

Aplicación de modelos basados en agentes al estudio de fenómenos sociales: segregación racial, opiniones, umbrales y cultura

Federico Vázquez



Instituto de Cálculo
Universidad de Buenos Aires

Temario

- ★ Qué son los modelos basados en agentes.
- ★ Algunos trabajos pioneros:
 - El modelo de segregación racial de Schelling.
 - El modelo de umbrales de Granovetter.
 - El modelo de diseminación cultural de Axelrod.

A GUIDE FOR NEWCOMERS TO AGENT-BASED MODELING IN THE SOCIAL SCIENCES*

ROBERT AXELROD

Gerald R. Ford School of Public Policy, University of Michigan

LEIGH TEFATSION

Department of Economics, Iowa State University

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm#ABMSocSci>

Modelado basado en agentes en las ciencias sociales

Las ciencias sociales buscan entender como se comportan los individuos, pero también...

como la interacción de muchos individuos conduce a resultados a grandes escalas:

opinión pública (encuestas), mercado, ...

Entender un sistema político o económico requiere entender como los individuos interactúan unos con otros y como los resultados pueden ser mas que la suma de las partes (simple vs complejo).

El modelado basado en agentes (**ABM**) es un método muy apropiado para estudiar sistemas:

- 1) compuestos por agentes interactuantes.
- 2) que exhiben propiedades emergentes (que surgen de las interacciones y que **NO** pueden deducirse sumando las propiedades de los agentes).

AGENTE:

Individuo/persona: votante, comprador, vendedor, etc.

Grupo social: familia, empresa, comunidad, etc.

Metodología:

- a) Hacer suposiciones sobre agentes y sus interacciones.
- b) Usar simulaciones computacionales para observar consecuencias de esas suposiciones (experimento).

Objetivo:

Investigar como efectos a grandes escalas surgen de los procesos microscópicos de interacciones entre agentes.

Resumen

- El modelado basado en agentes aplicado a procesos sociales usa conceptos y herramientas de las ciencias sociales y computacionales.
- Representa un enfoque metodológico que puede permitir dos desarrollos importantes:
 1. El chequeo, refinamiento y extensión de teorías existentes que son difíciles de formular y evaluar usando herramientas matemáticas y estadísticas estándares.
 2. Un entendimiento más profundo de los mecanismos causales fundamentales en sistemas de múltiples agentes.

El modelo de segregación de Schelling (1969)



Dynamic models of segregation

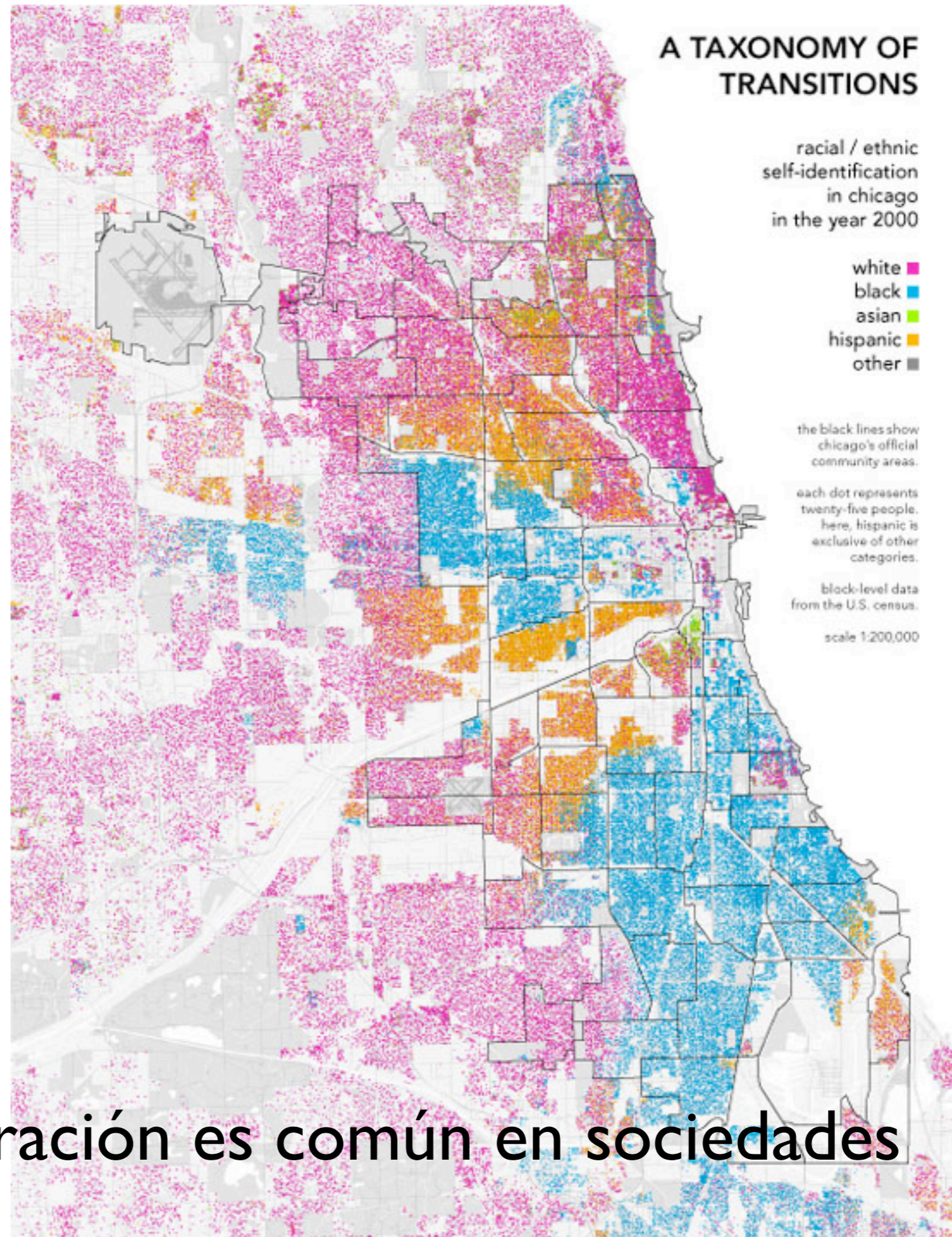
Schelling, T. C., 1971, J. Math. Sociol. 1, 143.

Thomas Schelling (1921)

Premio Nobel Economía (2005)

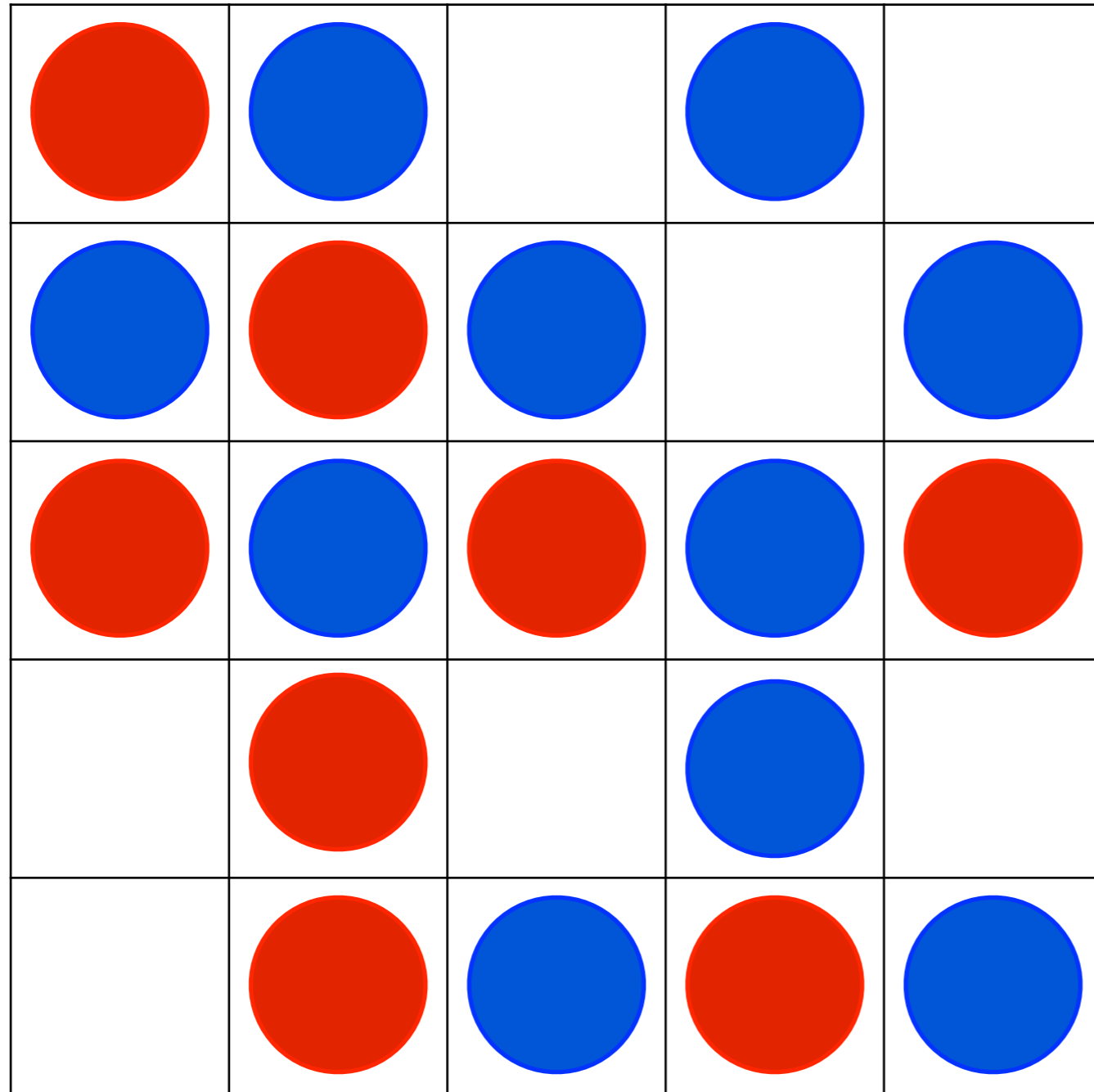
“One day I was flying home from Chicago, and I did not have anything to read. I wondered what to do (...) So, I drew a line on a sheet of paper, put down X’s and O’s, and said now suppose I thought that these were black and whites, and both had ideas about neighbors. I started moving them around (...). I had to erase marks to move them, and was extremely clumsy, but by the time my plane landed in Boston I decided this was going to prove interesting.”

