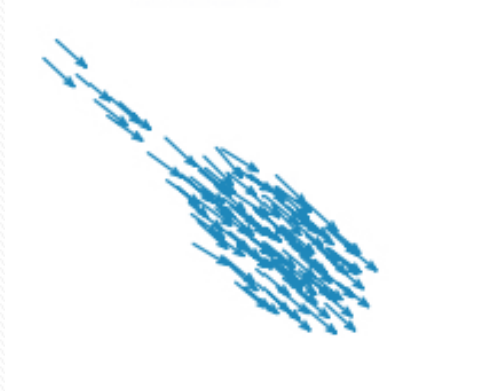
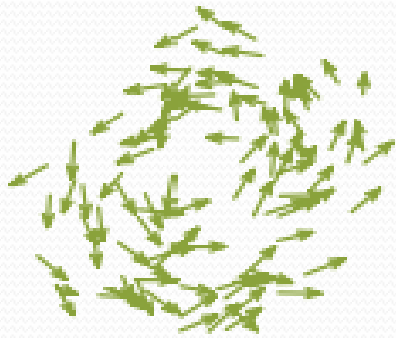


Ondas de Escape

(y transferencia de información)

en un cardumen.



- *“Initiation and spread of escape waves within animal groups”* James E. Herbert-Read¹, Jerome Buhl, Feng Hu, Ashley J. W. Ward and David J. T. Sumpter
- *“Information transfer in moving animal groups”* David Sumpter, Jerome Buhl, Dora Biro. Iain Couzin

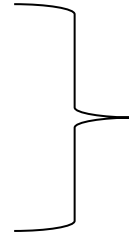
Amenaza



Transmisión rápida y local de información



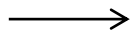
- Cambios en velocidad y orientación
- Individuos son influidos por los movimientos de sus vecinos.



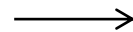
Propagación de una **onda de escape**

SPP

“Self propeling
particles”



Vicsek

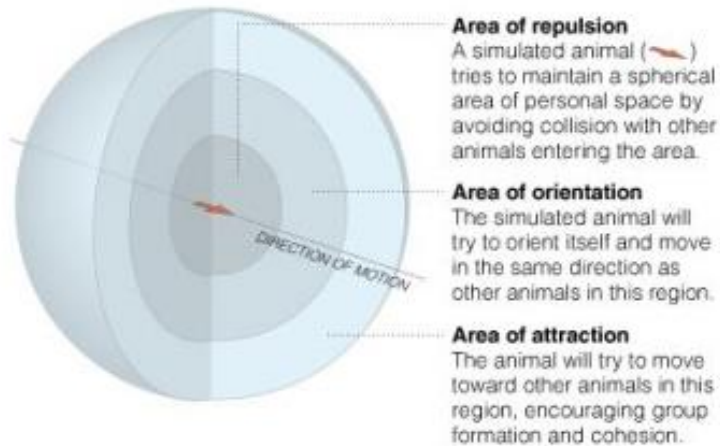


- Alineamiento con vecinos
- Ruido

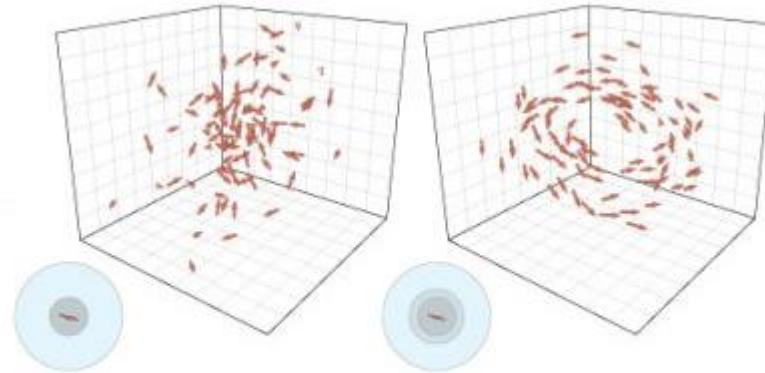
Modelo de Vicsek

Simulating Swarm Intelligence

Researchers created a model of swarm behavior by programming individuals to maintain personal space while turning and moving in the same direction as others.

