

Introducción

El modelado y simulación de grupos de peatones es importante ya que nos puede dar pautas para diseñar espacios públicos que consideran tanto situaciones rutinarias como situaciones de contingencia.

Objetivo general

Simular del flujo de peatones en un corredor aplicando un modelo de agentes situados, así como caracterizar cuantitativamente el comportamiento del colectivo.



Figura 1. Imagen tomada de Helbing et al. (2005).

Modelo

Cada peatón es un agente situado formado de un conjunto de variables de estado y de tres módulos que interactúan para cumplir con sus objetivos de diseño (ver Figura 2).



Figura 2. Componentes de un peatón.

Un peatón está definido por la tupla:

$$P_\alpha(t) = (x, v, z; t)_\alpha \quad \alpha = 1, 2, 3, \dots, N$$

donde N es total de peatones en el corredor. El peatón conoce su posición $x_\alpha(t) = (x, y; t)_\alpha$; su velocidad de caminado $v_\alpha(t) = (v, \omega; t)_\alpha$ compuesta por un tamaño de paso y un tamaño de giro; y su percepción $z_\alpha(t) = (Z_p, h, d; t)_\alpha$ compuesta de la zona de percepción, de la dirección de caminado, y del destino de salida de cada peatón.

Ciclo de caminado

Cada peatón ejecuta un ciclo de caminado siguiendo la secuencia ilustrada en la Figura 3.

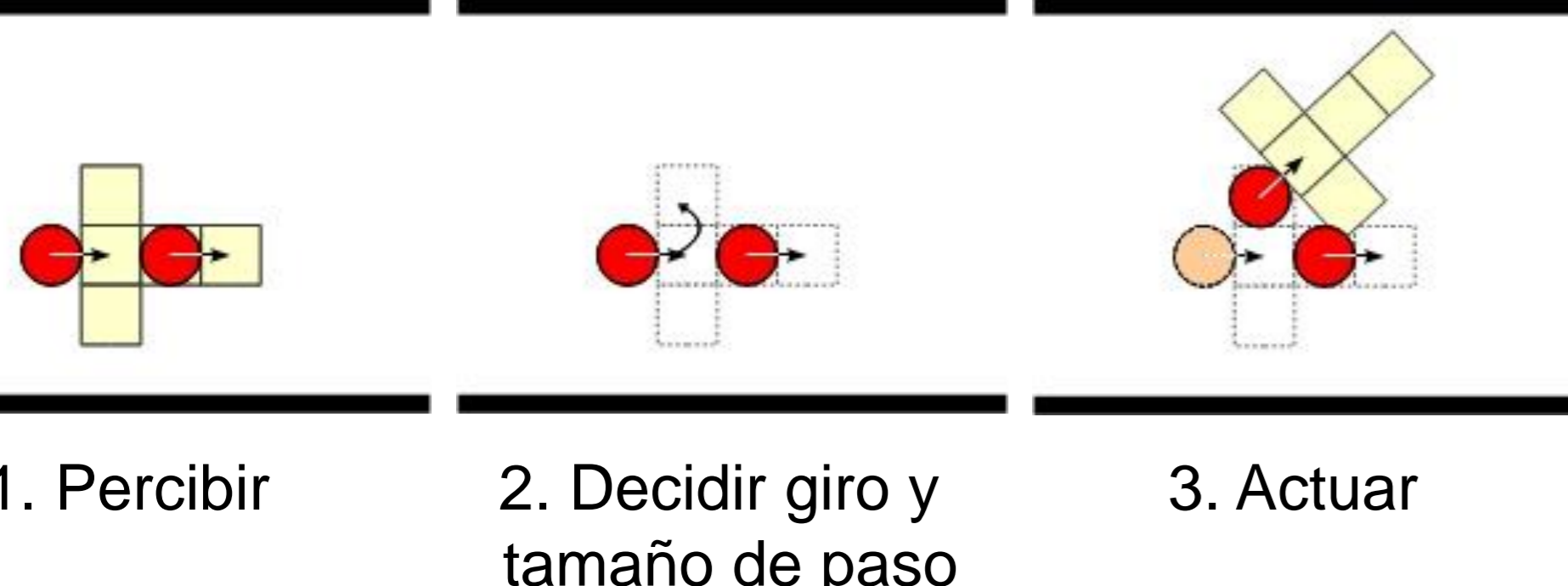


Figura 3. Ciclo de caminado que ejecuta cada peatón.

