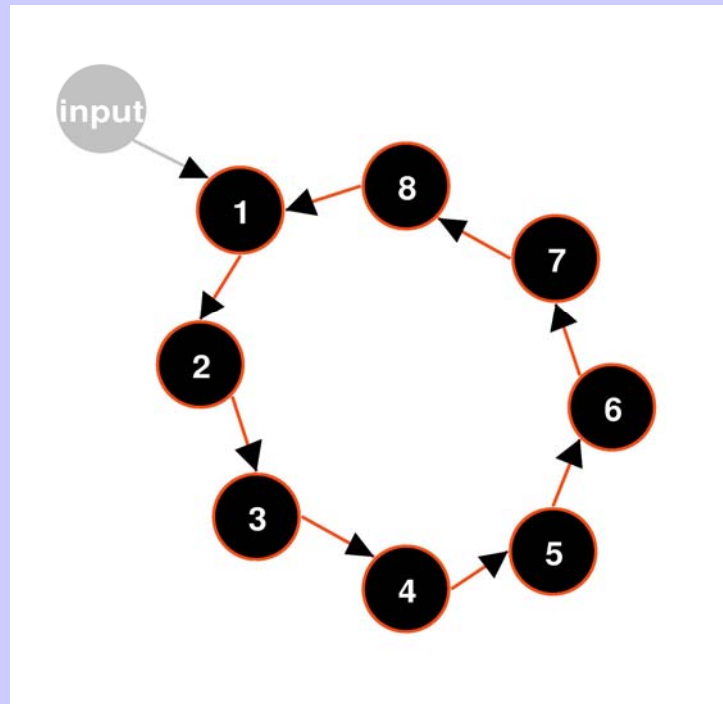


# INTERPRETACIÓN GUIADA DE LA SIMULACIÓN

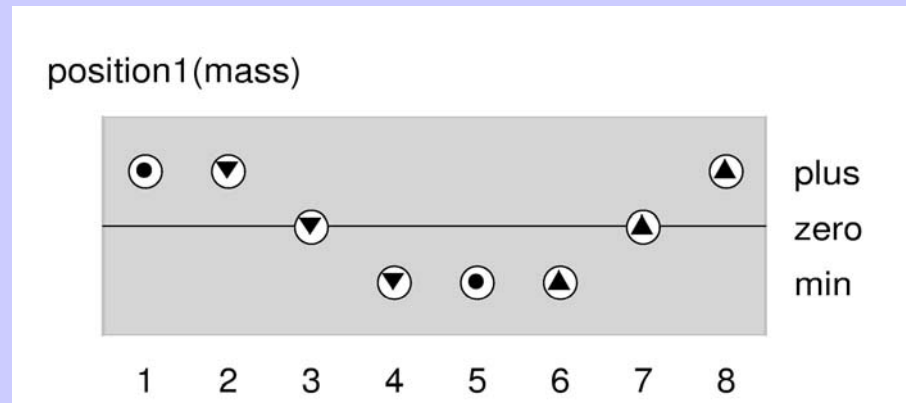
- Presentación al alumno de la:
  - Definición del problema mediante el lenguaje natural
  - Simulación cualitativa.
- Estudio del problema bajo la representación cualitativa.
  - Identificación de los distintos estados cualitativos a partir de la definición en lenguaje natural.
  - Comprensión de los conceptos más importantes mediante el uso conjunto de la:
    - Simulación cualitativa.
    - Preguntas guía.

# RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: GRAFO DE COMPORTAMIENTO

- Comportamiento del sistema:
  - Ocho estados que conforman un comportamiento cíclico



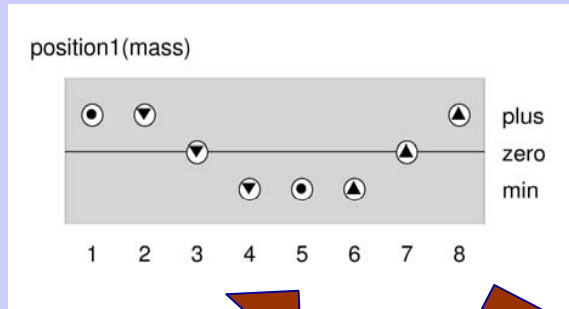
# ¿POR QUÉ OCHO ESTADOS? DEL LENGUAJE NATURAL AL FORMALISMO CUALITATIVO



- El muelle comienza estirado y en reposo (**estado 1**). Una vez libre, el muelle comienza a moverse encogiéndose (**estado 2**) hasta alcanzar la posición de reposo (**estado 3**). La tendencia una vez alcanzado este punto de referencia es a seguir disminuyendo su longitud lo que hace (**estado 4**) hasta alcanzar un punto donde el muelle deja de encogerse (**estado 5**). Una vez alcanzado dicho punto el muelle vuelve a estirarse (**estado 6**) hasta alcanzar de nuevo la posición de equilibrio (**estado 7**) para seguir estirándose (**estado 8**) hasta la posición inicial de la cual partió su movimiento (**estado 1, movimiento oscilatorio**)