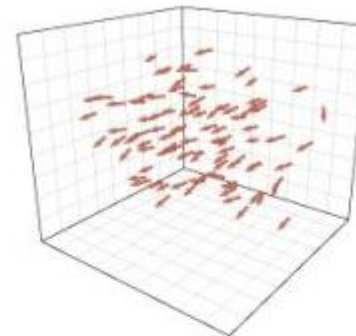


Sources: Iain D. Couzin; *Journal of Theoretical Biology*



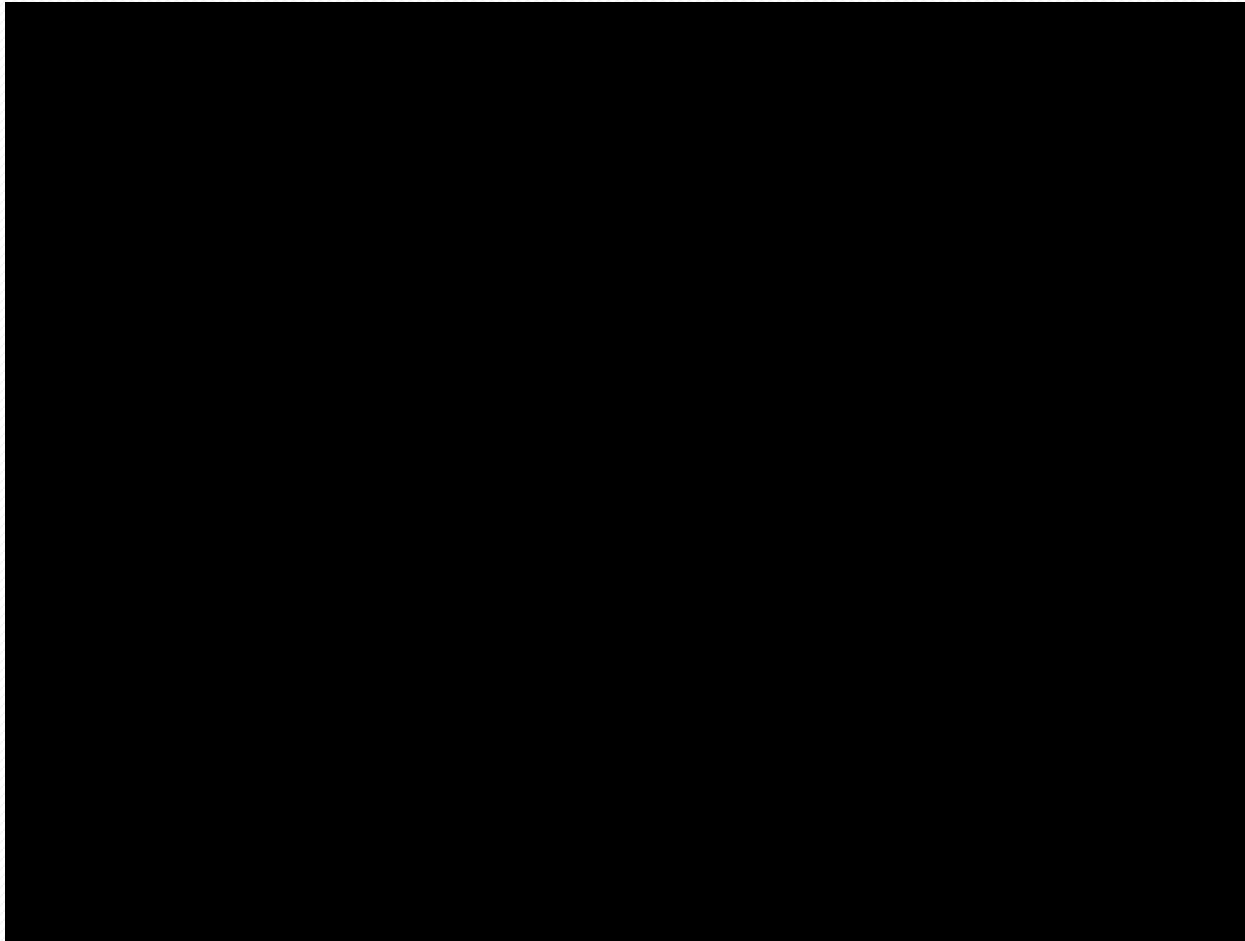
A **swarm** can form if individual animals both repel and attract one another, but do not try to orient themselves to their neighbors.

A **torus** of animals moving around an empty center can form if animals try to orient themselves to their closest neighbors.



A **school** or **flock** that moves as a group in one direction can form as animals begin to orient themselves more strongly with other animals in the group.

Experimento



Análisis de datos

Se dividió el área en 36 segmentos.