Módulo de Percepción ζ

Le permite al peatón adquirir información del ambiente donde está ubicado a partir de su zona de percepción en forma de T (ver Figura 4).

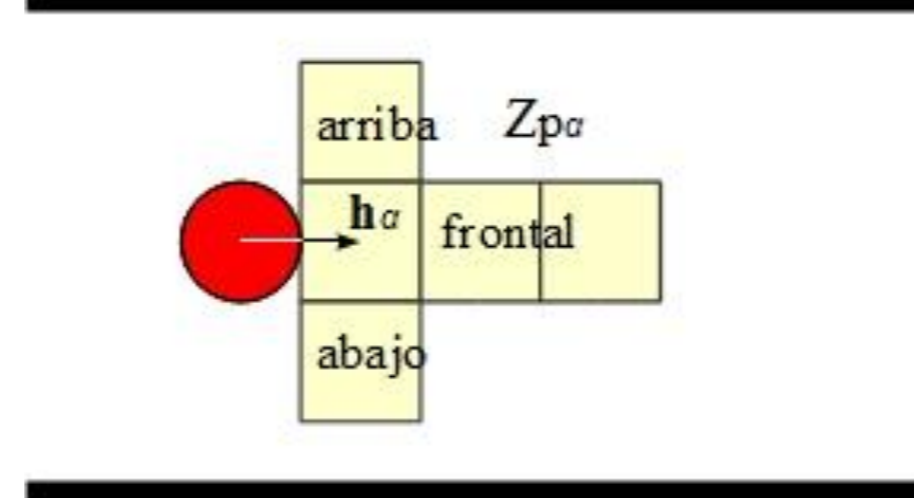


Figura 4. Zona de percepción en T de un peatón.

Módulo de Decisión φ

Las reglas para que el peatón resuelva conflictos de tráfico detectados en los distintos estados percibidos se muestran en las Figuras 5 y 6.