Segregación racial en Chicago



La segregación es común en sociedades

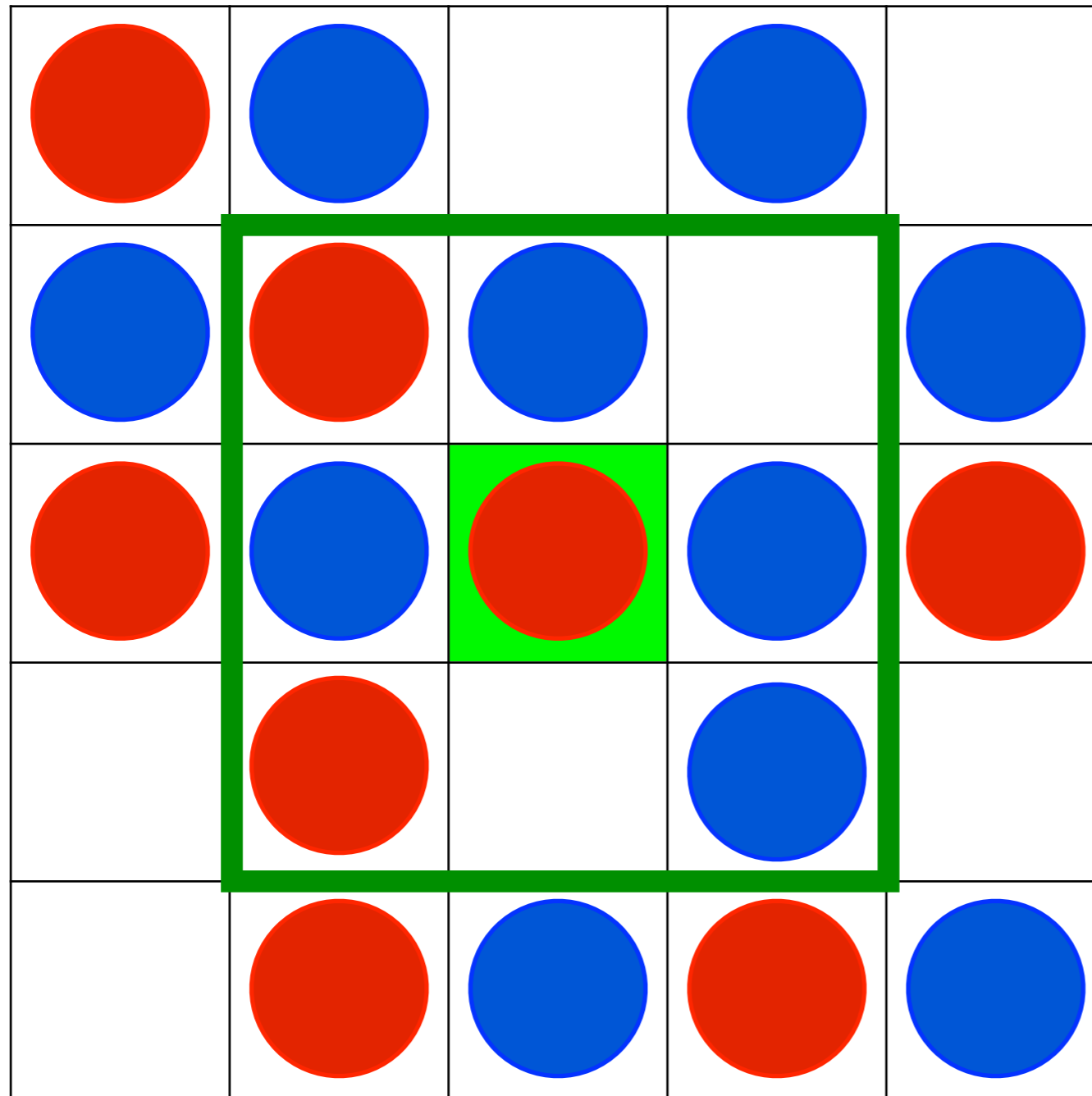
El modelo



● = ricos/blancos

● = pobres/negros

El modelo

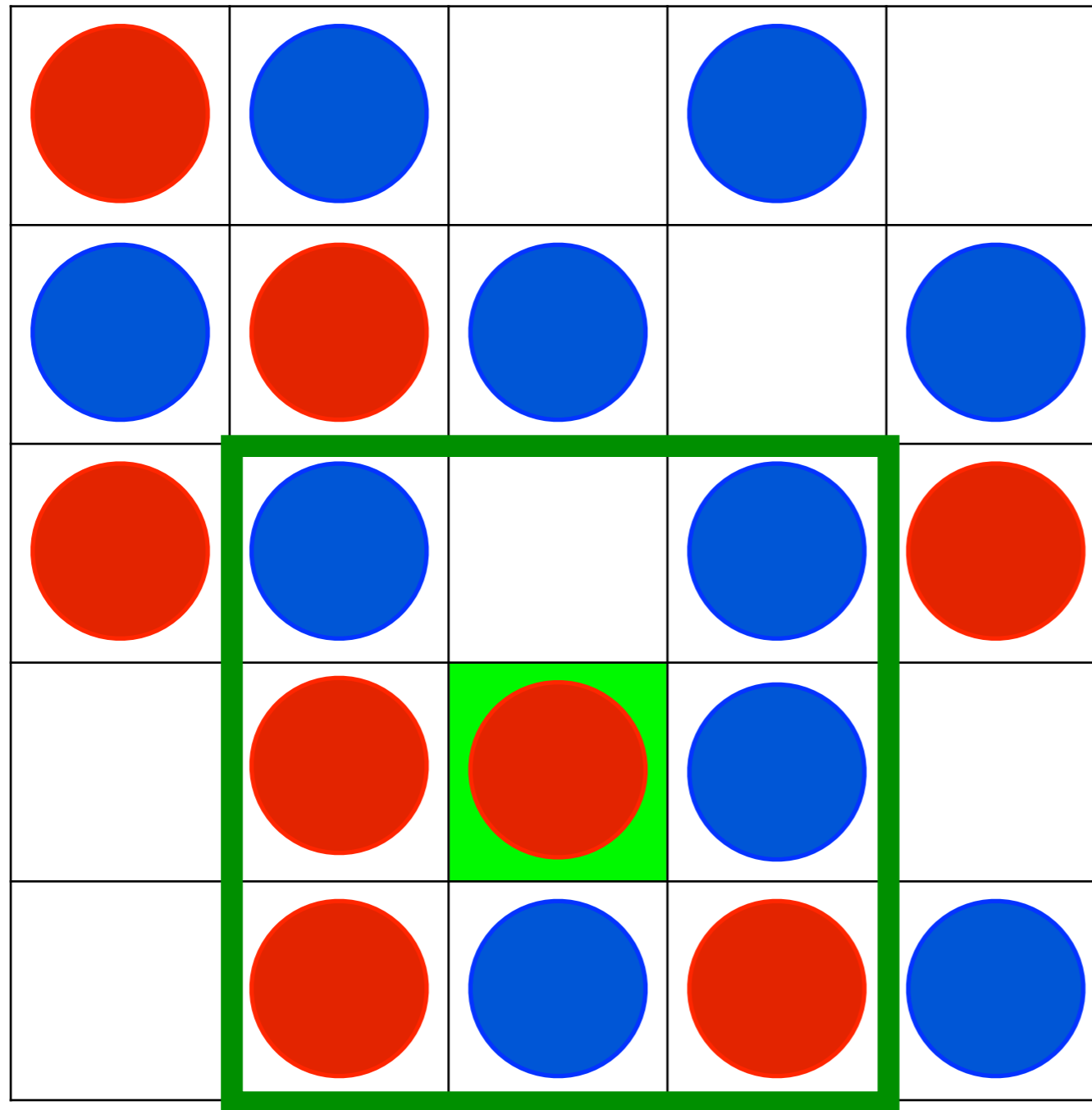


- (blue) = ricos/blancos
- (red) = pobres/negros

Umbral de
satisfacción:
 $h = 40\%$

Agente insatisfecho (33% vecinos ●) se mueve.

El modelo



- = ricos/blancos
- = pobres/negros

Umbral de
satisfacción:
 $h = 40\%$

Agente satisfecho (43% vecinos ●) se queda.

Abrir animación Schelling

<http://rf.mokslasplius.lt/selingo-segregacijos-modelis/>

- Aún una leve preferencia genera segregación total.
- Simples reglas de agentes pueden crear patrones globales complejos.
- Hito en el estudio de fenómenos emergentes basados en interacciones locales.
- Condujo al campo de los modelos basados en agentes.

El modelo de umbrales de Granovetter (1978)



Mark Granovetter (1943)

Sociólogo, prof. Univ. Stanford

Threshold Models of Collective Behavior

American Journal of Sociology 1978 83:6, 1420-1443

Método para analizar comportamientos colectivos de individuos que se enfrentan a la decisión de adoptar un estado activo nuevo (actitud política, creencia, innovación) o permanecer en su estado actual.

Ejemplo:

- Una multitud de personas insatisfechas con las políticas del gobierno.
- Cada persona tiene una percepción diferente del riesgo de expresar su actitud política (protesta).