- Orientación $\chi = \arcsin(\sin(\theta - \vartheta))$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Paralelo al radio: } \chi=0 \\ H = -\pi/2 \\ AH = \pi/2 \end{array} \right.$

• En cada área se calculó la orientación instantánea promedio en cada segmento

$$\phi_{x,t} = \frac{2}{|m_{x,t}| \pi} \sum_{i \in m_{x,t}} \chi_{i,t}$$

$$\phi_{x,t} \left\{ \begin{array}{l} = 1 \text{ cuando todos miran hacia el estímulo} \\ = -1 \text{ cuando todos le dan la espalda al estímulo} \\ = 0 \text{ si están todos desordenados} \end{array} \right.$$

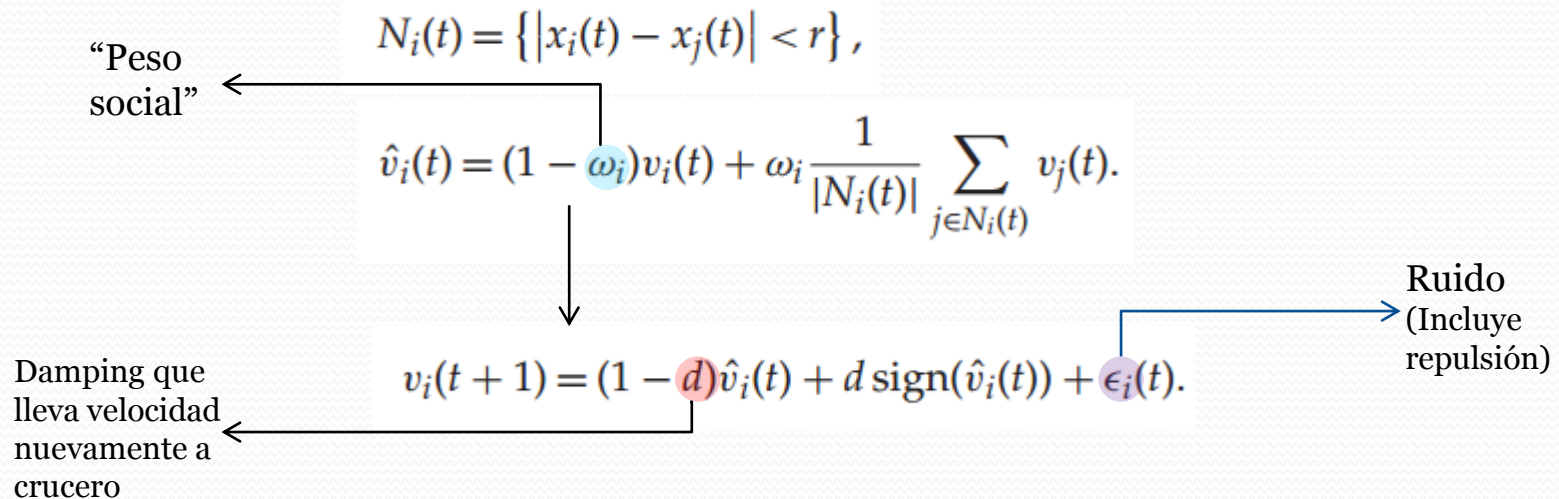
• Se definió al frente de onda como la máxima distancia para la cual todos los peces le daban la espalda a la “amenaza”

$$w(t) = \max_x (\phi_{x,t} < 0),$$

Modelado teórico

- Modelo de Vicsek modificado para tomar en cuenta las aceleraciones de los peces.

- Posición: $x_i(t + 1) = x_i(t) + v_i(t + 1)$.

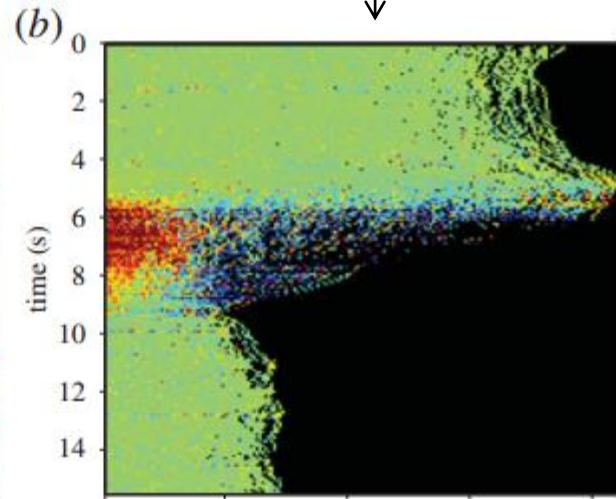
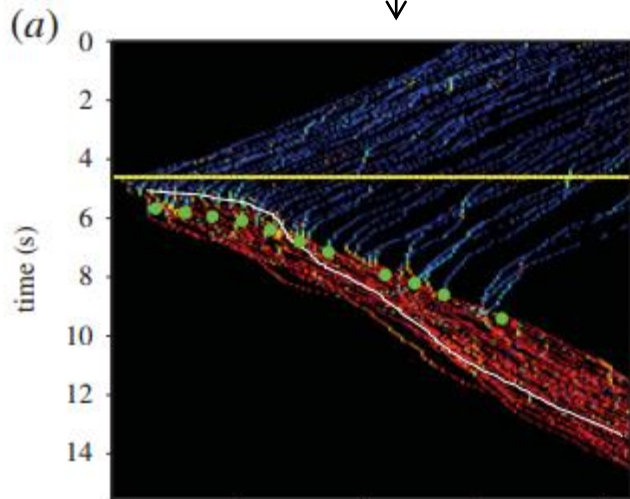


