



## **Redes de Escala Libre y Sistemas Complejos Adaptables: Una Nueva Manera de Evaluar el Riesgo Sistémico**

**José N. Abbo**

EVP Estrategias Mercados de Capitales  
Miembro Comité de Inversión (Pacto Andino)  
Credit Suisse Asesoría (Panamá)

Panamá, Mayo 14 de 2010.

Antes de comenzar... saquen la calculadora...

$$\begin{aligned}
 \frac{Du}{Dt} &= -\frac{\partial \Pi}{\partial R} + v \left( 2\Omega + \frac{v}{R} \right) + \Omega^2 R \frac{\Delta \rho}{\rho_0} + \Delta^2(\nu, u) \\
 &\quad + \frac{1}{R} \frac{\partial(Ru)}{\partial R} \frac{\partial \nu}{\partial R} + \frac{\partial w}{\partial R} \frac{\partial \nu}{\partial z} - \frac{2}{R^2} \frac{\partial(\nu v)}{\partial \phi} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial(vR)}{\partial R} \frac{\partial \nu}{\partial \phi} \\
 \frac{Dv}{Dt} &= -\frac{1}{R} \frac{\partial \Pi}{\partial \phi} - u \left( 2\Omega + \frac{v}{R} \right) + \Delta^2(\nu, v) \\
 &\quad + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \phi} \frac{\partial \nu}{\partial R} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \nu}{\partial \phi} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \phi} \frac{\partial \nu}{\partial z} + \frac{2}{R^2} \frac{\partial(u\nu)}{\partial \phi} \\
 \frac{Dw}{Dt} &= -\frac{\partial \Pi}{\partial z} - \frac{g \Delta \rho}{\rho_0} + \tilde{\Delta}^2(\nu, w) \\
 &\quad + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial \nu}{\partial R} + \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial \nu}{\partial z} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial z} \frac{\partial \nu}{\partial \phi}
 \end{aligned}$$

## El objetivo de esta presentación

- Reevaluar la efectividad del concepto de diversificación según la MTP ante las complejidades del entorno globalizado de los mercados financieros
- Introducir el concepto de redes de escala libre y su representación en Sistemas Complejos Adaptables (SCA) como el sistema financiero global
- Considerar una alternativa en la mitigación y el monitoreo del riesgo sistémico ante la nueva realidad de una continua y compleja evolución de la red financiera global
- Sesión de discusión y preguntas