- Cuando aumenta la cantidad de personas protestando (manifestantes) baja la percepción del riesgo (costo) de sumarse a la protesta.
- La percepción se interpreta como un umbral intrínseco: “me sumo a la protesta solo si la cantidad de manifestantes supera mi umbral”.

- 100 personas disconformes con decisión del gobierno.
- 5 grupos socio-económicos de 20 personas c/u y umbrales:
 - ✦ Grupo 1: umbral = 0 (20 activistas protestan pase lo que pase).
 - ✦ Grupo 2: umbral = 25 (se une si hay mas de 25 personas protestando).
 - ✦ Grupo 3: umbral = 30.
 - ✦ Grupo 4: umbral = 35.
 - ✦ Grupo 5: umbral = 40.

P: ¿Cuántas personas terminarán protestando?

- 100 personas disconformes con decisión del gobierno.
- 5 grupos socio-económicos de 20 personas c/u y umbrales:
 - ✦ Grupo 1: umbral = 0 (20 activistas protestan pase lo que pase).
 - ✦ Grupo 2: umbral = 25 (se une si hay mas de 25 personas protestando).
 - ✦ Grupo 3: umbral = 30.
 - ✦ Grupo 4: umbral = 35.
 - ✦ Grupo 5: umbral = 40.

P: ¿Cuántas personas terminarán protestando?

R: Las 20 del grupo 1.

El tamaño final de la protesta dependerá de los tamaños de los grupos y sus umbrales.

Abrir animación Granovetter

<http://rf.mokslasplius.lt/granovetterio-slenksciu-modelis/>

El modelo de propagación cultural de Axelrod (1997)



Robert Axelrod (1943)

Prof. Ciencias Políticas U. Michigan

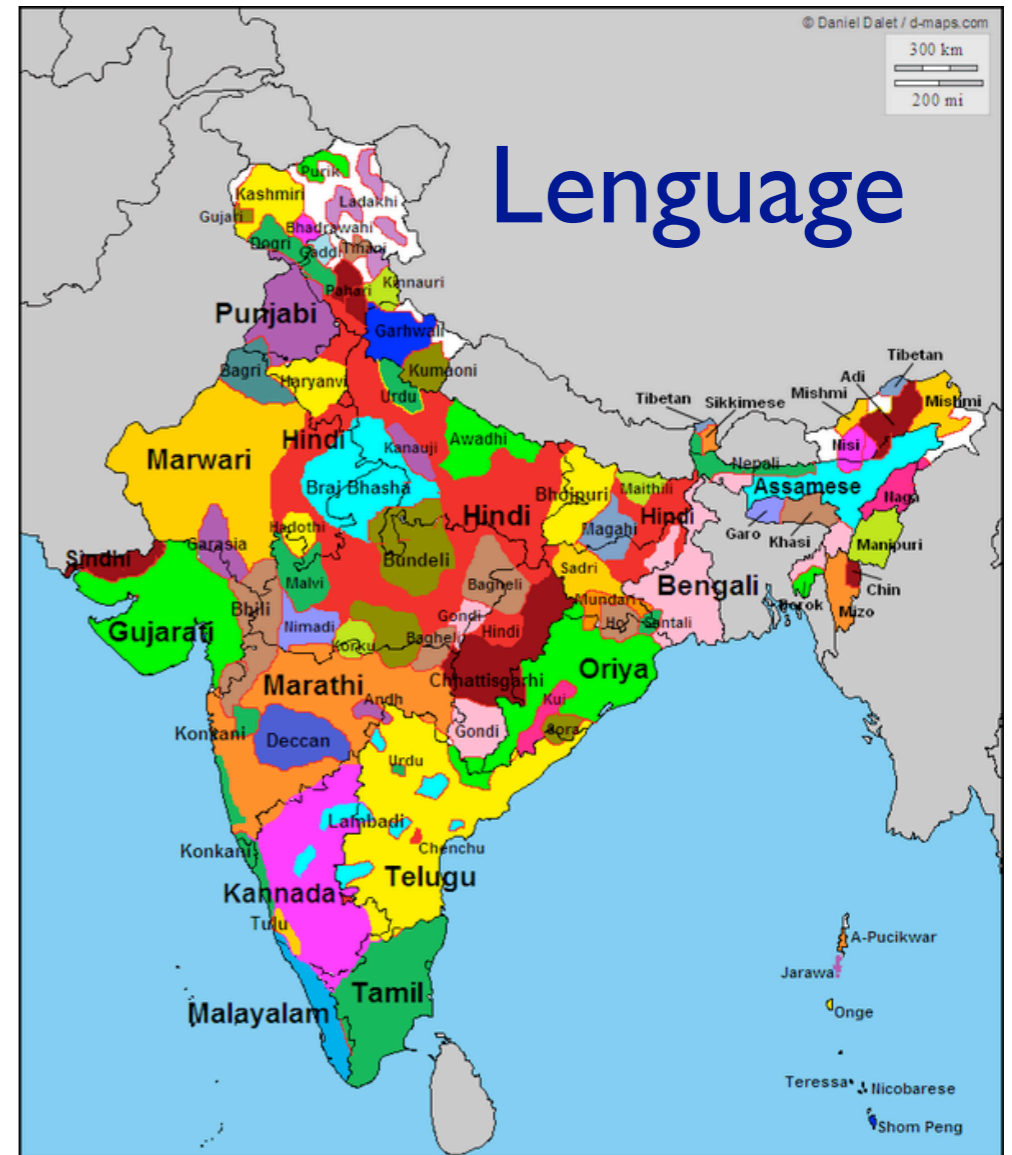
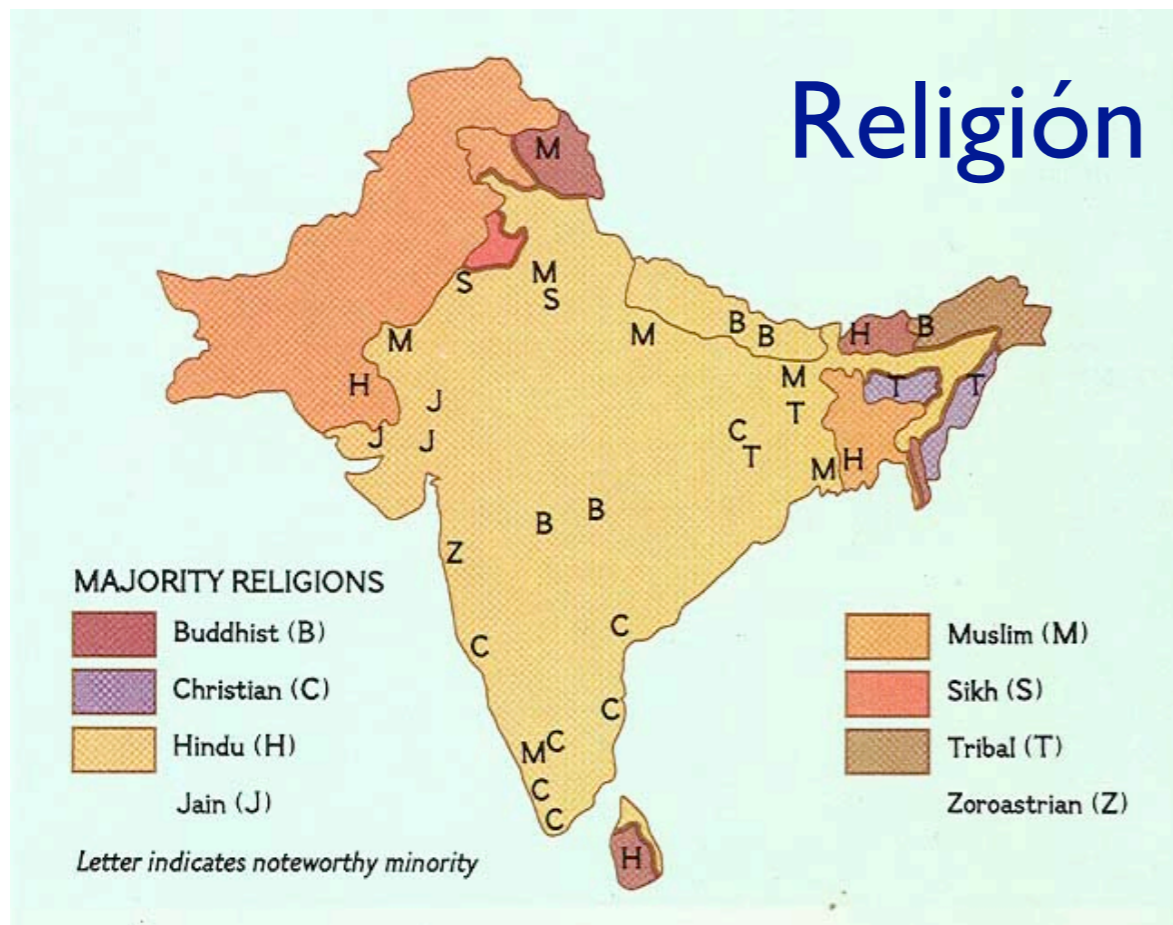
The Dissemination of Culture