- El parámetro d se obtuvo de los datos experimentales. Resultó ser 0.0819
- $p = 0.1\%$ de los individuals mas cercanos al estímulo fueron “informados” de su existencia.
- ω_i se fijo en 0.4 para peces no informados.

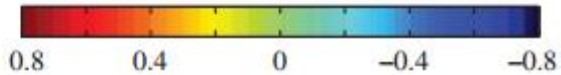
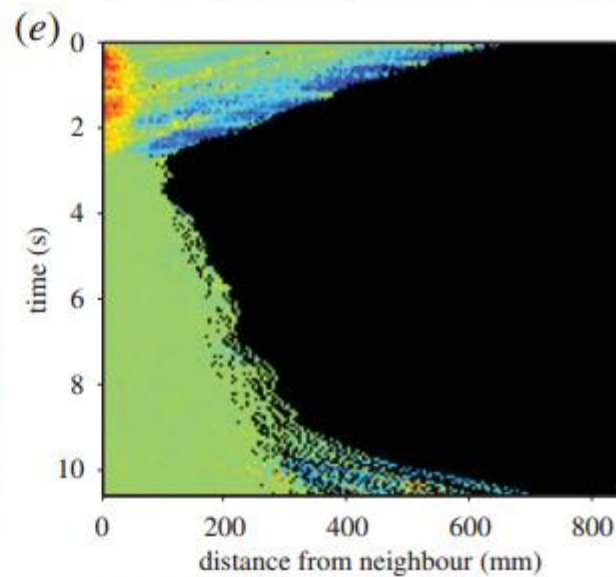
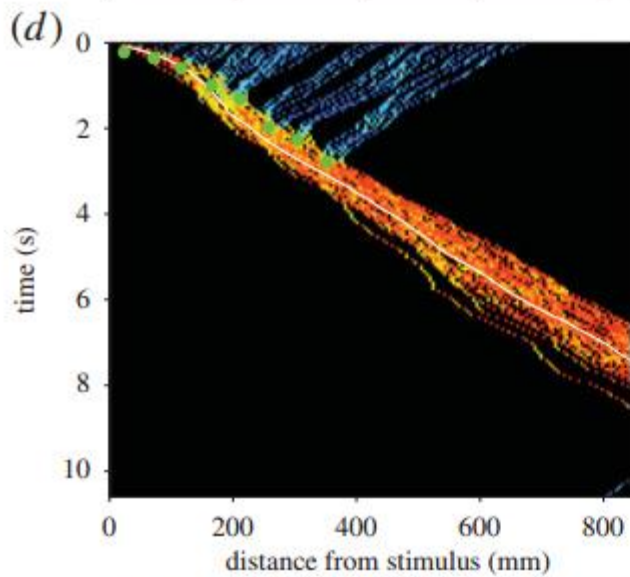
Cambios en dirección