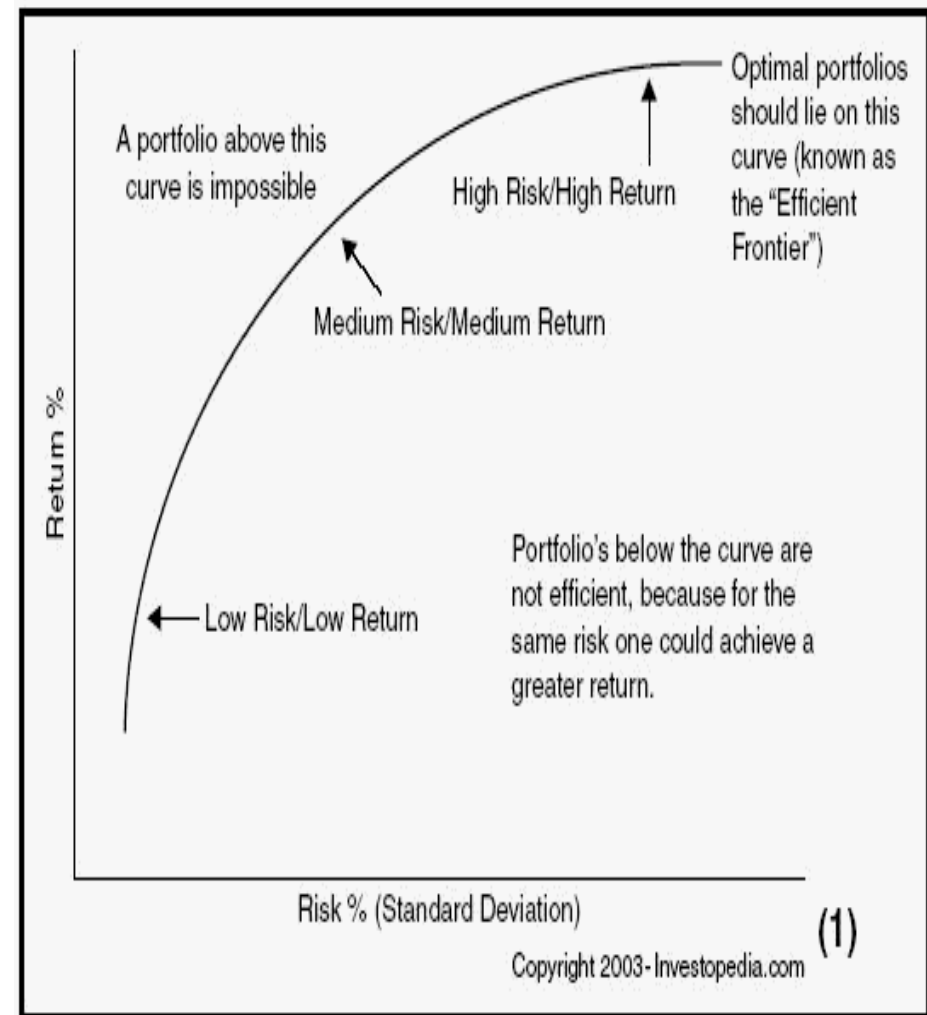


Revaluando el concepto de la  
diversificación según la MTP

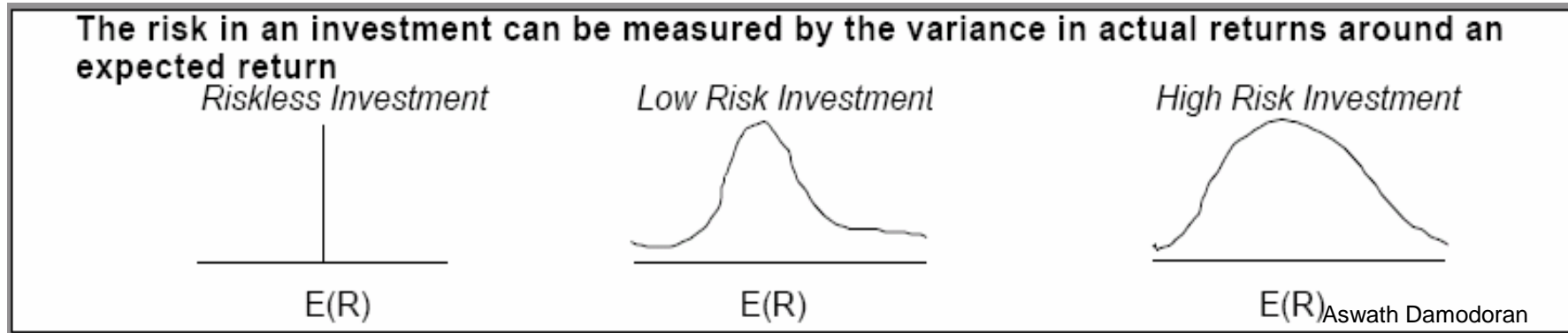


# La MTP presume que los mercados son eficientes y es posible la diversificación óptima ante el riesgo sistémico

- Riesgo Sistémico es aquel riesgo que no podemos diversificar
- Riesgo no-sistémico (específico), es aquel que de manera "eficiente" podemos diversificar
- La diversificación óptima se da cuando la cartera se mantiene sobre la "Frontera Eficiente"