A Model with Local Convergence and Global Polarization

Axelrod, R., 1997, J. Conflict Resolution 41, 203.

Diversidad cultural

INDIA: país con mas etnias



Mas de 1600 lenguas y dialectos:
Hindi, Assamese, Bengalí, Gujarati,
Kashmiri, Marathi, Oriya, Punjabi,
Sindhi, Urdu, Kannada, Malayalam,
Tamil, Telugu, Inglés.

Induismo, Islamismo, Cristianismo,
Budismo, Jainismo, Sikhismo,
Zoroastrismo

El modelo de Axelrod

Axelrod, R., 1997, J. Conflict Resolution 41, 203.



Robert Axelrod (1943)

Prof. Ciencias Políticas U. Michigan

Dos mecanismos fundamentales para diversidad cultural:

- **Influencia Social:** tendencia a parecerse mas al interactuar.
- **Homofilia:** tendencia a formar enlaces con otros similares.

- **Pregunta:** si la gente se parece mas al interactuar, ¿por qué no todas las diferencias desaparecen?
- Explora la competición entre **consenso y diversidad**.

Cultura: grupo de atributos (creencias/actitudes/gustos) sujetos a influencia social.

$$\mathbf{C} = (C_1, C_2, \dots, C_F)$$

$F = \#$ de atributos culturales

$$C_i = 0, 1, \dots, q-1$$

$q = \#$ de rasgos por atributo

- **Premisa básica:** Cuanto mas se parece una persona a su vecino, mas probable es que la persona adopte un atributo de su vecino.

Ejemplo: (F=3, q=2)

C¹ = gusto musical: **Rock**, **Tango**.

C² = gusto bebida: **Cerveza**, **Vino**.

C³ = preferencia deportiva: **Jockey**, **Fútbol**.

(0,0,0)



Inés

(0,1,1)



Pablo

Rock

Rock

Cerveza

Vino

Jockey

Fútbol

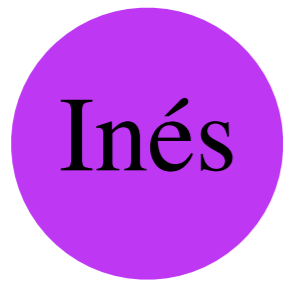
Ejemplo: (F=3, q=2)

C¹ = gusto musical: **Rock**, **Tango**.

C² = gusto bebida: **Cerveza**, **Vino**.

C³ = preferencia deportiva: **Jockey**, **Fútbol**.

(0,0,0)



Inés

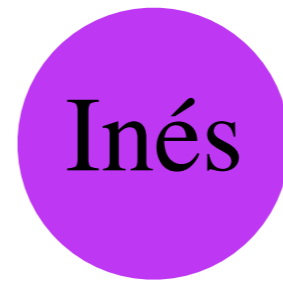
(0,1,1)



Pablo



(0,1,0)



Inés

(0,1,1)



