

JOSÉ LUIS ARROYO BARRIGÜETE

**EXTERNALIDADES DE RED
EN LA ECONOMÍA DIGITAL**

**Introducción a la modelización
de mercados de redes mediante
la teoría de sistemas dinámicos**

FUNDACIÓN RAFAEL DEL PINO

MARCIAL PONS, EDICIONES JURÍDICAS Y SOCIALES, S. A.
MADRID 2007 BARCELONA

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
PRESENTACIÓN	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
ESTRUCTURA DEL LIBRO	24
CAPÍTULO II	
EXTERNALIDADES DE RED: CONCEPTOS BÁSICOS	
1. INTRODUCCIÓN	27
2. REALIMENTACIÓN EN ECONOMÍA: CONCEPTOS GENERALES	28
3. QUÉ SON LAS EXTERNALIDADES DE RED	31
A) Consecuencias de la existencia de Externalidades de Red	32
4. TIPOS DE EXTERNALIDADES DE RED	37
5. CONCLUSIONES	40
CAPÍTULO III	
EXTERNALIDADES DE RED: CONCEPTOS AVANZADOS	
1. INTRODUCCIÓN	41
2. LA LEY DE METCALFE	42
3. LA CURVA DE DEMANDA DE UNA TECNOLOGÍA SUJETA A EFECTOS DE RED	45
A) El concepto de masa crítica de usuarios	48

	<u>Pág.</u>
4. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE UNA TECNOLOGÍA SUJETA A EFECTOS DE RED	49
5. FACTORES DETERMINANTES DEL ÉXITO DE UNA TECNOLOGÍA SUJETA A EFECTOS DE RED	51
A) Precio	51
B) Expectativas de éxito	52
C) Productos complementarios	55
D) Recapitulación: Factores clave para el éxito de una tecnología sujeta a Efectos de Red.....	56
6. ESTRATEGIAS EN MERCADOS SUJETOS A EFECTOS DE RED	57
A) Transición controlada.....	60
B) Apuesta por las prestaciones.....	61
C) Innovación controlada.....	61
D) Transición abierta	61
E) Discontinuidad.....	62
F) Innovación abierta.....	62
G) Selección de estrategias	62
7. EL PROBLEMA DE LA MODELIZACIÓN DE MERCADOS DE REDES	63
8. CONCLUSIONES.....	65

CAPÍTULO IV
INTRODUCCIÓN
A LOS SISTEMAS DINÁMICOS

1. INTRODUCCIÓN	67
2. SISTEMAS DINÁMICOS: CONCEPTOS GENERALES	68
3. ATRACTORES	71
4. SISTEMAS CAÓTICOS	75
5. MÉTODOS DE RESOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS	80
A) El Método de la Serie de Taylor.....	81
B) El Método de Euler.....	82
C) Los métodos de Runge-Kutta	82
a) Runge-Kutta de segundo orden ($p = 2$)	83
b) Runge-Kutta de cuarto orden ($p = 4$)	83
D) Otros métodos.....	84
6. CONCLUSIONES.....	85

CAPÍTULO V

MODELOS UNIDIMENSIONALES (DIFUSIÓN)