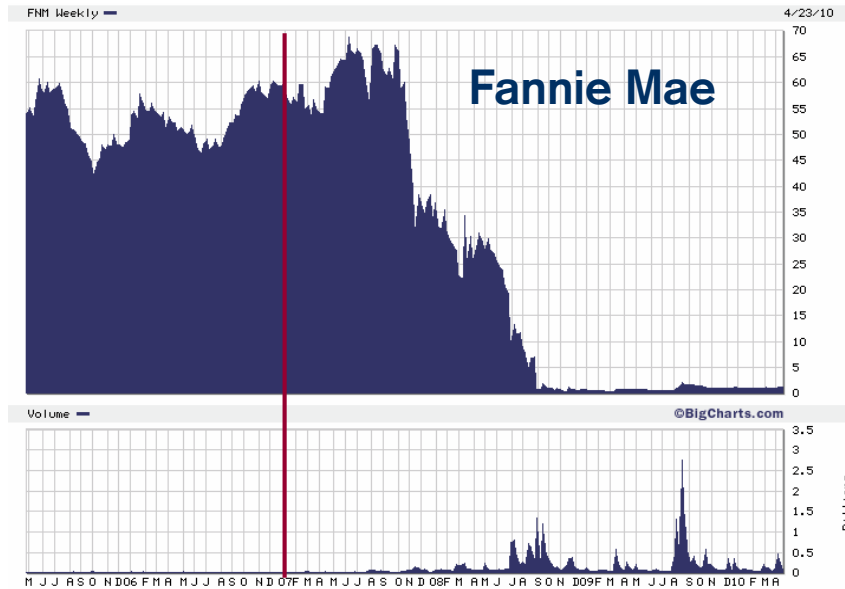


# Según la teoría aplicamos el concepto del Beta para evaluar la volatilidad relativa al mercado y la $E(r)$ adecuada

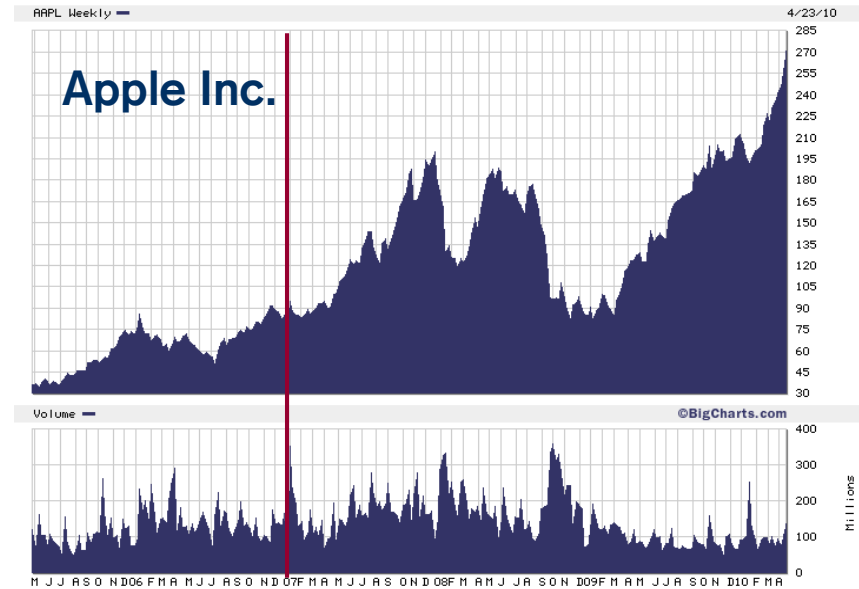


