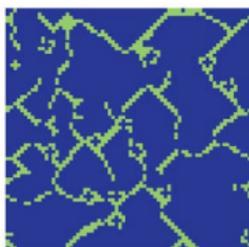
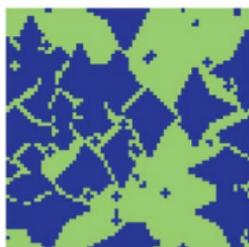
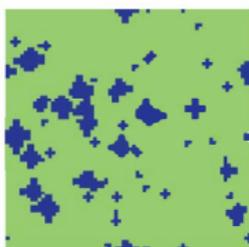
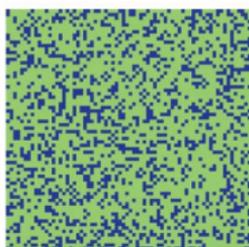


ECONOMÍA DE FRONTERAS ABIERTAS

Exploraciones en sistemas
sociales complejos



DANIEL HEYMANN
ROBERTO PERAZZO
MARTÍN ZIMMERMANN

teseo 

 Universidad de
San Andrés

Tabla de contenidos

1	Introducción	19
1.1	Estrategias de representación en economía	19
1.2	Más es diferente	25
1.2.1	Hechos fisicoquímicos	28
1.2.2	Hechos biológicos	29
1.2.3	Hechos sociales	30
1.3	Sistemas complejos	32
1.4	Contenido del trabajo	37
1.5	Trabajos relacionados	43
	Bibliografía	47
2	Modelos computacionales	55
2.1	Introducción	55
2.2	Autómatas celulares	56
2.2.1	Ejemplo de AC determinista y aleatorio	59
2.3	Dinámicas variadas y complejidad algorítmica	61
2.4	Algoritmos, procedimientos efectivos y computabilidad	65
2.4.1	Máquinas de Turing	67
2.4.2	Computación universal	69
2.5	Modelos y aplicaciones de AC	71
2.5.1	El juego de la Vida de Conway	71
2.5.2	Modelo de condensación	73
2.5.3	El modelo de segregación de Schelling	78
2.5.4	Un mercado inmobiliario	85
2.5.5	Dilema del Prisionero en vecindarios	87
2.6	Conclusiones	94

Bibliografía	96
3 Modelos inspirados en la mecánica estadística	99
3.1 Algunas cuestiones generales	100
3.2 Entropía, desorden e información	105
3.3 Principio de máxima entropía	110
3.3.1 Distribuciones compatibles con una restricción o vínculo	112
3.3.2 Loterías bilaterales y la distribución de Gibbs	115
3.3.3 Intercambios bilaterales entre muchos jugadores	122
3.4 La hipótesis ergódica	126
3.5 Métodos de Monte Carlo	128
3.5.1 Muestreo de una distribución $P(x)$	129
3.5.2 Algoritmo de Metropolis	131
3.5.3 Dinámica de Glauber o muestreo de Gibbs	131
3.5.4 Recocido simulado	132
3.5.5 El problema del “viajante de comercio”	135
3.6 El modelo de Ising	141
3.6.1 Transiciones en el modelo de Ising	143
3.6.2 Ejemplo numérico del modelo de Ising	146
Bibliografía	151
4 Leyes de potencias	155
4.1 Sobre el origen de las leyes de potencia	157
4.1.1 Combinación de exponenciales	157
4.1.2 Maximización de la entropía	160
4.2 Algunas propiedades	161
4.3 ●urrencia de las leyes de potencias	163
4.4 Distribución de tamaños y crecimientos de firmas	165
4.5 Mercados y paseos al azar	168
4.5.1 Distribuciones estables	169
4.5.2 Vuelos de Levy	172
4.6 Fenómenos críticos	175
4.6.1 Percolación en una grilla bidimensional	177
4.6.2 Resultados numéricos para el modelo de condensación	180