1. INTRODUCCIÓN.....	87
2. MODELOS DE DIFUSIÓN DE TIPO SIGMOIDAL: ELEMENTOS BÁSICOS.....	89
3. MODELOS DE DIFUSIÓN DE TIPO SIGMOIDAL: UNA REVISIÓN TEÓRICA.....	92
A) Modelo Gompertz.....	93
B) Modelo Gaussiano.....	96
C) Modelo Log-Normal.....	97
CH) Modelo Weibull.....	97
D) Modelo Log-Recíproco.....	98
E) Modelo Gamma.....	99
F) Modelo Beta.....	100
G) Modelo de Singh y Maddala.....	100
H) Modelo Adaptativo Polinómico.....	101
I) Modelo Logístico Básico.....	101
J) Modelo Logístico Local.....	103
K) Modelo Logístico de Chow.....	104
L) Modelo de Paloheimo y Dickie.....	105
M) Modelo de Bass.....	105
N) Modelo de Bass con deserciones.....	108
Ñ) Modelo de Bass con tres etapas.....	109
O) Modelo de Bass con efectos publicitarios.....	109
P) Modelo de Floyd.....	111
Q) Modelo de Sharif y Kabir.....	111
R) Modelo Stanford.....	112
S) Modelo de Jeuland.....	112
T) Modelo FLOG.....	113
U) Modelo NUI.....	114
V) Modelo NSRL.....	115
W) Modelo de Bertalanffy.....	115
X) Modelo de Birch.....	116
Y) Modelo de Michaelis-Mentel Generalizado.....	117
Z) Otros modelos.....	117
a) Modelo KKKI.....	117
b) Modelo de Harvey.....	118
c) Modelo de Nicholson.....	118
d) Modelo de De Cesare y Di Liddo.....	120
4. CLASIFICACIÓN Y SÍNTESIS DE MODELOS DE DIFUSIÓN ...	122
5. EXTENSIONES DE LOS MODELOS DE DIFUSIÓN.....	131
6. CONCLUSIONES.....	131

CAPÍTULO VI
MODELOS MULTIDIMENSIONALES
(COMPETENCIA)

1.	INTRODUCCIÓN	133
2.	MODELOS DE PREDADOR-PRESA	136
	A) Modelo Lotka-Volterra depredador-presa sin competencia intraespecífica	136
	B) Modelo Lotka-Volterra depredador-presa con competencia intraespecífica	138
	C) Modelos depredador-presa avanzados.....	139
3.	MODELOS DE COMPETENCIA INTERESPECÍFICA.....	140
	A) Modelo Lotka-Volterra de competencia interespecífica.....	140
	B) Modelo de Mahajan y Peterson	146
	C) Modelo de Altinkemer <i>et al.</i>	146
4.	MODELOS DE MUTUALISMO.....	147
	A) Lotka-Volterra de simbiosis sin competencia intraespecífica ...	148
	B) Lotka-Volterra de simbiosis con competencia intraespecífica ...	148
	C) Otros modelos.....	149
5.	MODELOS DE INFECCIÓN	150
	A) El modelo SI con transmisión dependiente de la densidad.....	150
	B) El modelo SIR	151
	C) El modelo SIR con transmisión dependiente de la densidad.....	153
	D) El modelo dependiente de la edad.....	153
6.	OTROS MODELOS.....	154
7.	CONCLUSIONES.....	155

CAPÍTULO VII
ALGUNOS EJEMPLOS

1.	INTRODUCCIÓN	157
2.	MODELO BASE.....	158
	A) Generalización del modelo Gompertz.....	158
	B) Generalización del modelo logístico: ecuaciones de Lotka-Volterra.....	162
3.	EJEMPLO 1: ALGUNAS MEJORAS AL MODELO DE LOTKA-VOLTERRA	163
	A) Incorporación de los efectos de la congestión.....	166
	B) Evolución sigmoideal	167
	C) Tendencia a la adopción de un único estándar	169
	D) Sensibilidad a las condiciones iniciales.....	170
	E) Efectos de la congestión	172
	F) Conclusiones del modelo.....	174

	<u>Pág.</u>
4. EJEMPLO 2: EFECTO DE LOS PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS	174
A) Característica 1	176
B) Característica 2	177
C) Característica 3	178
D) Característica 4	180
E) Conclusiones del modelo	181
5. CONCLUSIONES.....	182

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

1. IMPLICACIONES ACADÉMICAS Y DIRECTIVAS	184
A) Implicaciones directivas.....	184
B) Implicaciones académicas.....	184
2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	185
A) Marco teórico.....	185
B) Desarrollo de modelos explicativos/predictivos.....	186

BIBLIOGRAFÍA	187
---------------------------	-----

ANEXOS	209
---------------------	-----

ANEXO 1

TRABAJANDO CON «R»