## Según la Moderna Teoría de Portafolio, FNM era la *inversión* más segura

Beta del 01/07/2000 al 04/13/2007: 0.62

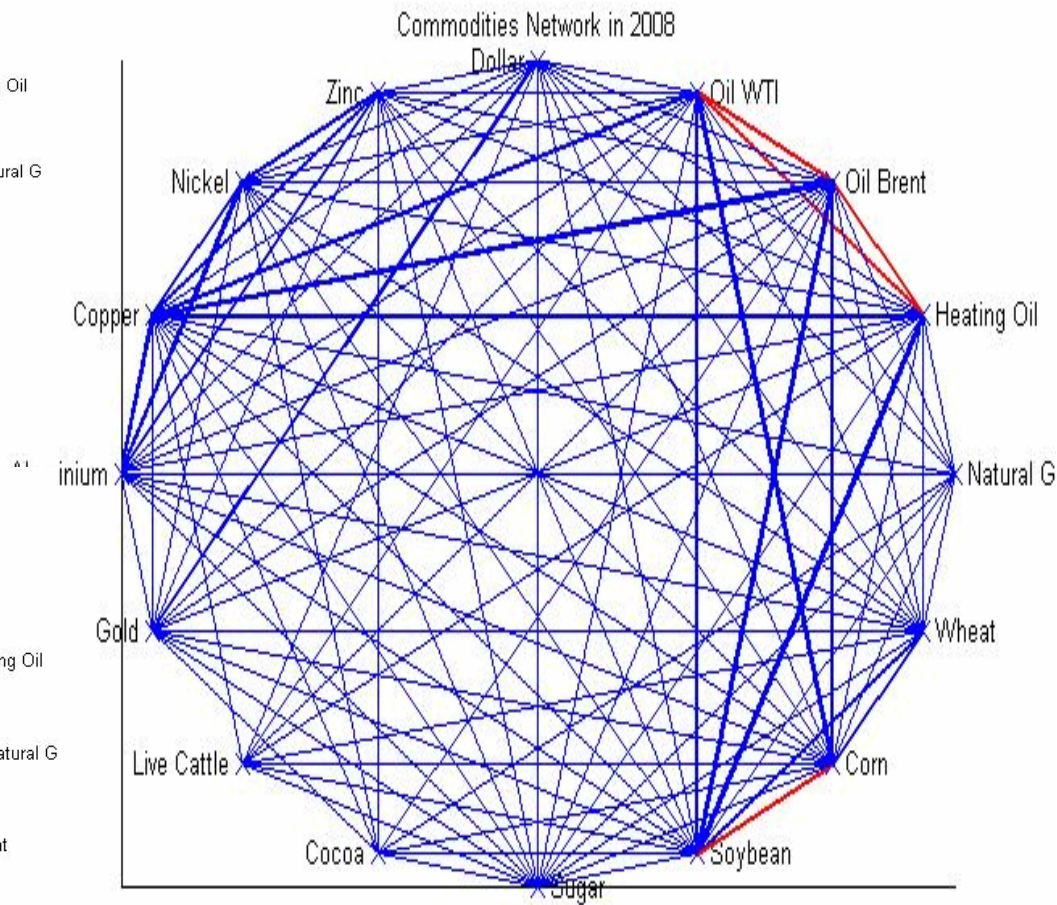
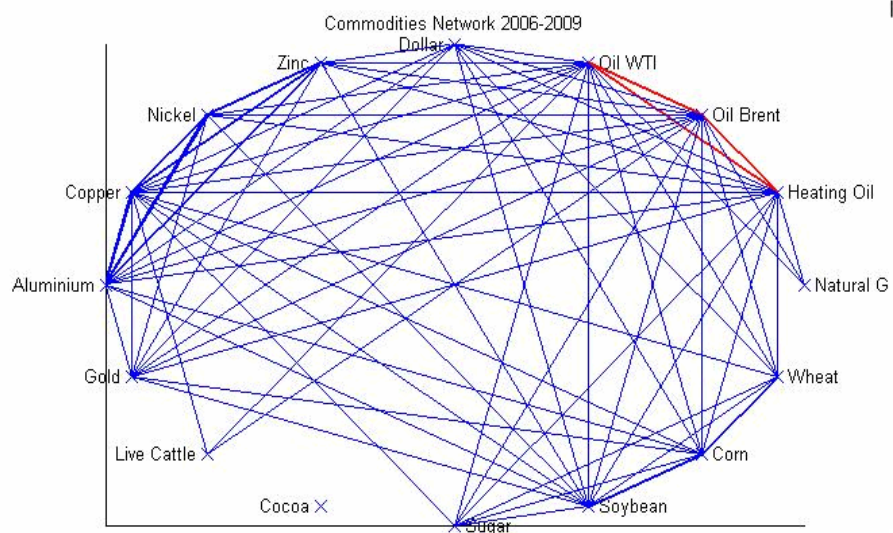
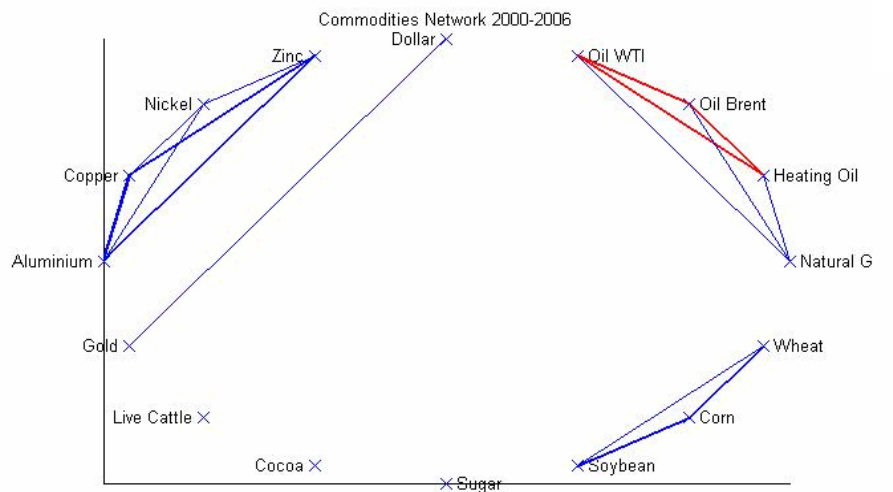