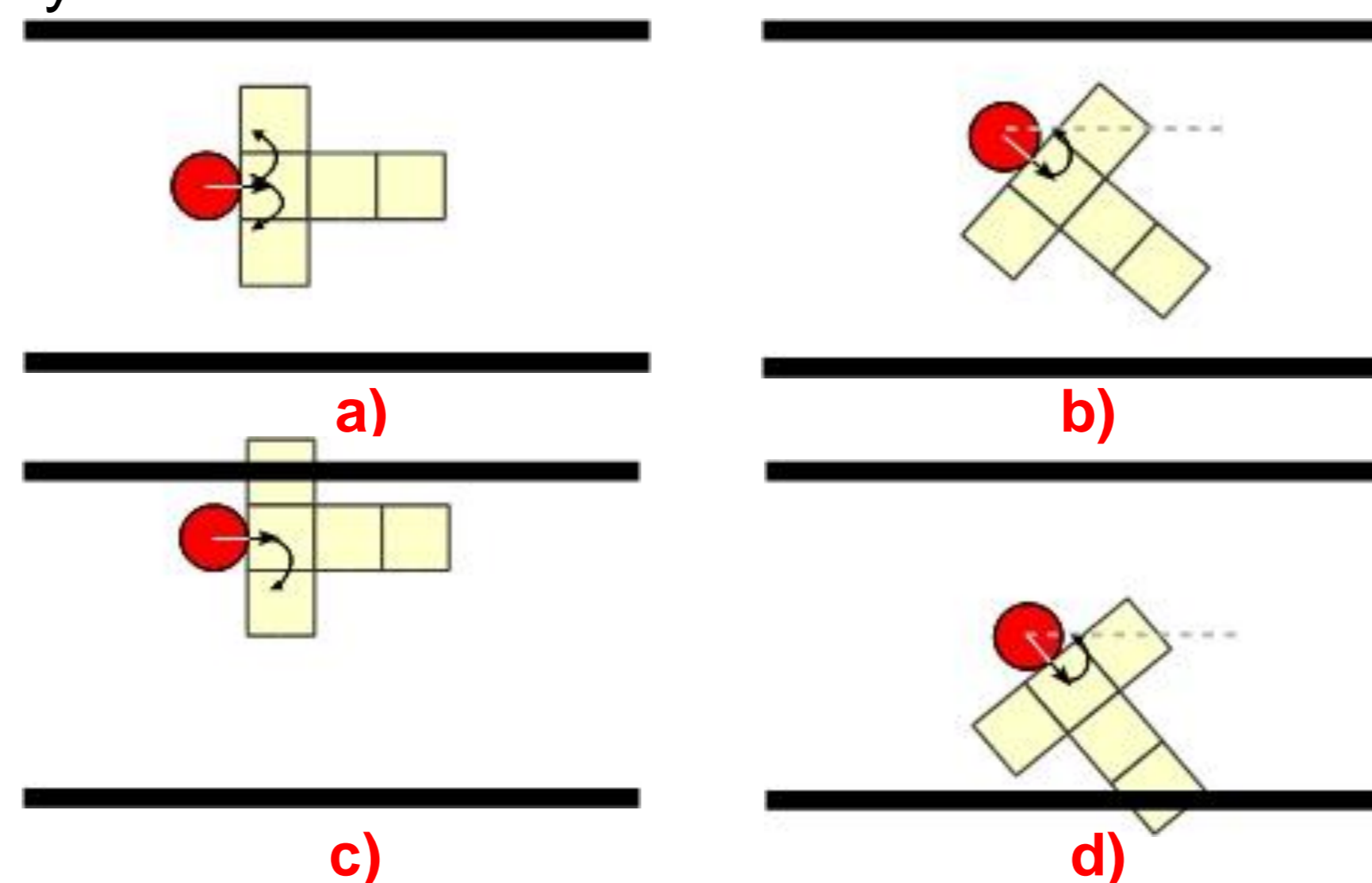


Figura 5. Estados que puede percibir cada peatón en caminado libre: a) y b) área sin obstáculos; c) y d) área con obstáculos.