1. UTILIZANDO LOS MODELOS DE DIFUSIÓN EN LA PRÁCTICA	210
--	-----

ANEXO 2

ALGUNOS EJEMPLOS

1. MENSAJERÍA INSTANTÁNEA	217
2. SISTEMAS OPERATIVOS.....	218
A) Windows y Linux.....	219
3. TECNOLOGÍAS DE VÍDEO.....	220
A) Betamax vs. VHS.....	220
4. EL FAX	222

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1: Esquema del libro	25
Figura 2.1: Esquema de un Sistema con Realimentación Negativa.....	28
Figura 2.2: Esquema de un Sistema con Realimentación Positiva.....	30
Figura 2.3: Sistema con feedforward y feedforward con feedback.....	31
Figura 2.4: Realimentación positiva en los mercados de redes.....	34
Figura 2.5: Home de neurona.com	38
Figura 2.6: Home de linkedin.com	38
Figura 3.1: Curva de demanda de una tecnología sujeta a Efectos de Red	45
Figura 3.2: Construcción de la curva de demanda de una tecnología sujeta a Efectos de Red	46
Figura 3.3: Diferentes curvas de demanda de una tecnología sujeta a Efectos de Red	48
Figura 3.4: Masa crítica de usuarios	49
Figura 3.5: Difusión de una tecnología sujeta a Realimentación Positiva	50
Figura 3.6: Interdependencia entre fabricantes y proveedores de productos complementarios.....	56
Figura 3.7: Factores clave del éxito de una tecnología sujeta a Efectos de Red.....	56
Figura 3.8: Estrategias en mercados con Efectos de Red.....	57
Figura 3.9: Proceso de selección de estrategias	63
Figura 3.10: Estrategias en mercados con Efectos de Red: Dificultad Vs Beneficios potenciales.....	64
Figura 4.1: Ejemplo de punto fijo	72
Figura 4.2: Ejemplo de atractor periódico.....	72
Figura 4.3: Atractor Cuasi Periódico o Toro	73
Figura 4.4: Atractor extraño de Rössler.....	75

	Pág.
Figura 4.5: Sensibilidad a las condiciones iniciales en sistemas caóticos	76
Figura 4.6: Comportamiento de la ecuación de Mackey-Glass para distintos valores de uno de sus parámetros.....	79
Figura 5.1: Categorías de adoptantes para un proceso de difusión de tipo sigmoidal según Rogers (1962: 162).....	90
Figura 5.2: Distribución de frecuencias no acumuladas para un proceso de difusión según el modelo de Bass	91
Figura 5.3: Modelo Gompertz Básico	95
Figura 5.4: Comportamiento de distintos modelos de difusión.....	99
Figura 5.5: Velocidad de difusión de las ecuaciones logística y Gompertz	103
Figura 5.6: Distintos comportamientos de la ecuación de Nicholson	120
Figura 5.7: Relaciones entre los modelos estudiados (I).....	126
Figura 5.8: Relaciones entre los modelos estudiados (II)	127
Figura 5.9: Unificación de los modelos estudiados (I).....	128
Figura 5.10: Unificación de los modelos estudiados (II)	129
Figura 5.11: Unificación de los modelos estudiados (III)	130
Figura 6.1: Diferentes tipos de relación entre estándares tecnológicos... ..	134
Figura 6.2: Comportamiento de la ecuación de Lotka-Volterra depredador-presa sin competencia intraespecífica ($a = 0.9$, $b = 0.1$, $c = 0.05$, $d = 0.6$).....	137
Figura 6.3: Formulaciones alternativas para la respuesta de los depredadores a cambios en la densidad de presas	139
Figura 6.4: Modelo Lotka-Volterra de competencia interespecífica: escenario 1	142
Figura 6.5: Modelo Lotka-Volterra de competencia interespecífica: escenario 2	143
Figura 6.6: Modelo Lotka-Volterra de competencia interespecífica: escenario 3	143
Figura 6.7: Modelo Lotka-Volterra de competencia interespecífica: escenario 4	144
Figura 6.8: Comportamiento del sistema Lotka-Volterra de competencia interespecífica para cierta combinación de parámetros y 3 tecnologías	145
Figura 6.9: Esquema de un proceso SI con transmisión dependiente de la densidad	150
Figura 6.10: Evolución de un sistema SIR.....	152
Figura 6.11: Proceso SIR con transmisión dependiente de la densidad... ..	153
Figura 7.1: Evolución sigmoidal del modelo de competencia tipo Gompertz (I)	160
Figura 7.2: Evolución sigmoidal del modelo de competencia tipo Gompertz (II).....	161
Figura 7.3: Evolución sigmoidal del modelo de competencia tipo Gompertz (III).....	161