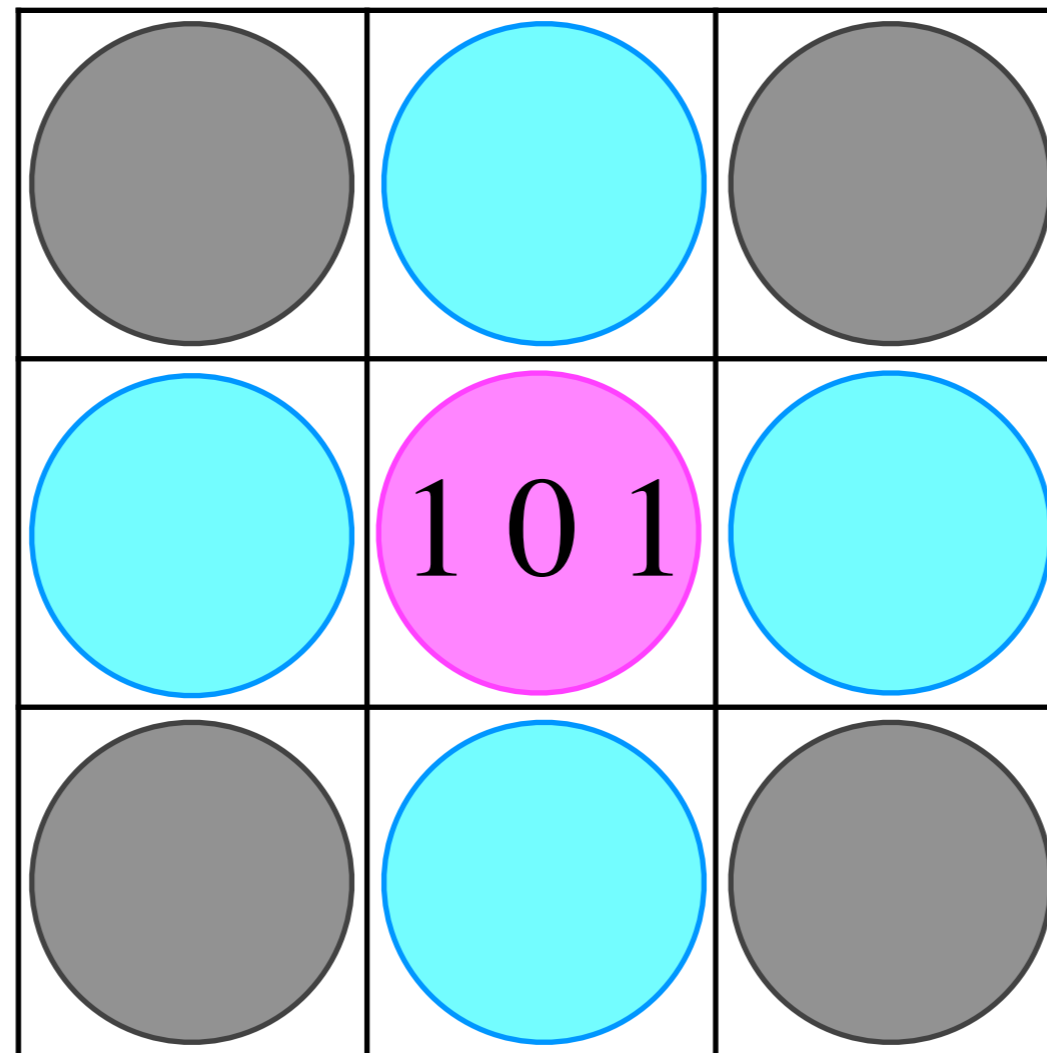
Pablo

Rock	Rock
Cerveza	Vino
Jockey	Fútbol

Rock	Rock
Vino	Vino
Jockey	Fútbol

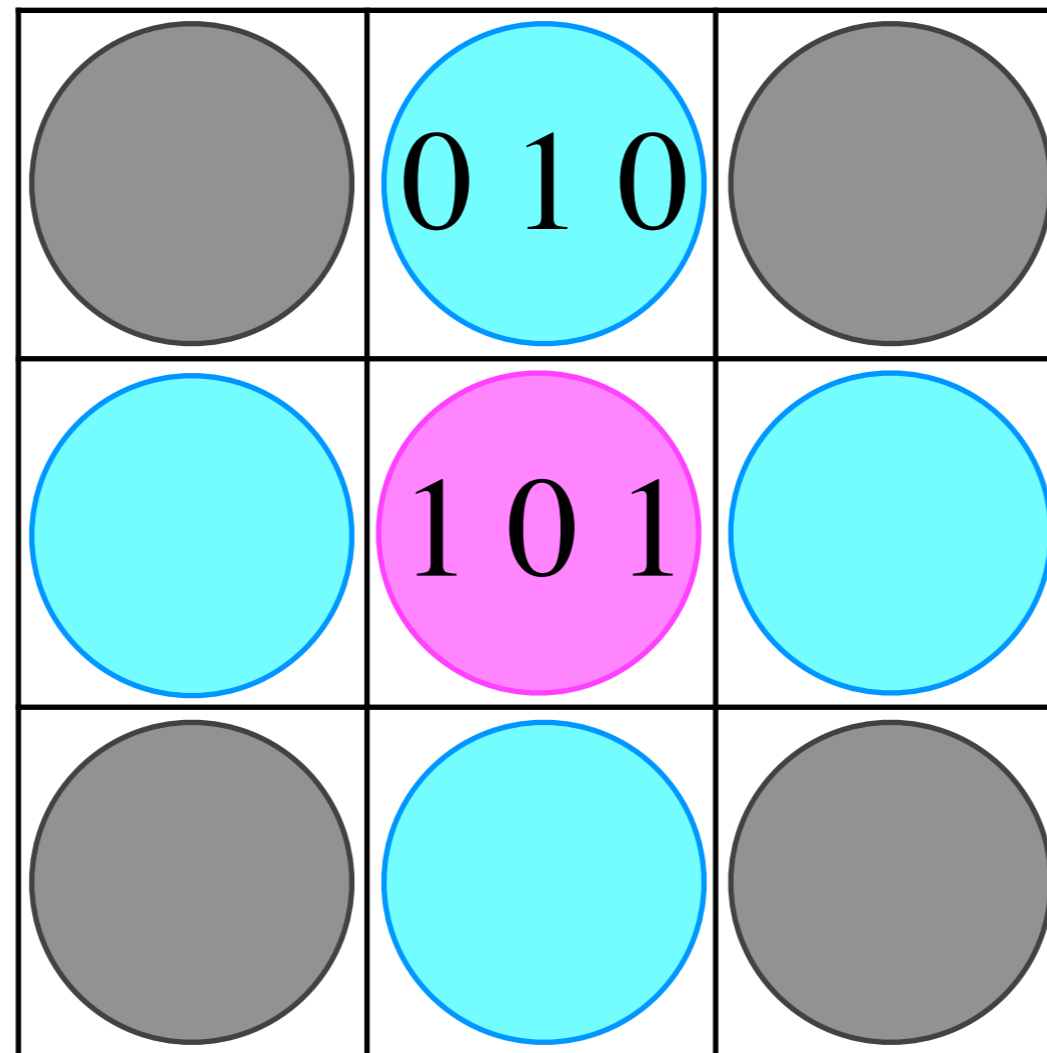
Dinámica:

1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



Dinámica:

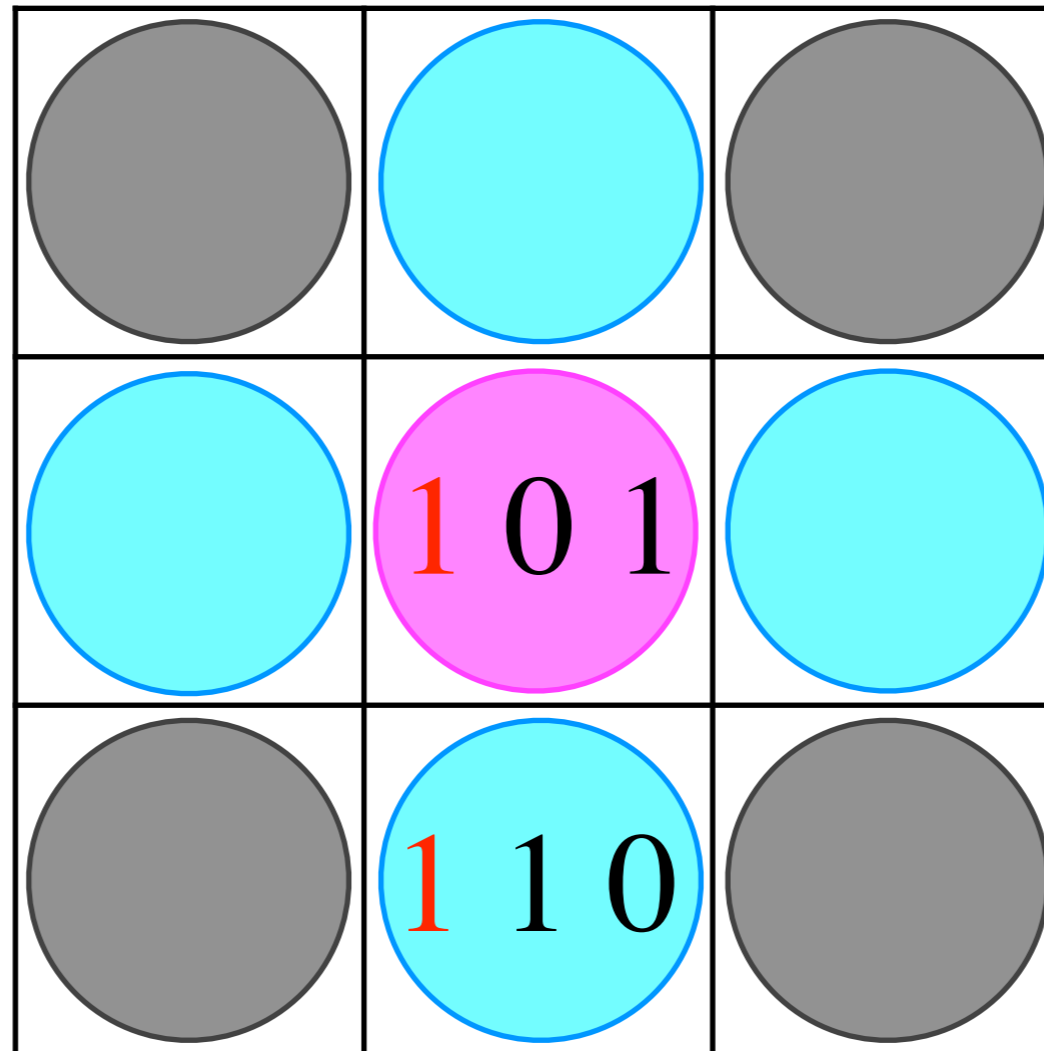
1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