Beta del 01/07/2000 al 04/13/2007: 1.28





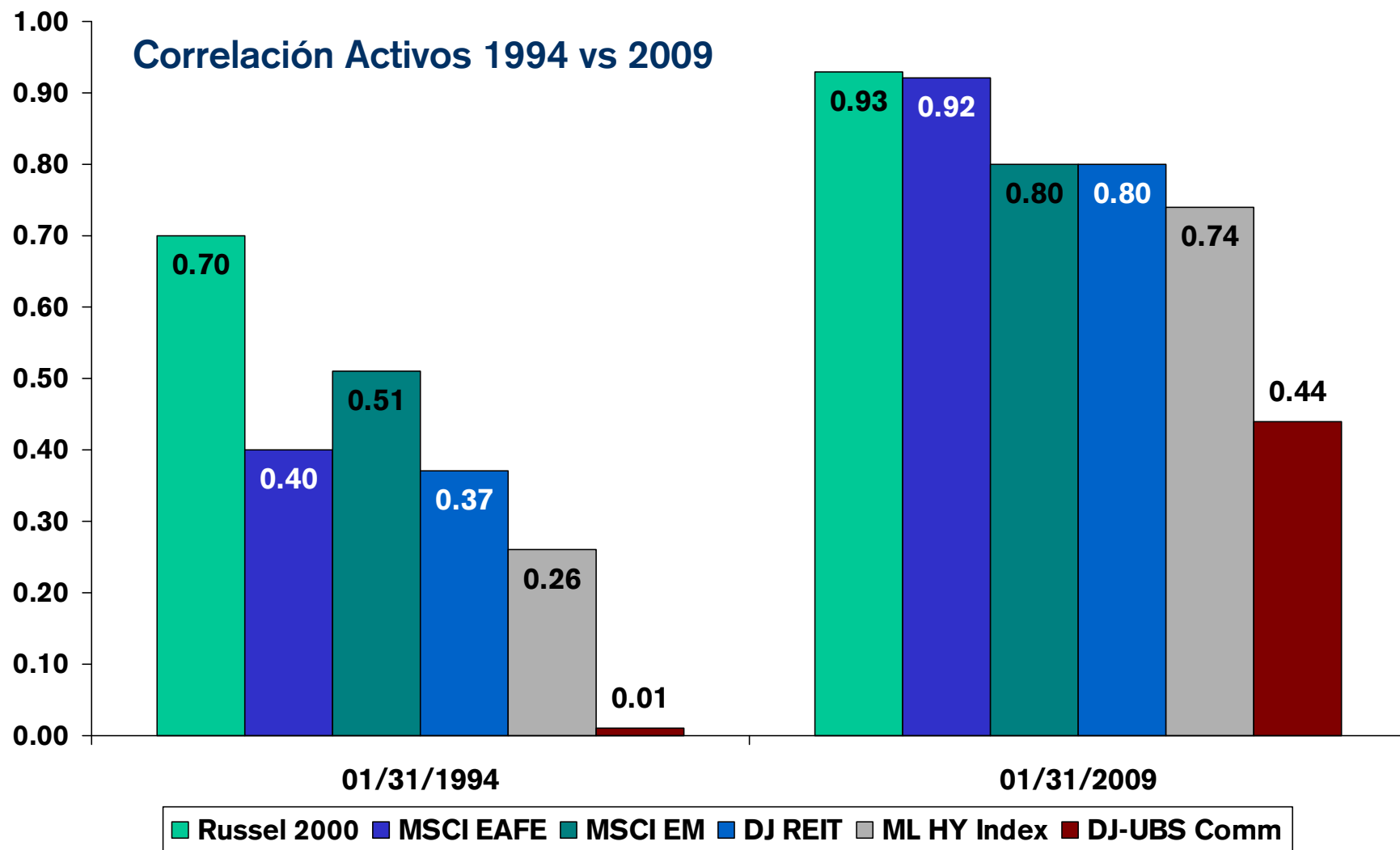
# ¿Cómo mitigamos este riesgo ante un entorno financiero global cada vez más correlacionado...



Fuente: [www.riskelia.com/blog/page/2/](http://www.riskelia.com/blog/page/2/)