	Pág.
Figura 7.4: Evolución sigmoideal del modelo de Lotka-Volterra	163
Figura 7.5: Proceso de sustitución de un estándar instalado según las ecuaciones de Lotka-Volterra modificadas.....	165
Figura 7.6: Evolución sigmoideal de las ecuaciones de Lotka-Volterra modificadas incorporando la Ley de Metcalfe Modificada.....	168
Figura 7.7: Equilibrio final del modelo para distintos valores de sus coeficientes r_i	169
Figura 7.8: Equilibrio final del modelo para distintos valores de los coeficientes r_i partiendo de condiciones iniciales diferentes: planteamiento teórico	170
Figura 7.9: Equilibrio final del modelo para distintos valores de los coeficientes r_i partiendo de condiciones iniciales diferentes: predicción del modelo.....	171
Figura 7.10: Comparación del modelo de Lotka-Volterra modificado y el modelo propuesto	173
Figura 7.11: Evolución temporal del modelo para diferentes puntos de inicio de las externalidades de congestión	173
Figura 7.12: Evolución temporal de un estándar sujeto a efectos de red (condiciones 1a y 1b).....	176
Figura 7.13: Equilibrio final del modelo para distintos valores de sus coeficientes EP (condición 2a).....	177
Figura 7.14: Equilibrio final del modelo para distintos valores de sus coeficientes (condiciones 2b a 2e)	179
Figura 7.15: Equilibrio final del modelo para distintos valores de los coeficientes EP partiendo de condiciones iniciales diferentes (condición 3).....	180
Figura 7.16: Equilibrio final del modelo para distintos valores de los coeficientes EP en el caso de productos complementarios diferentes (condición 4a)	181
Figura ANEXO 1. 1: Home de r-project	209
Figura ANEXO 2. 1: Reproductores de vídeo del formato Betamax y VHS.....	221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Síntesis de modelos de difusión estudiados (I)	122
Tabla ANEXO 1. 1: Evolución del número de Host de Internet	211
Tabla ANEXO 1. 2: Contraste de hipótesis para el modelo Bass	213
Tabla ANEXO 1. 3: Comparación de los diferentes modelos según el ER.	214

PRESENTACIÓN

La globalización de las modernas economías de mercado ha alterado de forma significativa las conductas empresariales y ha fomentado la utilización de las nuevas tecnologías. La competencia ha alcanzado una nueva dimensión y los mercados relevantes han ampliado su dimensión territorial. El mundo económico es más grande pero las distancias tienen una dimensión temporal menor. En este nuevo marco, las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) revisten una importancia especial pues, al reducir de forma significativa el coste de obtención de la información y, en consecuencia, el coste de los procesos productivos, inciden directa o indirectamente en la competitividad empresarial. Poco a poco, las TIC van adquiriendo la característica de bienes básicos, tal como los definió P. SRAFFA.

Con este marco conceptual como referencia, José Luis ARROYO ha abordado un tema tan complejo como las Externalidades de Red. Es sabido que la existencia de redes ha tenido un impacto directo sobre el concepto de posición de dominio y su eventual abuso pues, con independencia de los beneficios que las redes compartidas por una gran proporción de usuarios puedan tener sobre los usuarios de las mismas, el eventual dominio de una red o de algunas redes con frecuencia es transitorio ya que resulta permanentemente amenazado por la posible irrupción en el mercado de una nueva red que pueda dejar sin opciones competitivas a los incumbentes menos eficientes.