NO
INTERACTÚAN

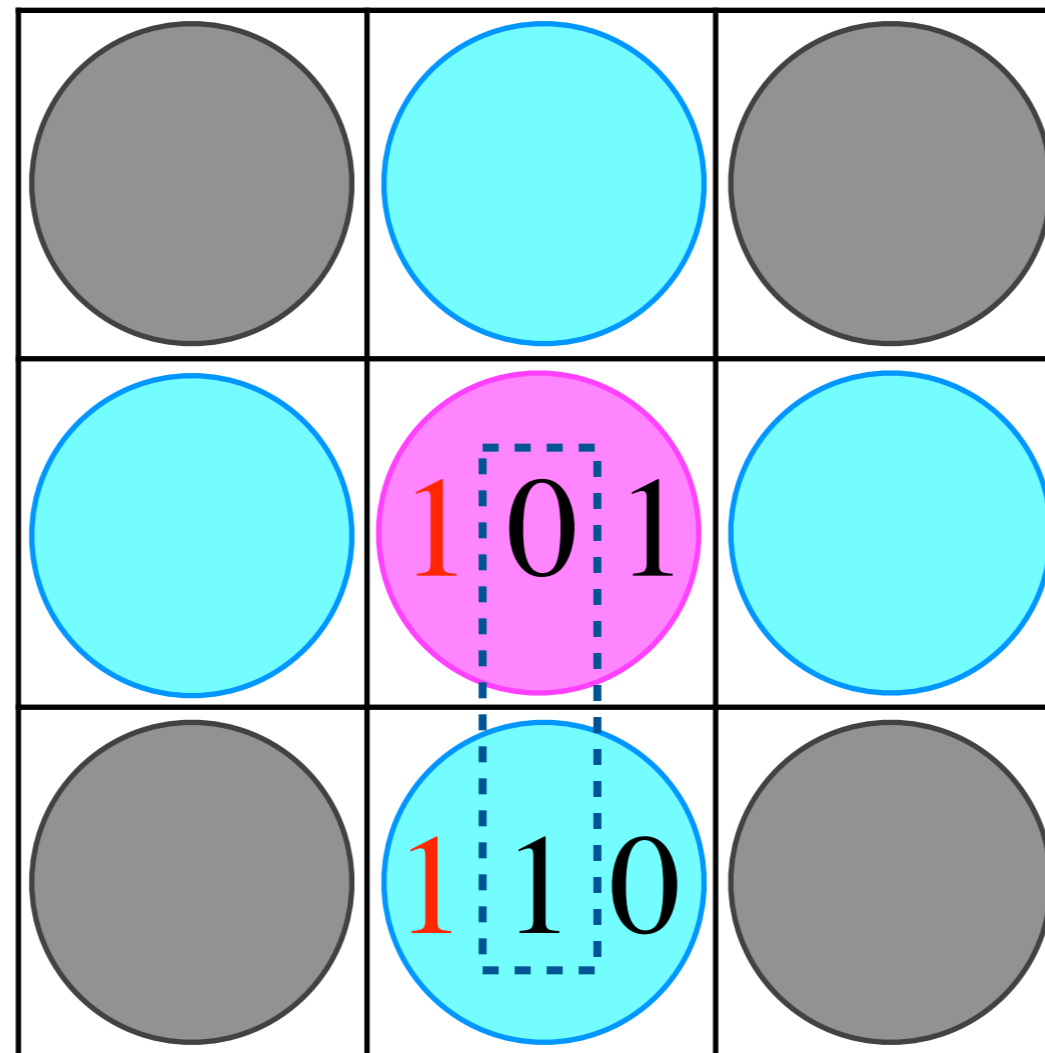
Dinámica:

1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



Dinámica:

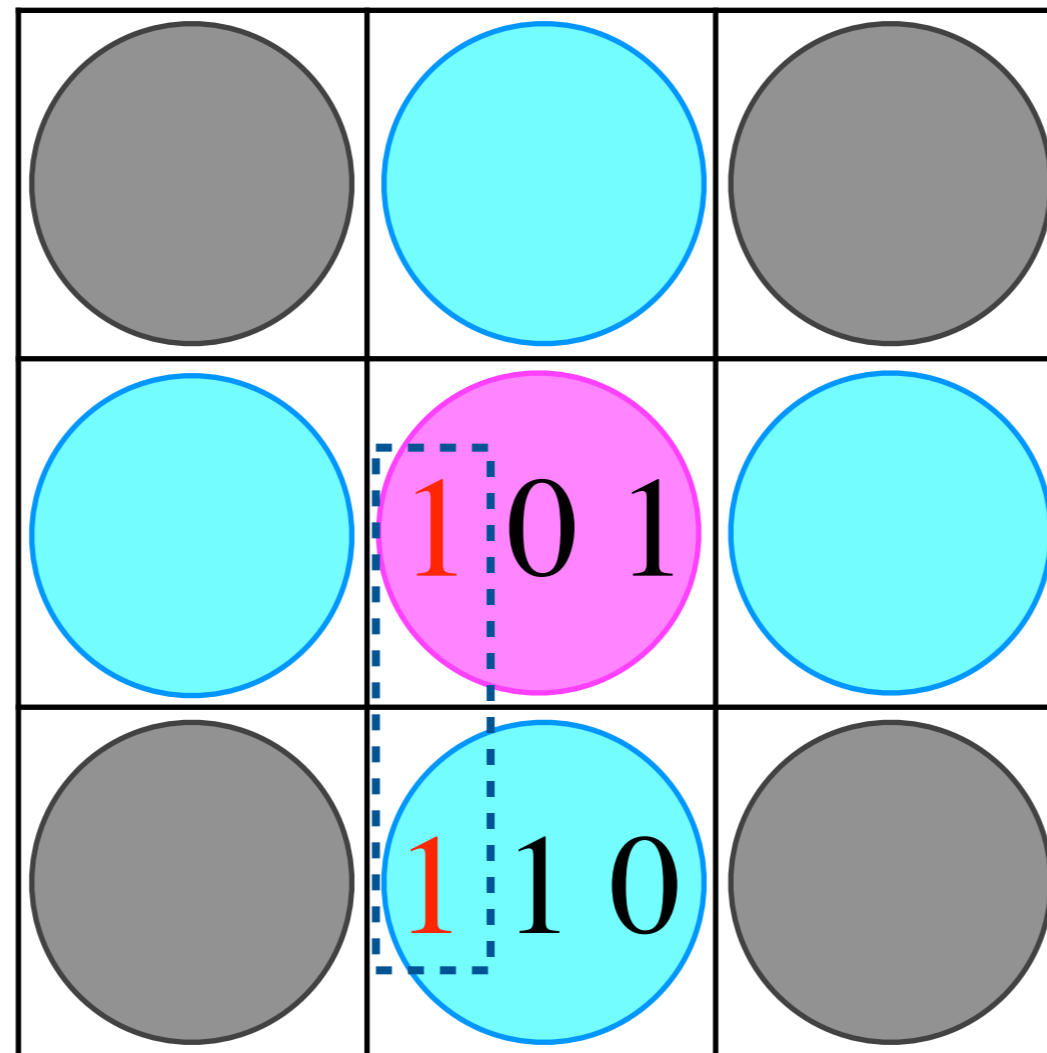
1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



NADA PASA

Dinámica:

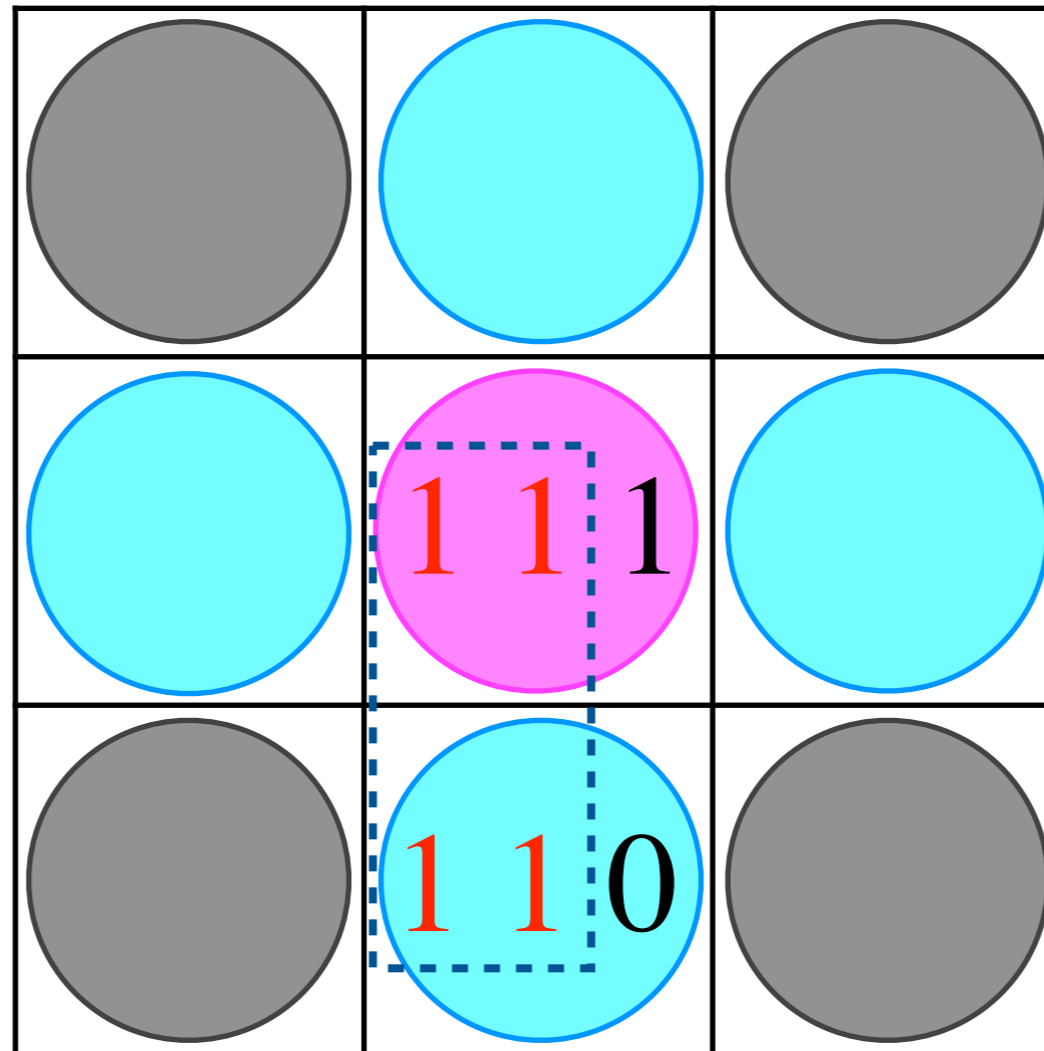
1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



INTERACCIÓN

Dinámica:

1. Interacción proporcional al # de atributos que comparten vecinos.
2. Vecinos sin atributos en común no interactúan.



Abrir animación Axelrod

<http://rf.mokslasplius.lt/axelrod-culture-dissemination-model/>

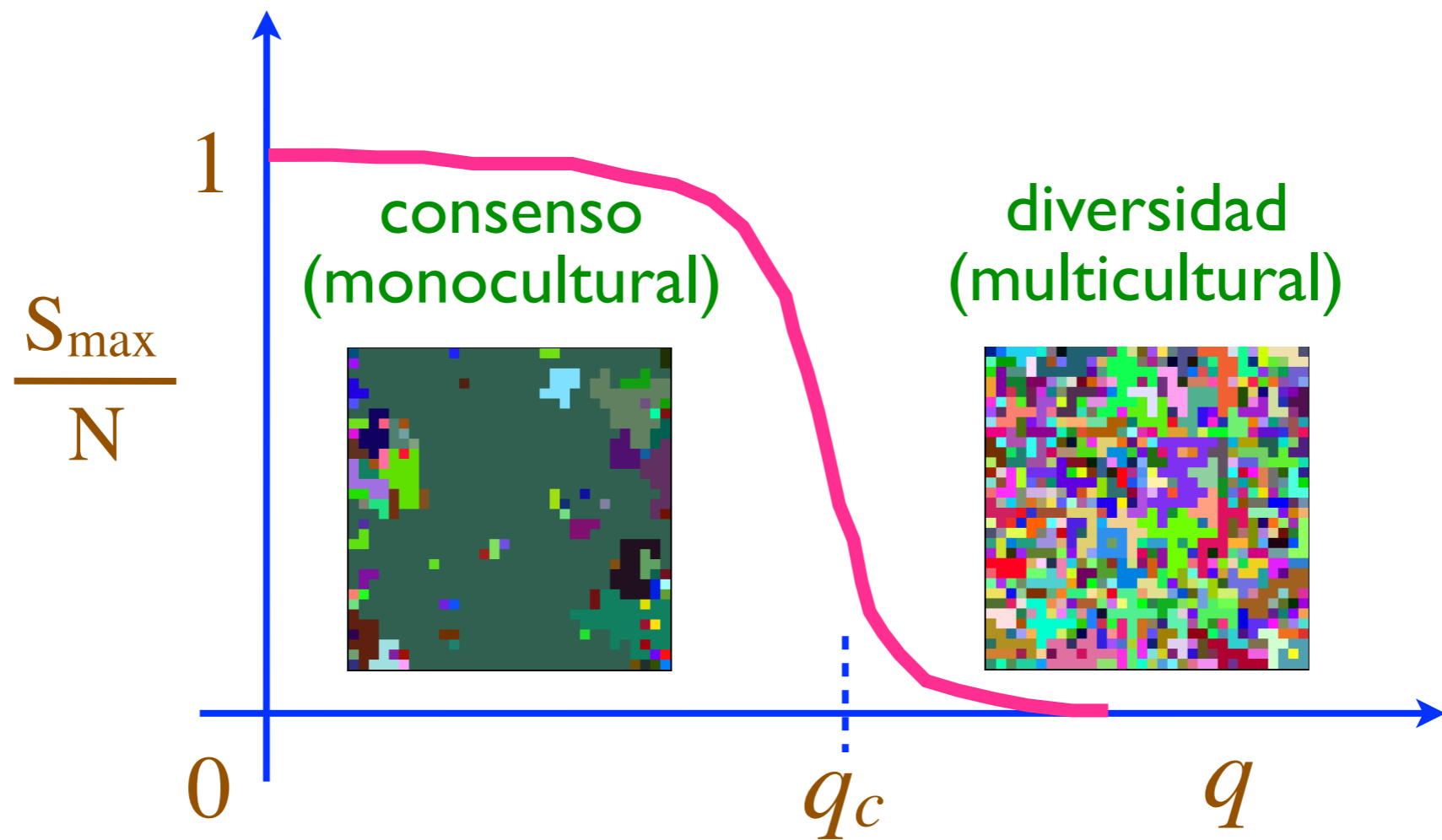
Dos mecanismos compitiendo:

- **Interacciones entre agentes similares** genera mas similitud (convergencia cultural local).
- **Incompatibilidad entre agentes diferentes** previene el consenso cultural global.

Estado final depende del grado inicial de desorden (q):

- **Estado monocultural** para $q < q_c$.
- **Estado multicultural congelado** para $q > q_c$.

Transición de monocultura a multiculturalidad en q_c :