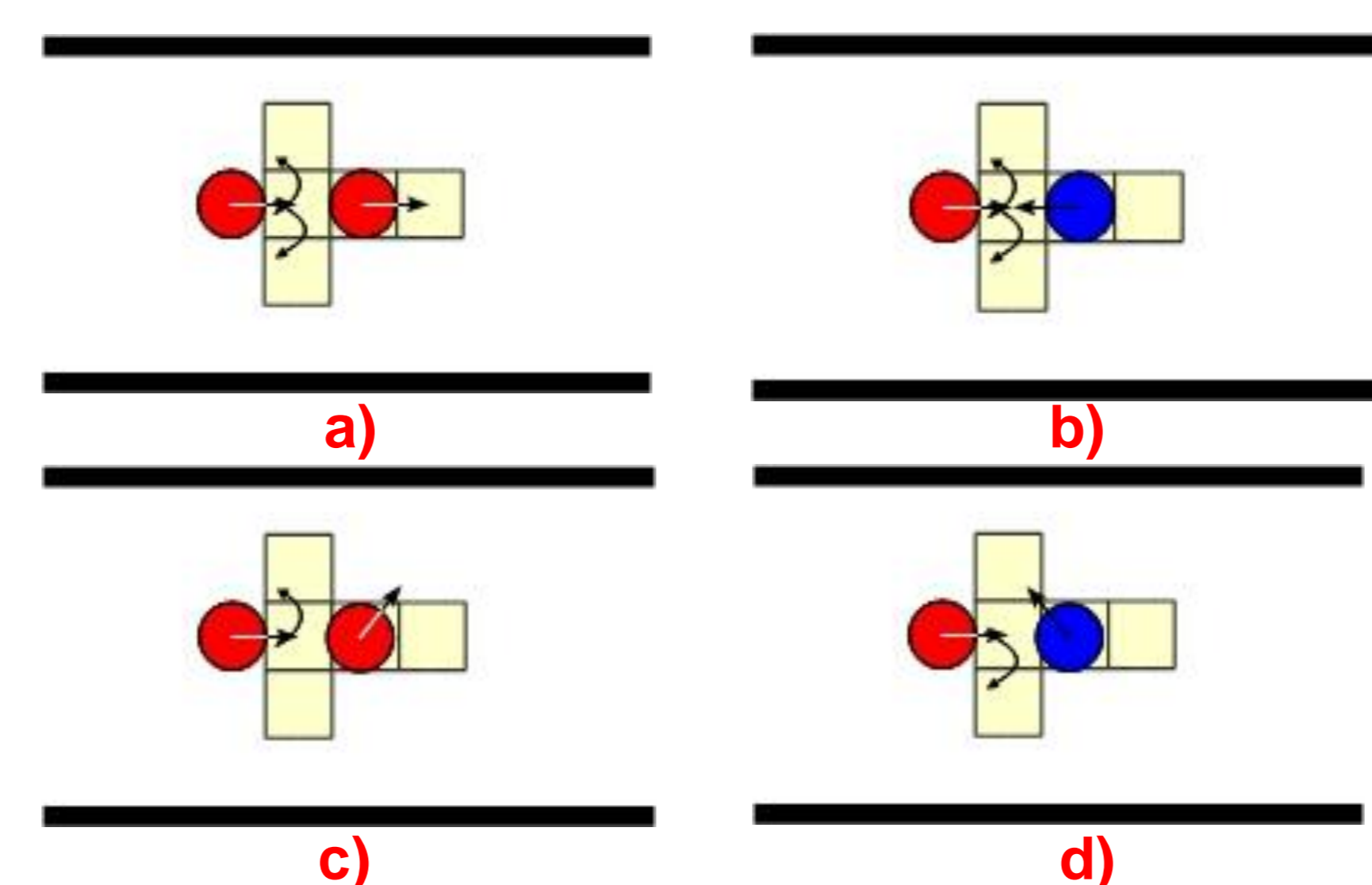


Figura 6. Encuentros básicos y sus soluciones: a) y b) alineados, c) y d) no alineados.

Módulo de Actuación ψ

Se encarga de efectuar las decisiones del peatón, es decir, de la ejecución de un giro y de un tamaño de paso. Representa la transición de estados: $(x^i, v^i, z^i; t + \tau)_\alpha \rightarrow (x^j, v^j, z^j; t + \tau)_\alpha$

En la Figura 7 mostramos algunas instantáneas del flujo de peatones del modelo implementado en *Netlogo*.