# ...incluyendo activos de diversas clases?

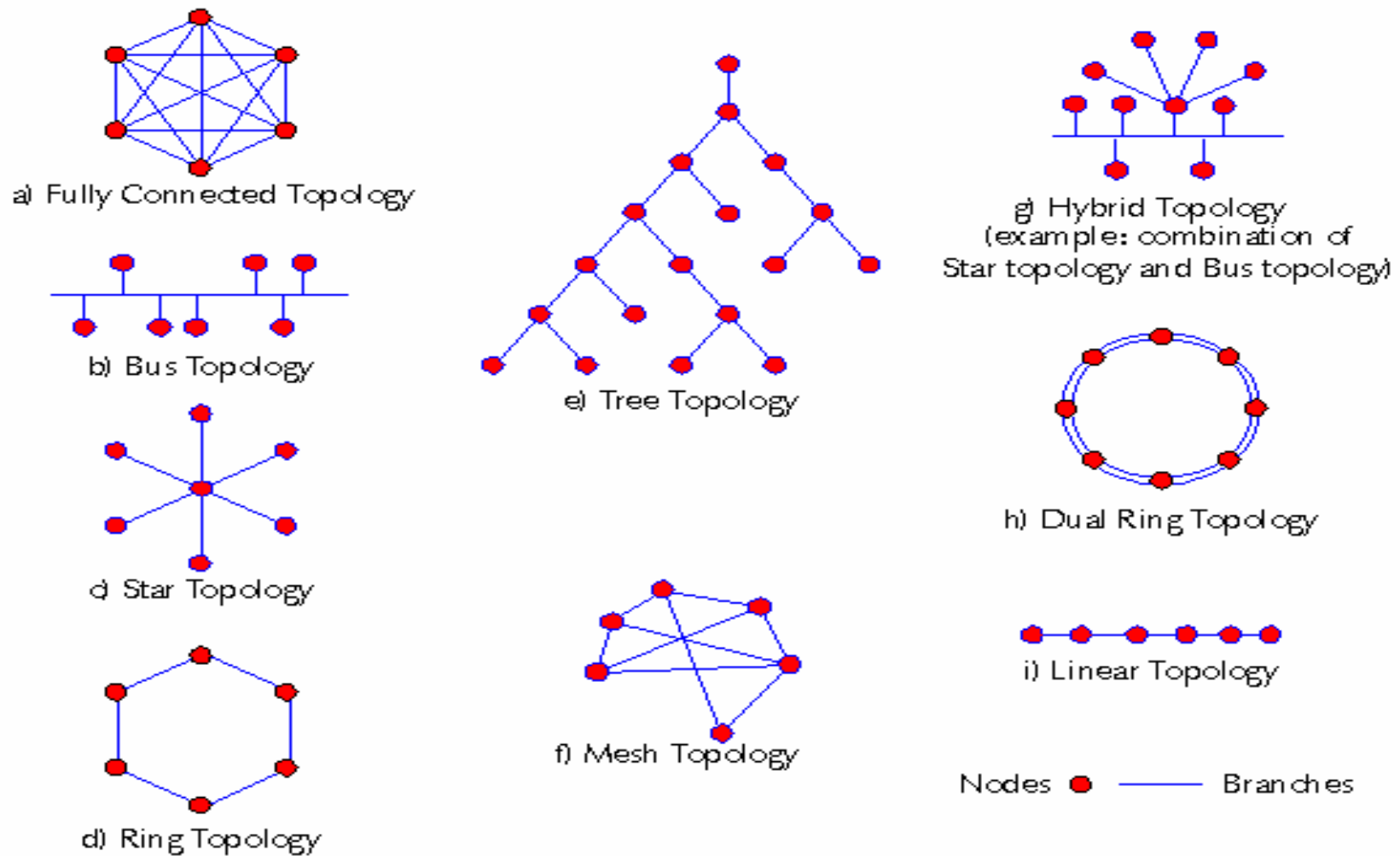


Fuente Datos: [www.wsj.com](http://www.wsj.com)

# Un vistazo a redes interconectadas y las topologías de escala libre



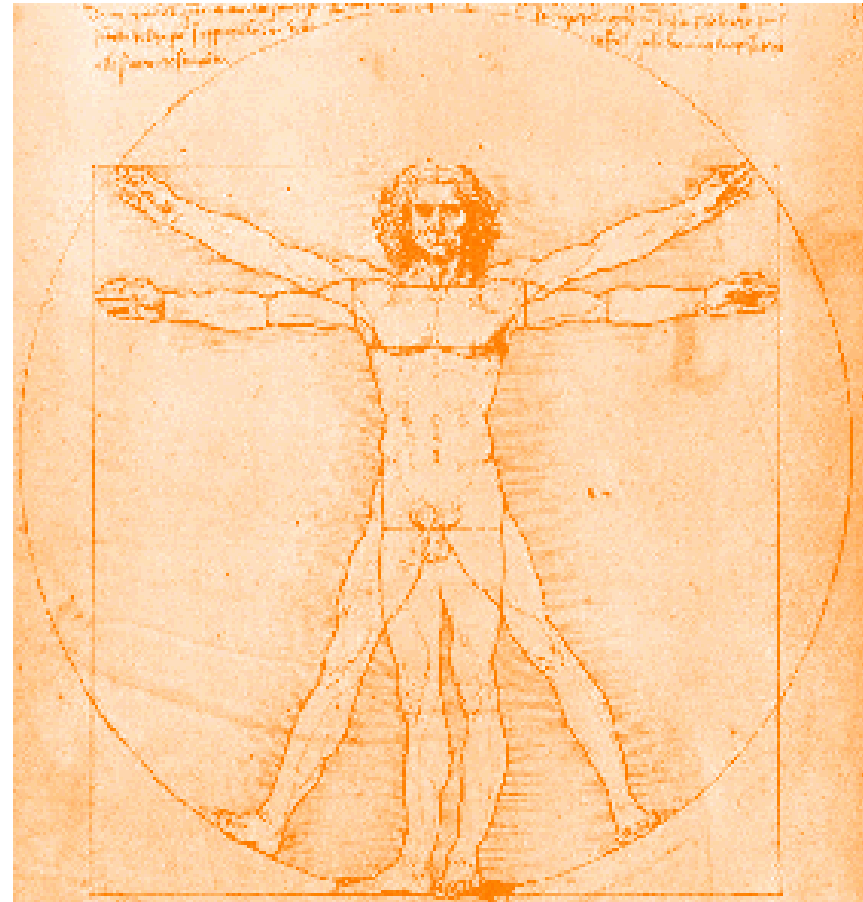
Una red es la interconexión de agentes/nodos que a través de canales se retroalimentan y comparten recursos