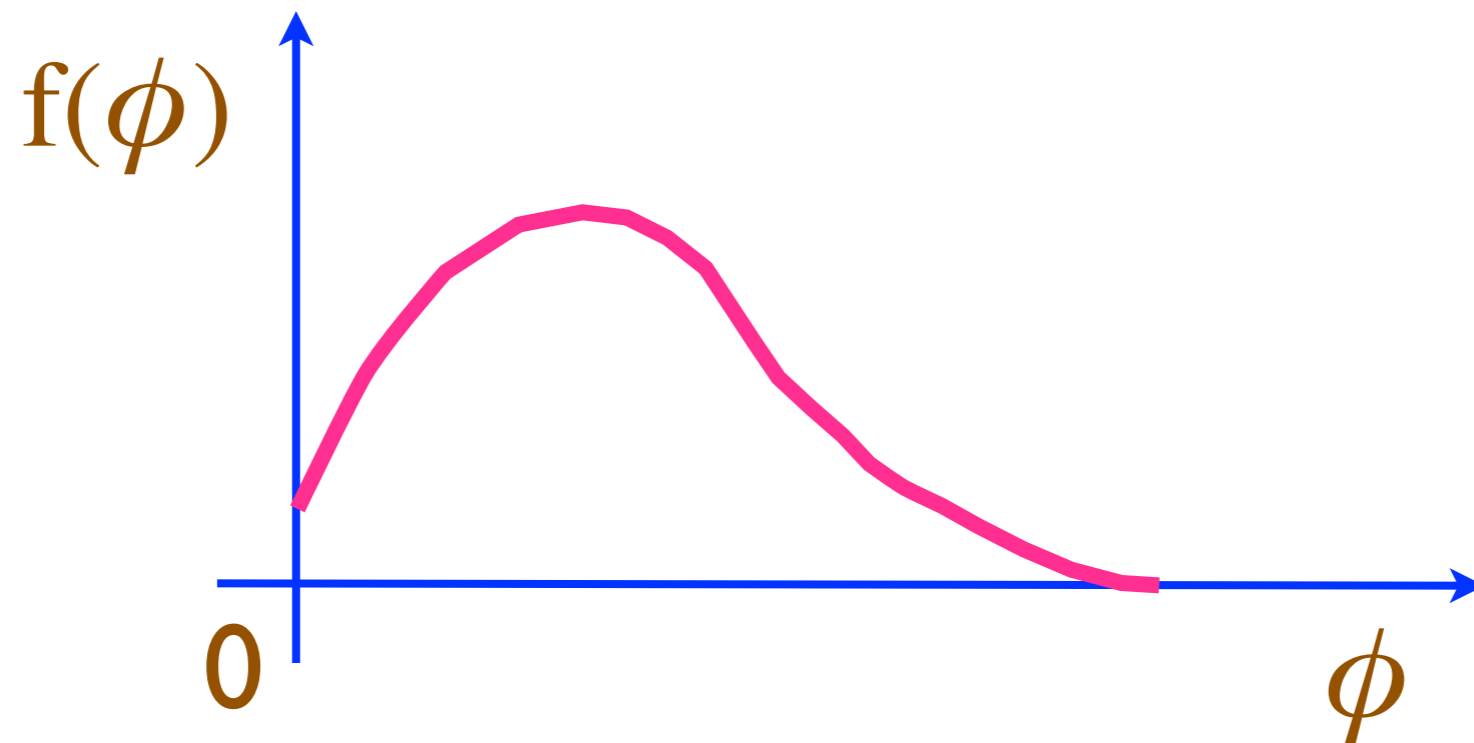


S_{\max} = tamaño mayor dominio homogéneo

Gracias!

El modelo

$\phi_i =$ umbral de la persona i



Dada $f(\phi)$, ¿cuál será la fracción final activa?

r_0 = fracción activa a $t = 0$

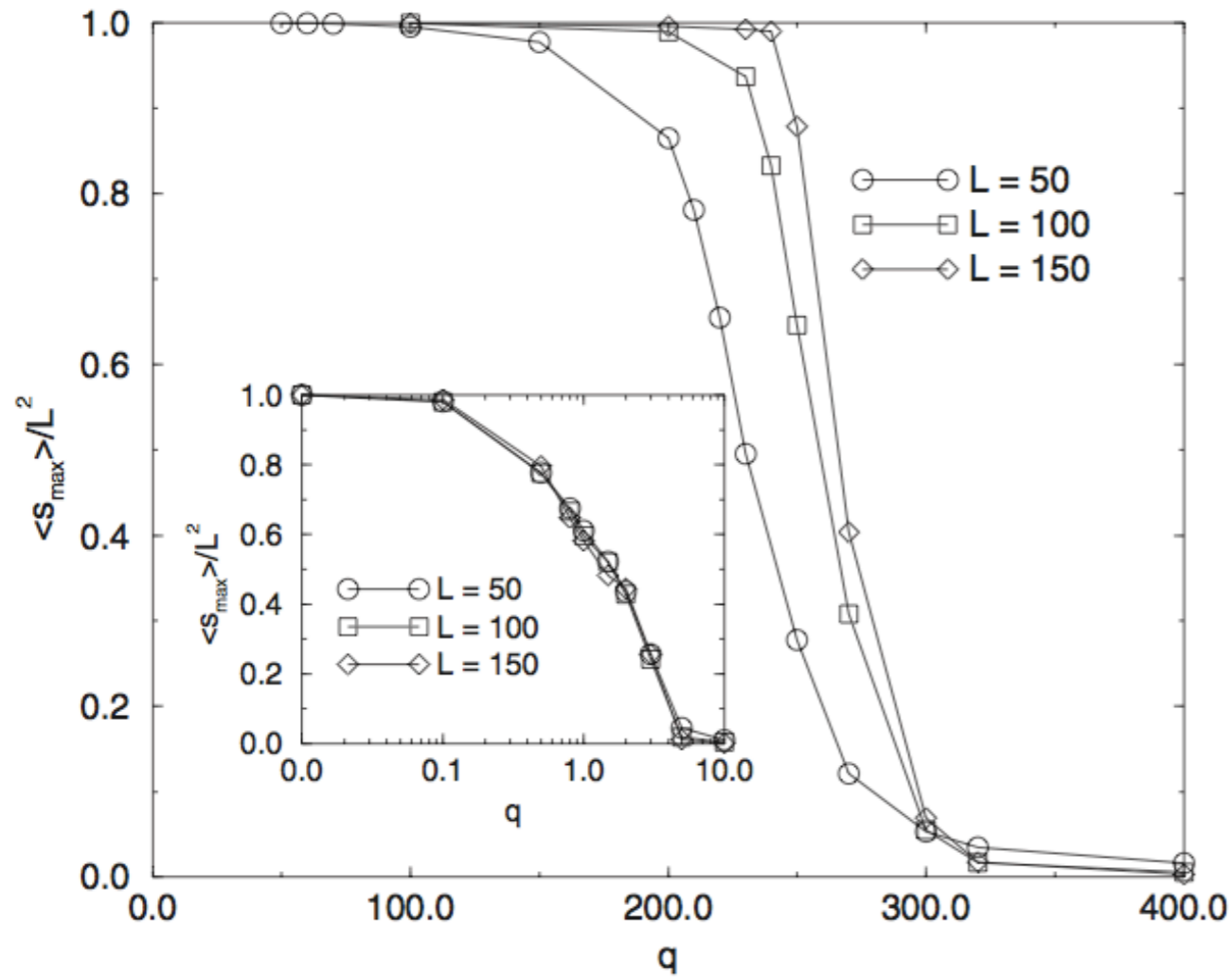
persona i se hace activa si $r_0 \geq \phi_i$

$$r_1 = \int_0^{r_0} f(\phi) d\phi = F(r_0)$$

$$r_{t+1} = F(r_t)$$

$$r_{\text{eq}} = F(r_{\text{eq}}) \quad \text{punto fijo}$$

Dibujar mapa iterativo ...



Castellano, Marsili and Vespignani,
Phys. Rev. Lett. 85, 3536 (2000).

González-Avella, Cosenza, and Tucci,
Phys. Rev. E 72, 065102 (2005).

Klemm, Eguíluz, Toral, and San Miguel,
Physica A 327, 1 (2003).

Vázquez and Redner,
Europhys. Lett. 78, 18002 (2007).

Objetivos específicos de investigadores en ABM

- Entendimiento empírico:

¿Por qué han evolucionado y persistido ciertas regularidades a grandes escalas? ¿incluso cuando hay muy poco control? Ej: tasas de nacimiento/muerte, sincronización de aplausos, normas sociales, ..

Dado un tipo de regularidad global, ¿puede ser generada usando un tipo particular de agentes que interactúan repetidamente?

- Entendimiento normativo:

¿Como pueden usarse los ABMs para descubrir buenos diseños?

Evaluar si una propuesta de política social, institucional, etc, tendrá el resultado deseable (eficiente, justo, ordenado).

Ej: tránsito, sistemas de remates, reglas para votar, leyes estrictas, ..

- Eurístico:

¿Como puede lograrse un entendimiento mayor sobre los mecanismos causales fundamentales en los sistemas sociales?

Los efectos a grandes escalas de agentes interactuantes suelen ser sorprendentes porque las consecuencias totales de inclusive simples formas de interacción pueden ser difíciles de anticipar.

Ej: la segregación residencial puede emerger de las elecciones individuales aun cuando cada uno es bastante tolerante (Thomas Schelling).

- Avance metodológico:

Como brindarles a los investigadores de ABMs de métodos y herramientas para el estudio riguroso de los sistemas sociales a través de experimentos computacionales controlados. Ej: desarrollo de herramientas de programación y visualización.

- Aún una leve preferencia genera segregación total.
- Simples reglas de agentes pueden crear patrones globales complejos.
- Hito en el estudio de fenómenos emergentes basados en interacciones locales.
- Condujo al campo de los modelos basados en agentes.

Nota: similitud con “tipping point” de Morton Grodznis (1957)

Schelling

Granovetter

Alxelrod

- **Fenómenos emergentes:** segregación, intervención masiva, convergencia cultural.
- **Universalidad:** mecanismo de “tipping point”.