El estudio de estas cuestiones no es sencillo y requiere conocimientos robustos y diversos. El autor las ha abordado con energía y con un sólido andamiaje teórico, alejándose de la tradición, tan cómoda pero, también, tan poco creativa. Los instrumentos habituales no han sido sufi-

cientes. Ha sido necesario aventurarse por los complejos vericuetos de las ciencias (la biología matemática, por ejemplo) para encontrar nuevos instrumentos de análisis que permitan adentrarse por el laberinto teórico de los Sistemas Dinámicos.

Al final, toda la estructura construida en las diversas secciones del libro permite abordar la apasionante cuestión de las interacciones competitivas y cooperativas, preludio de una modelización rica en matices y prometedora como referencia de un modo moderno de entender la actividad empresarial en un mundo nuevo. Como complemento necesario, la investigación discurre acompañada de una auténtica enciclopedia de referencias teóricas y modelos.

Todo ello hace que el trabajo realizado sea un claro ejemplo del tipo de investigación que debe realizarse en nuestras universidades: elegir un tema de actualidad y llevar a cabo una investigación valiente con aportaciones significativas.

Algo todavía escaso, que justifica la colaboración de la **Fundación Rafael del Pino** con el trabajo de José Luis ARROYO y pone de manifiesto que el camino iniciado por el investigador debe proseguir en busca de nuevos resultados.

Amadeo PETITBÒ
Director de la Fundación Rafael del Pino

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años el desarrollo de las denominadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) están alterando de forma significativa el modo de funcionamiento de algunas empresas y sectores (LÓPEZ SÁNCHEZ y SANDULLI, 2001), no sólo reduciendo de forma significativa el tiempo y coste de procesamiento de todo tipo de información sino también modificando el modo en que empresas y mercados gestionan el flujo de bienes y servicios a través de sus cadenas de valor (MALONE *et al.*, 1987; PORTER y MILLAR, 1986). Aunque las teorías y conceptos desarrollados en el ámbito de la Economía tradicional siguen siendo válidos, el cambio tecnológico hace necesarias una serie de matizaciones y nuevos desarrollos que permitan explicar el funcionamiento de las empresas en la Economía Digital.

Como indica el título de este libro, el principal objetivo que se persigue es analizar una de las características que más interés ha despertado en este nuevo contexto económico: las Externalidades de Red. Estos efectos, que pueden definirse como el incremento de utilidad que obtiene un usuario del consumo de un producto a medida que aumenta el número de usuarios que consumen ese mismo producto (KATZ y SHAPIRO, 1985), introducen una dinámica en el mercado que hace que el precio que los usuarios están dispuestos a pagar esté en parte determinado por el tamaño de la red a la que pertenece el producto (BRYNJOLFSSON y KEMERER, 1996). No se trata de un fenómeno novedoso en Economía, puesto que aparece en determinadas redes físicas como el ferrocarril o el teléfono, pero su presencia en los mercados electrónicos es tan frecuente que ha suscitado un renovado interés entre la comunidad académica.

De hecho, como señalan algunos autores (por ejemplo MCGEE y SAMMUT, 2002; AMIT y ZOTT, 2001; SHAPIRO y VARIAN, 1999a; BESEN y FARELL, 1994) una de las características esenciales de la Economía Digital son los Efectos de Red. SHAPIRO y VARIAN (1999a: 165) llegan incluso a afirmar que «Hay una diferencia fundamental entre la “nueva” y la “antigua” economía: la vieja economía industrial estaba impulsada por las economías de escala; la nueva economía de la información está impulsada por la economía de las redes».