4.7	Criticalidad autoorganizada	184
	Bibliografía	192
5	Redes complejas, epidemias y contagios	197
5.1	Introducción	197
5.2	Definiciones generales	200
5.3	Redes aleatorias, mundos pequeños y redes libres de escala	206
5.3.1	Redes aleatorias y transición a la componente gigante	206
5.3.2	Mundos pequeños	214
5.3.3	Redes libres de escala: conexión preferencial	217
5.3.4	Robustez y vulnerabilidad	220
5.4	Modelos de contagio en redes sociales y biológicas	221
5.4.1	Contagios y epidemias	223
5.4.2	SIS y el umbral crítico de infección	224
5.4.3	Un ejemplo numérico	226
5.4.4	SIS con recableado: redes adaptativas	228
5.4.5	SIS en redes libres de escala: virus informático	230
5.4.6	Modelos de umbrales locales: modas y revoluciones	231
	Bibliografía	238
6	Aprendizaje	241
6.1	Introducción	241
6.2	Aprendizaje adaptativo en modelos económicos	244
6.3	Redes neuronales amorfas	250
6.3.1	Neurona de McCulloch y Pitts	252
6.3.2	Neurona de Hopfield: memoria asociativa	252
6.3.3	Ejemplo: recuperación de una imagen	258
6.3.4	Capacidad de una red neuronal de Hopfield: catástrofe de la confusión	260
6.4	Redes neuronales en capas	265
6.4.1	Ejemplo: predicción en tiempo real de precios	269
6.4.2	Ejemplo: una red neuronal para tanteo de precios	270
	Bibliografía	276

7 Evolución y adaptación	279
7.1 Cambio y adaptación	281
7.2 Agentes complejos adaptativos	285
7.3 Algoritmos genéticos	286
7.3.1 Implementación computacional	290
7.3.2 Ejemplo I: aplicación al “problema de la partición”	292
7.3.3 Ejemplo II: optimización de un portafolio de inversiones	294
7.4 Modelos poblacionales: los individuos y el medio	297
7.4.1 Ejemplo poblacional (I): juego de la minoría	299
7.4.2 Ejemplo poblacional (II): el modelo del bar “El Farol”	303
7.4.3 Variante del BAM: un modelo de contagio y posible pánico	312
7.4.4 Una aplicación bancaria	316
7.5 Coadaptación entre consumidores y una proveeduría	318
7.6 El diseño de agentes complejos adaptivos	323
7.7 Asociación y cooperación	326
7.7.1 Surgimiento de la cooperación: algunos elementos	326
7.7.2 Selección basada en la cooperación	329
7.8 Cooperación evolutiva y conformación de organismos complejos	332
Bibliografía	341
8 Un juego de mercado: simulaciones y experimentos	345
8.1 Introducción	346
8.2 Juego Bertrand-Edegeworth	347
8.2.1 Inexistencia de equilibrios de Nash con precios uniformes	349
8.3 Algunas heurísticas simples	351
8.3.1 Heurística basada en ventas	352
8.3.2 Heurística basada en el gradiente de beneficios	354
8.4 Experimentos	357
8.4.1 Patrones generales de comportamiento	359
8.5 Conclusiones	361
Bibliografía	362

9 Epilogo	365
Bibliografía	370
Índice	371

En ocasiones, la actividad de investigación llama a contemplar formas alternativas para enfocar y representar los hechos estudiados. Además de constituir un ejercicio intelectualmente estimulante, el diálogo interdisciplinario puede generar resultados relevantes si se evitan traslaciones mecánicas y se respetan las especificidades de cada campo. Este libro, surgido de los textos para un curso de posgrado en Economía en la Universidad de San Andrés, discute modos de análisis de temas sociales desde la perspectiva de los sistemas complejos, al tiempo que investiga puntos de contacto entre disciplinas sociales y naturales –en especial, entre economía y física.

Los modelos aquí estudiados pueden verse como especies de laboratorios de sistemas sociales artificiales, donde –un poco al modo de las animaciones visuales de juegos de rol– se observan mediante simulaciones computacionales las dinámicas resultantes de la interacción de conductas individuales, a su vez tratadas como algoritmos.

En el libro se enfatiza el uso activo de conceptos y herramientas, a partir de la experiencia acumulada en el desarrollo de modelos sobre temas específicos del campo socio-económico y en la enseñanza en la materia. El trabajo está concebido como una invitación a nuevas exploraciones.