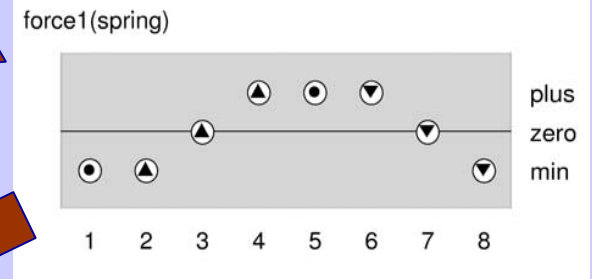
# RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: RELACIONES CAUSALES

**EFECTO:**  
Movimiento  
no uniformemente  
acelerado

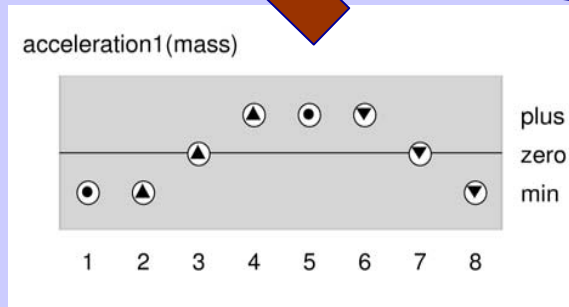
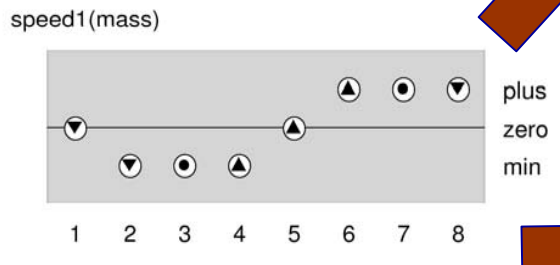


**CAUSA:** fuerza restauradora  
que aparece como respuesta  
al estiramiento del muelle.

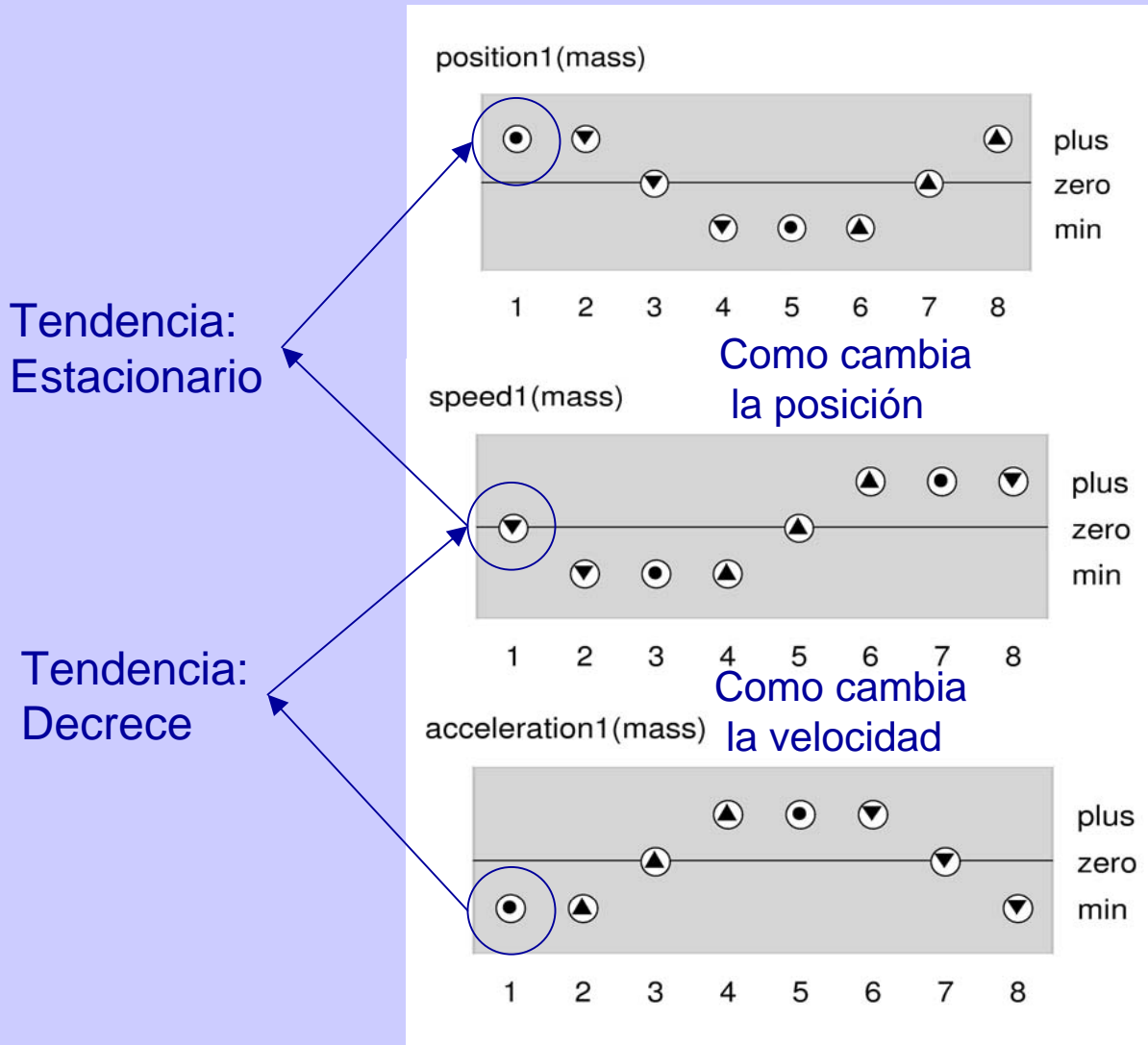
Ley de Hooke  
 $position \propto -force$