Fluctuaciones en velocidad

Experimental

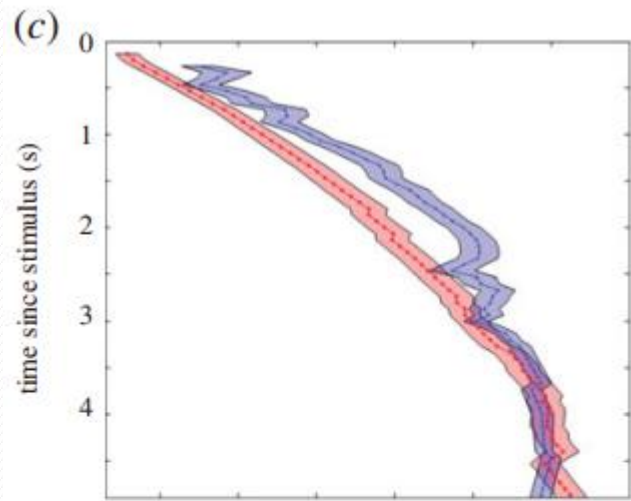


Modelo Teórico

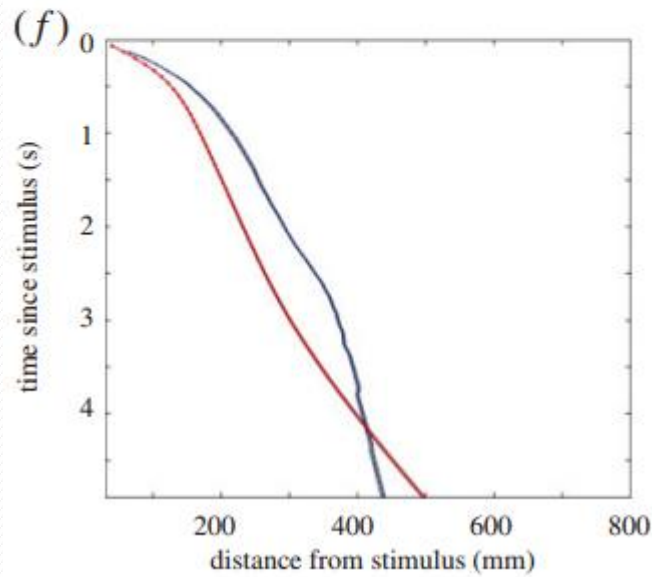


Onda de escape

Experimental



Modelo Teórico



Efectos debidos a cambios en la densidad

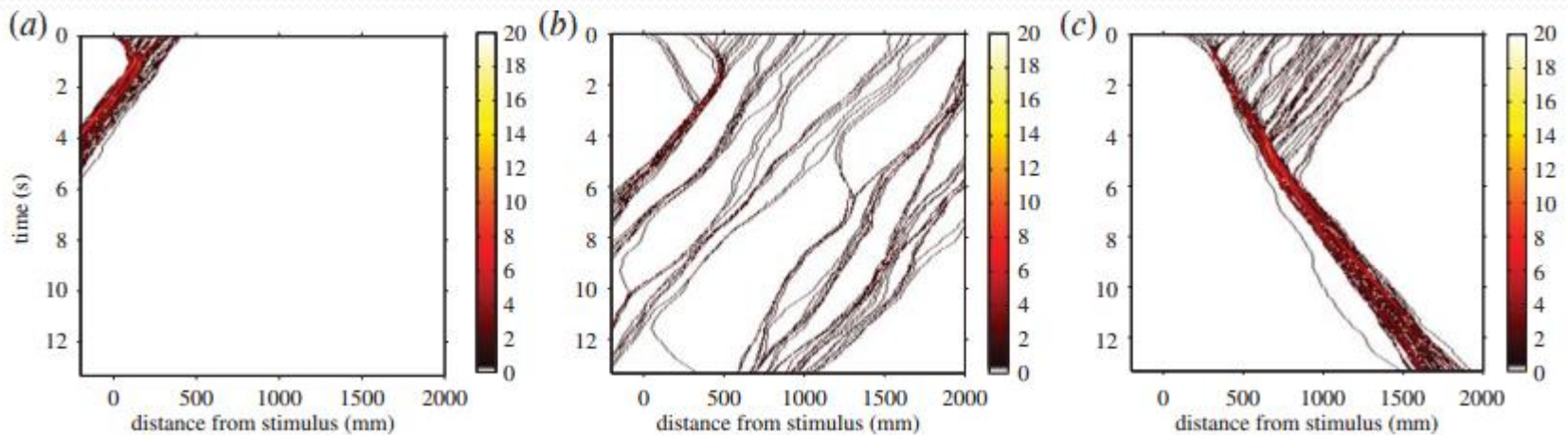


Figure 2. How density affects the collective evasion response. Example simulations for 60 individuals spread over (a) 42 cm, (b) 294 cm, and (c) 147 cm. In the simulations, the six individuals nearest to the stimulus were informed and initially moved away from the stimulus. The remaining 54 were uninformed and moved towards the stimulus at normal speed. The 'temperature' of the heat map shows the density of particles (individuals cm^{-1}).

Conclusiones

- El modelo teórico pudo predecir los resultados obtenidos de forma experimental, mostrando que cambios en la velocidad e interacciones locales facilitan la propagación de la onda de escape.

Es un modelo realista porque:

- Obtener información acerca de cambios en velocidad no requiere mucha habilidad de percepción ni altas facultades cognitivas. Los individuos que van más rápido que la media probablemente poseen información acerca de la ubicación de comida o predadores.
- No depende de la existencia de un “líder”.