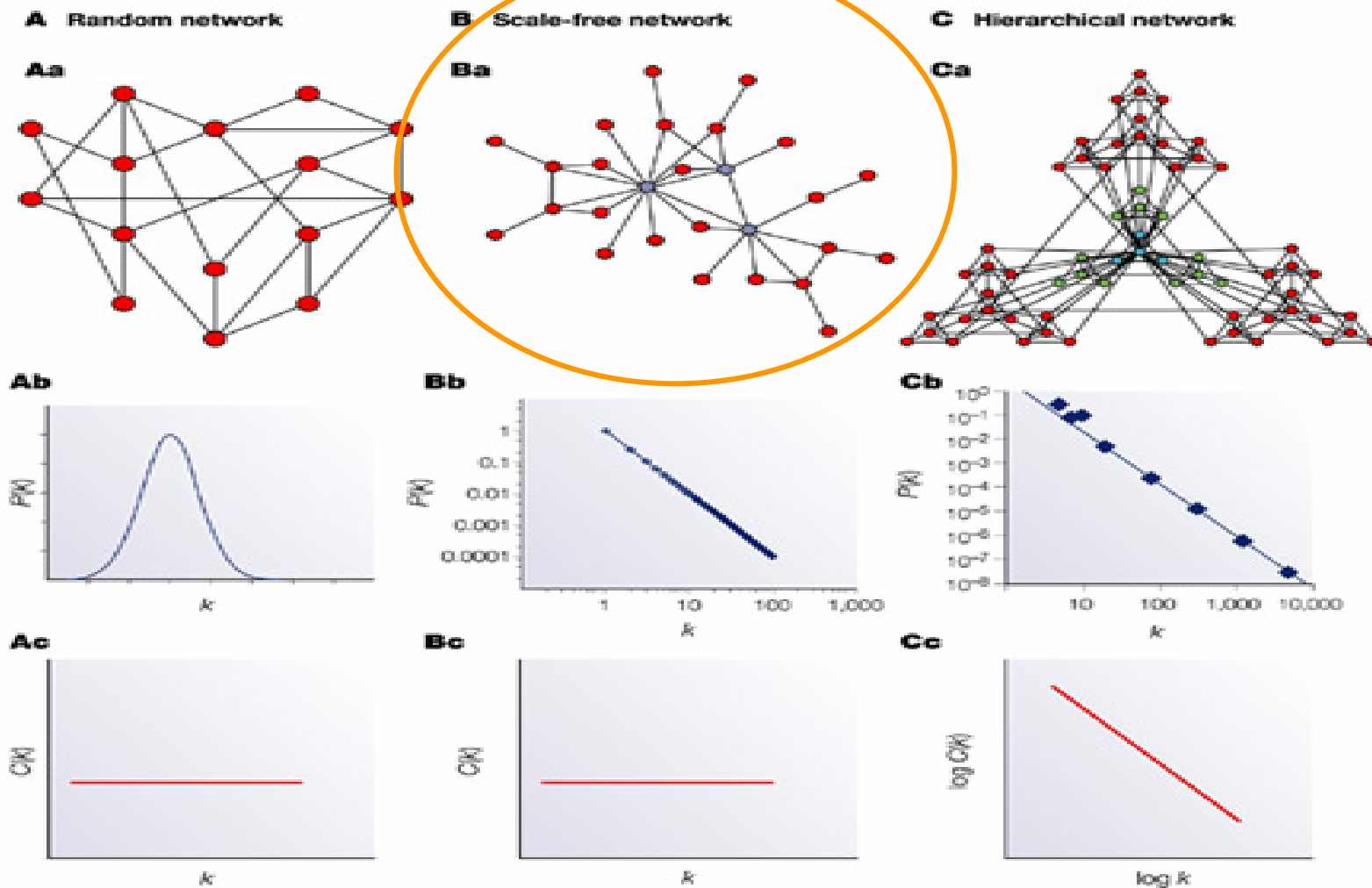
Fuente: [http://www.knowledgerush.com/wiki\\_image/6/6a/Nettopoc.png](http://www.knowledgerush.com/wiki_image/6/6a/Nettopoc.png)

# Observamos redes en sistemas sumamente complejos...

- El Cerebro
  - Red de células nerviosas interconectadas por interrelaciones bioquímicas
- Lenguaje
  - Red de pensamientos interconectados por interrelaciones sinápticas
- Sistema inmunológico
  - Red de células interconectadas por las interrelaciones de enzimas