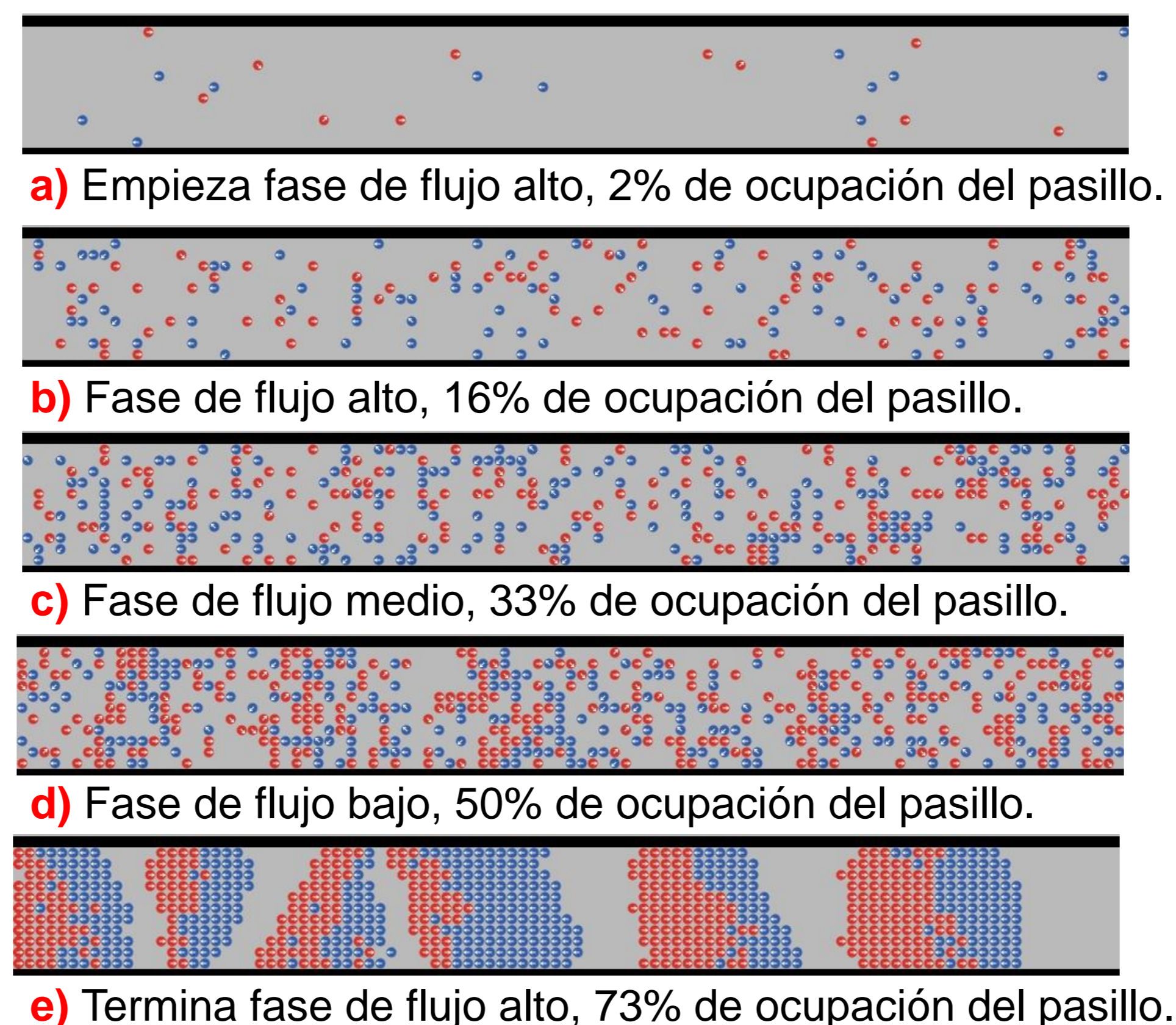


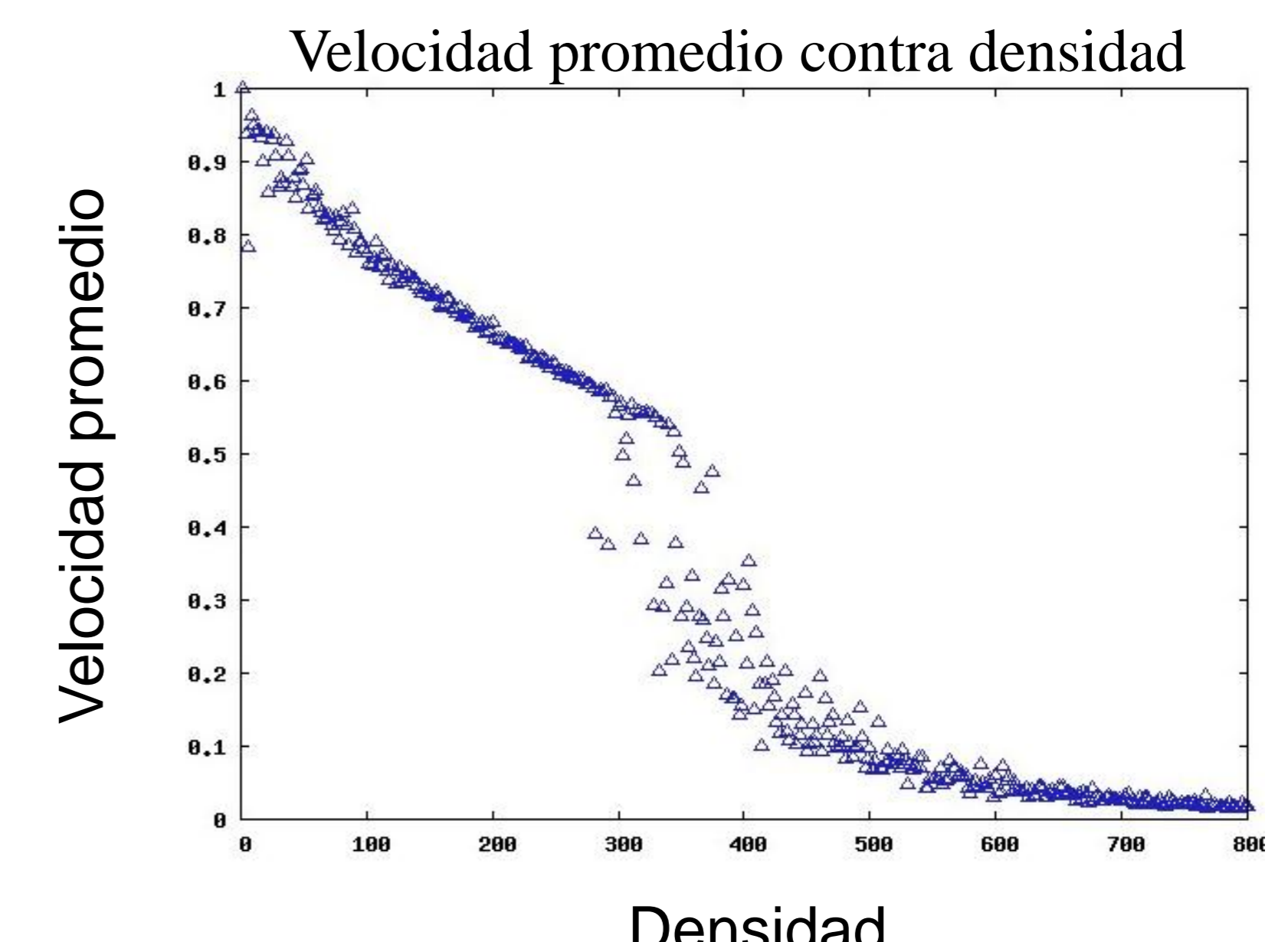
Figura 7. Patrones del flujo de peatones aumentando densidad de ocupación del pasillo.