En línea con lo anterior, MCGAHAN y MITCHELL (2002) plantean que en la investigación en Dirección Estratégica, existen una serie de conceptos de gran relevancia¹ que «no encajan fácilmente con ninguno de los marcos conceptuales existentes, pero presentan el potencial de crear vínculos entre teorías existentes y desarrollar otras nuevas. Aunque muchas de estas ideas se apoyan en otras disciplinas, sólo la Dirección Estratégica tiene el potencial de integrar las diferentes aportaciones». Estos autores identifican las Externalidades de Red como uno de estos conceptos. De esta afirmación pueden extraerse tres conclusiones de gran relevancia:

1. El estudio de las Externalidades de Red resulta crítico en la investigación actual en Dirección de Empresas.
2. Ningún marco teórico encaja perfectamente con su estudio.
3. El estudio de las Externalidades de Red debe abordarse desde una óptica interdisciplinar. En este sentido merece la pena mencionar que este tema no sólo atrae la atención de investigadores del campo de la Economía, el Marketing y la Dirección de Empresas: físicos y matemáticos están cada vez más interesados en el análisis de los mercados de redes, como lo demuestra la aparición, cada vez más frecuente, de publicaciones sobre el tema en revistas de estas áreas (sirvan de ejemplo las publicaciones en *Physica A* de LÓPEZ *et al.*, 2003 y LÓPEZ y SANJUÁN, 2001).

Y sin embargo, pese a su considerable interés académico, determinados aspectos de las Externalidades de Red no han sido estudiados con suficiente detalle. Aunque se ha realizado una considerable cantidad de investigación teórica, el número de trabajos empíricos resulta mucho más limitado, debido principalmente a la escasez de datos, tal y como señalan numerosos investigadores (GOWRISANKARAN y STAVINS, 2004; STAVINS, 2003; KAUFFMAN *et al.*, 2000; BRYNJOLFSSON y KEMERER, 1996; SALONER y SHEPARD; 1995), y la mayoría de estos trabajos empíricos se han centrado en una única categoría de productos (SCHILLING, 2002;

¹ Que estos autores denominan *wild cards*.

WADE, 1995). Y adicionalmente, salvo notables excepciones, no se ha desarrollado demasiada investigación desde la óptica de la Dirección de Empresas.

Por tanto, desde el punto de vista académico, es necesario profundizar en el estudio de los mercados de redes. Un ejemplo tangible de la importancia de este tipo de investigación la encontramos en el *Net Institute* (www.netinst.org), dirigido por Nicholas ECONOMIDES del *Stern School of Business (New York University)*, que ofrece anualmente 15 becas para trabajos realizados en este campo.

Desde el punto de vista de la práctica profesional también resulta un tema de gran relevancia. Existen numerosos ejemplos históricos de procesos de difusión y competencia entre estándares tecnológicos sujetos a Efectos de Red, como por ejemplo la elección del ancho de vía para el ferrocarril, la batalla entre los estándares de teclados QWERTY y DVORAK, la difusión del Fax o la pugna entre el estándar VHS y el Betamax. En la actualidad vemos estos efectos, por ejemplo, en el mercado de los sistemas operativos para PCs, de las aplicaciones ofimáticas (como las hojas de cálculo), de las consolas de videojuegos o en los sistemas messenger de mensajería instantánea. También en los mensajes multimedia, *MMS*, y en la videollamada. Realmente la lista de productos que se ven afectados por la presencia de Externalidades de Red, ya sean directas, indirectas o de aprendizaje, es enorme.

Y su importancia es creciente debido a su extraordinaria presencia en la Economía Digital. El caso de Microsoft y sus demandas por monopolio es un buen ejemplo, pero a medio plazo la realidad empresarial se verá de nuevo convulsionada por este tipo de efectos. Un ejemplo, que ya aparece con frecuencia en la prensa económica, es la batalla entre los formatos de la próxima generación de DVDs: «HD DVD», impulsado por Toshiba, frente a la alternativa que impulsa Sony, «Blu-ray Disc». Mayor impacto aún tendrá la lucha por el control de los sistemas operativos para teléfonos móviles.