Ley de Newton  
 $Force \propto + Acceleration$



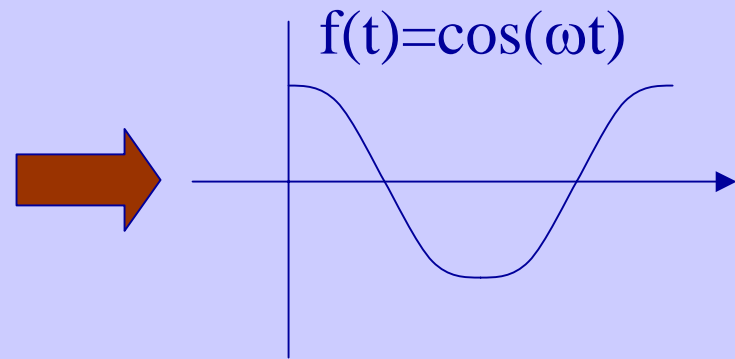
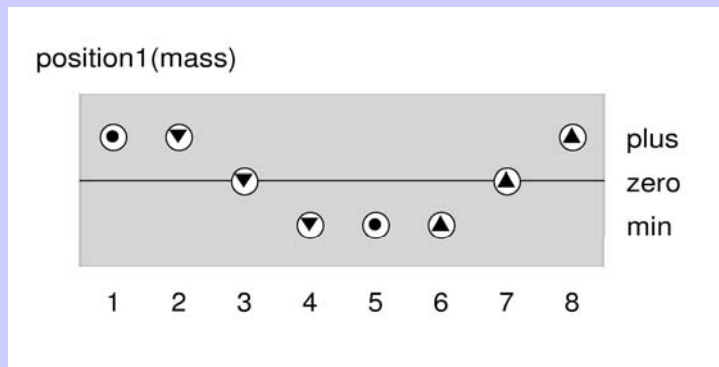
# RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: VARIABLES CINEMÁTICAS



## Concepto de derivada:

El signo de la variable velocidad influye en la tendencia de la longitud y a su vez el signo de la aceleración influye en la tendencia de la velocidad.

# REPRESENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO: FAMILIA DE FUNCIONES CONTINUAS



- Establecimiento de posibles paralelismos entre esta representación y las funciones continuas candidatas a representar el comportamiento continuo del sistema.

# APRENDIZAJE TUTORADO:

## PREGUNTAS GUÍA

- ¿Qué representan los ocho estados y por qué están dispuestos en un lazo cerrado?.
- ¿Cuáles son las variables cinemáticas y qué representan? ¿son todas necesarias para representar el movimiento?
- ¿Cuáles son las variables dinámicas y que representan? ¿Son necesarias para describir el movimiento?
- Desde un punto de vista cuantitativo, ¿qué funciones pueden representar el comportamiento continuo descrito en el ejemplo?.
- ¿Por qué no se introduce el concepto de energía (amplitud) o el de frecuencia (periodo)?.

# CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

- Conclusiones

- Se presenta una nueva metodología de enseñanza basada en el formalismo cualitativo.
  - Herramienta conceptual que permite un mejor aprendizaje de los conceptos más importantes.
  - No pretende ser un sustituto de la herramienta matemática sino un puente, que permita un uso consciente de esta última.

- Perspectiva de futuro:

- Evaluación de esta nueva metodología con profesores y alumnos de secundaria.
- Creación de una librería de modelos que pueda servir como parte fundamental del método.



**FIN**