Experimentos y resultados

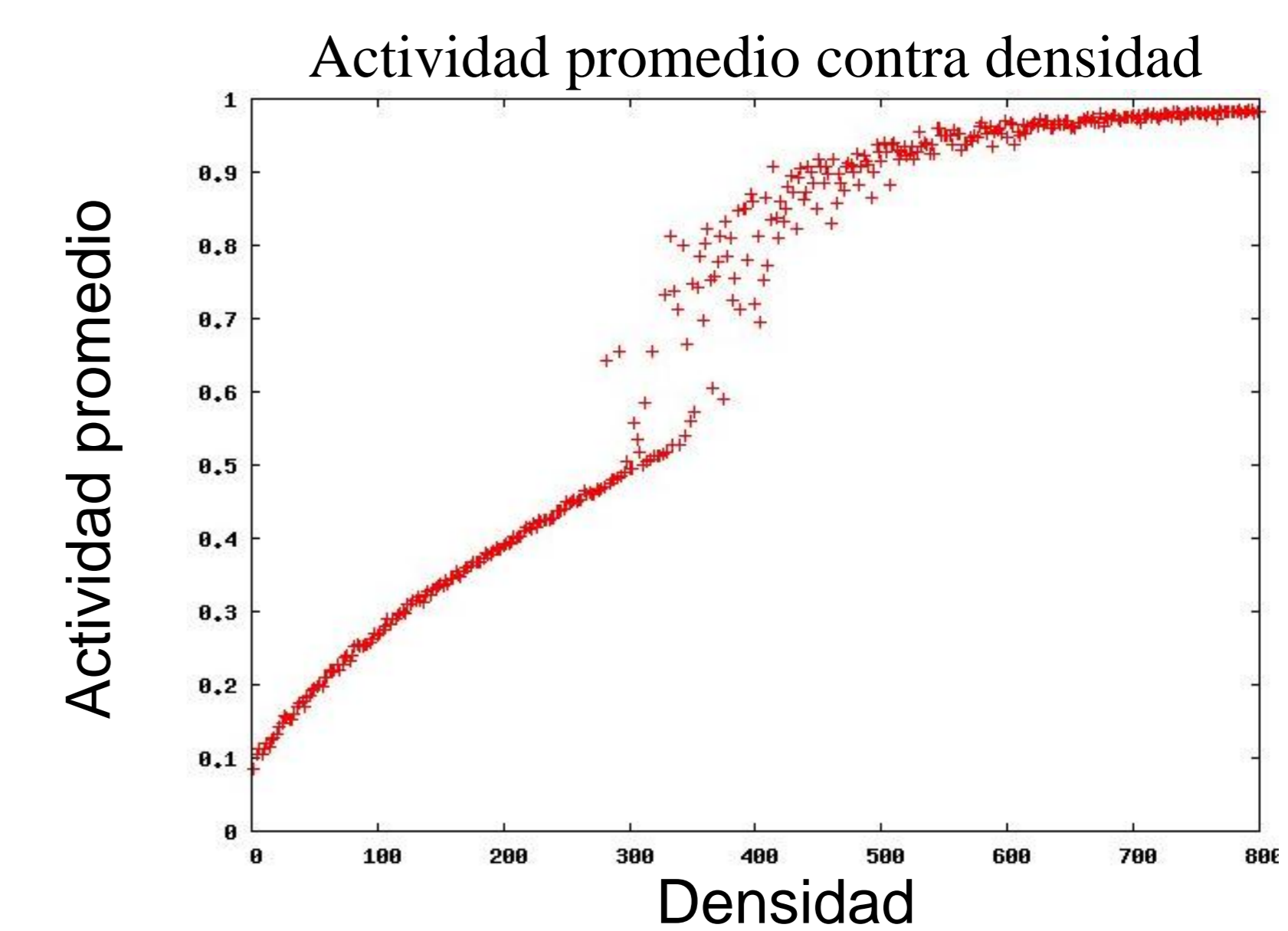
Lo **novedoso** en este trabajo es la cuantificación de un sistema multi-agente aplicando un estudio de transiciones de fase a dos parámetros cinéticos:

- **Velocidad de flujo:** promedio de la velocidad de caminado de todos los peatones del conglomerado. Medida por un recolector de datos.
- **Actividad:** número de maniobras inhibidas por la ocupación de la zona de percepción del peatón. Medida por el propio peatón.

En la Gráfica 1 se ilustra una **transición de fase** para la velocidad. A densidades bajas el flujo es alto, a densidades altas el flujo es bajo, en el medio se presenta una zona crítica con un cambio abrupto entre una fase y otra. En la Gráfica 2 se observa el la actividad que es complementaria con la velocidad, aunque se trata de medidas de distinta naturaleza.



Gráfica 1. Velocidad contra densidad.



Gráfica 2. Actividad contra densidad.

Conclusiones y perspectivas

Conclusiones:

- Los patrones de caminado más variados se presentan a una densidad crítica.
- Al medir la velocidad y la actividad promedio, para evaluar el desempeño del sistema, obtuvimos que ambas variables presentan transiciones de fase además de que son complementarias.

Trabajo a futuro:

- Incluir en el modelo: distintos escenarios, distintos comportamientos de peatones, otra geometría de su zona de percepción.
- Realizar una comparación cuantitativa de nuestro modelo con experimentos con peatones reales.

Referencias

D. Helbing, L. Buzna, A. Johansson, T. Werner (2005). *Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions*. Transportation science **39**, 1-24.