Por tanto el estudio de las Externalidades de Red no es algo con un interés puramente académico, sino que se trata de un aspecto clave para entender la realidad empresarial actual. Puede servir de ejemplo, de manera casi anecdótica, la campaña publicitaria lanzada por Movistar en los últimos meses de 2005. Dicha campaña, bajo el lema «como somos más, pagamos menos» pretende poner de manifiesto la existencia de Externalidades de Red directas en el mercado de la telefonía móvil. El hecho de que una compañía como Movistar articule su publicidad en torno a este concepto, es un claro indicador de su relevancia.

Como conclusión queda claro que, también desde el punto de vista de la práctica profesional, es de gran interés contar con modelos capaces de explicar y predecir la evolución de los mercados de redes.

ESTRUCTURA DEL LIBRO

Este libro está estructurado en dos partes diferentes, con un capítulo que sirve de puente entre ambas para aquellos lectores que no cuenten con una formación previa en la Teoría de Sistemas Dinámicos. En este sentido el libro es autocontenido, y no se requieren conocimientos específicos previos, aunque una buena formación matemática puede ayudar en la lectura de la segunda parte.

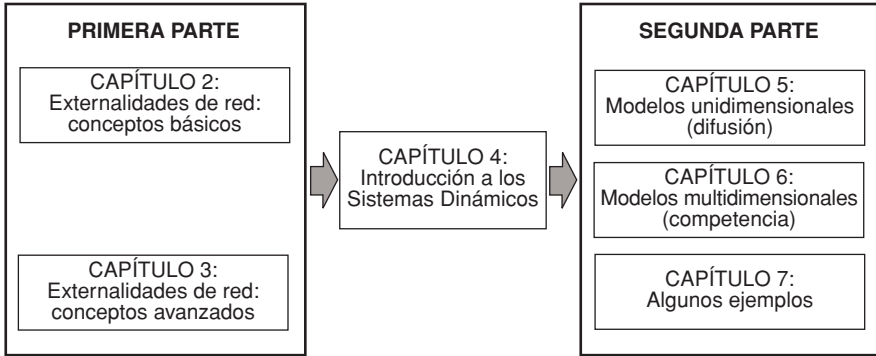
En la primera parte (capítulos II y III) se introducen los conceptos teóricos relacionados con los Efectos de Red, siendo el capítulo II una revisión de los conceptos elementales y el capítulo III una profundización en aspectos más técnicos. Aquellos lectores que sólo deseen una primera aproximación al tema, pueden decidir no continuar con la segunda parte del libro, obviando así todo lo concerniente a la modelización matemática de los mercados de redes. En estos dos capítulos encontrarán abundante bibliografía y un repaso a la mayoría de las ideas relevantes sobre este tipo de mercados.

El capítulo IV está destinado a introducir muy brevemente los principales conceptos de la Teoría de Sistemas Dinámicos. En él se lleva a cabo un somero repaso obviando los aspectos más técnicos, con la finalidad de que el lector que no esté familiarizado con dicha teoría encuentre en este capítulo la base necesaria para abordar la segunda parte del texto. Del mismo modo, aquellos lectores que conozcan los fundamentos de los Sistemas Dinámicos, pueden obviar este capítulo puente y pasar directamente a los siguientes.

En la última parte del libro se van planteando, en orden creciente de complejidad, diversos modelos aplicables al estudio de los mercados de redes:

- En el capítulo V se plantean modelos unidimensionales capaces de representar procesos de difusión de productos de red.
- En el capítulo VI se introducen interacciones competitivas y cooperativas, estudiando modelos multidimensionales procedentes de distintas áreas de conocimiento, que plantean algún elemento relevante de cara a la modelización de mercados de redes.
- Por último, en el capítulo VII se plantean algunos posibles modelos específicos para este tipo de mercados y se estudian sus propiedades más relevantes.

FIGURA 1.1
ESQUEMA DEL LIBRO



Fuente: Elaboración propia.