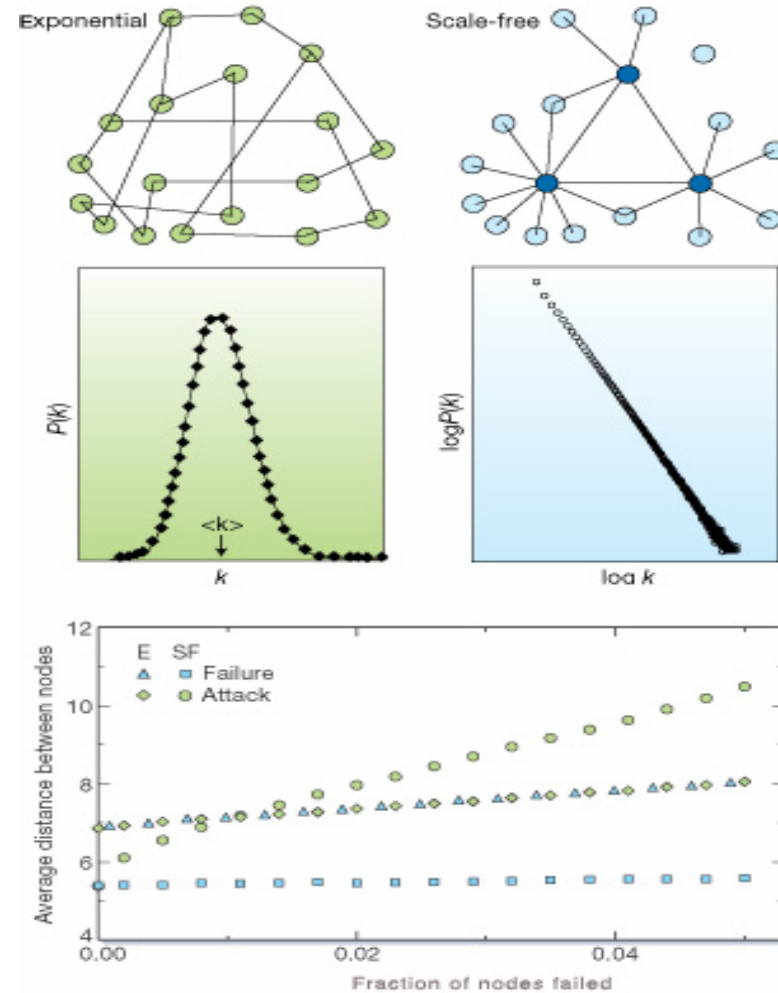
# De la interconexión de los nodos pueden surgir tres importantes topologías complejas a saber:



Fuente: Network biology: understanding the cell's functional organization, Alberto-László Barabási y Soltán N. Oltavi, Nature Magazine, Febrero 2004

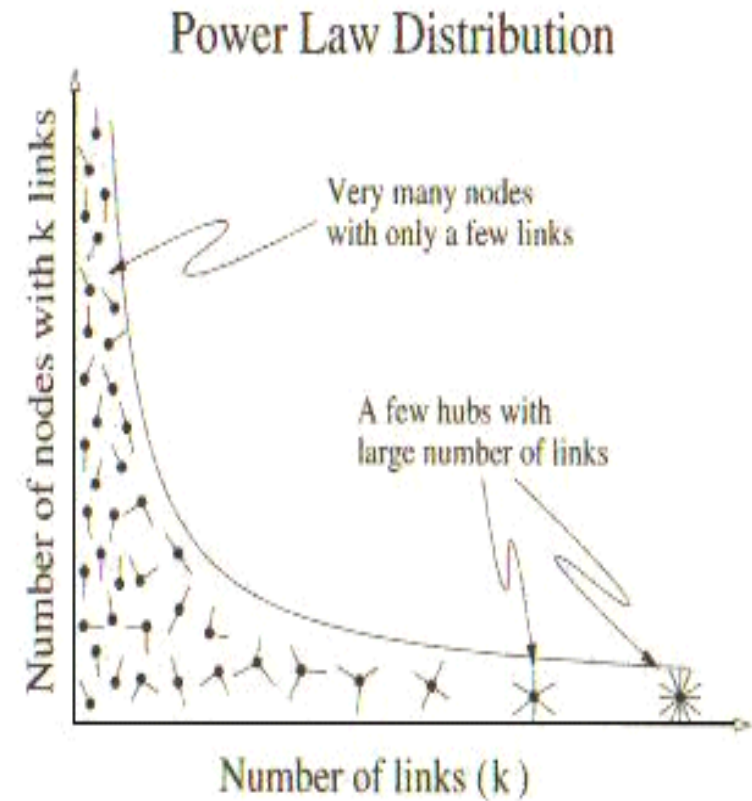
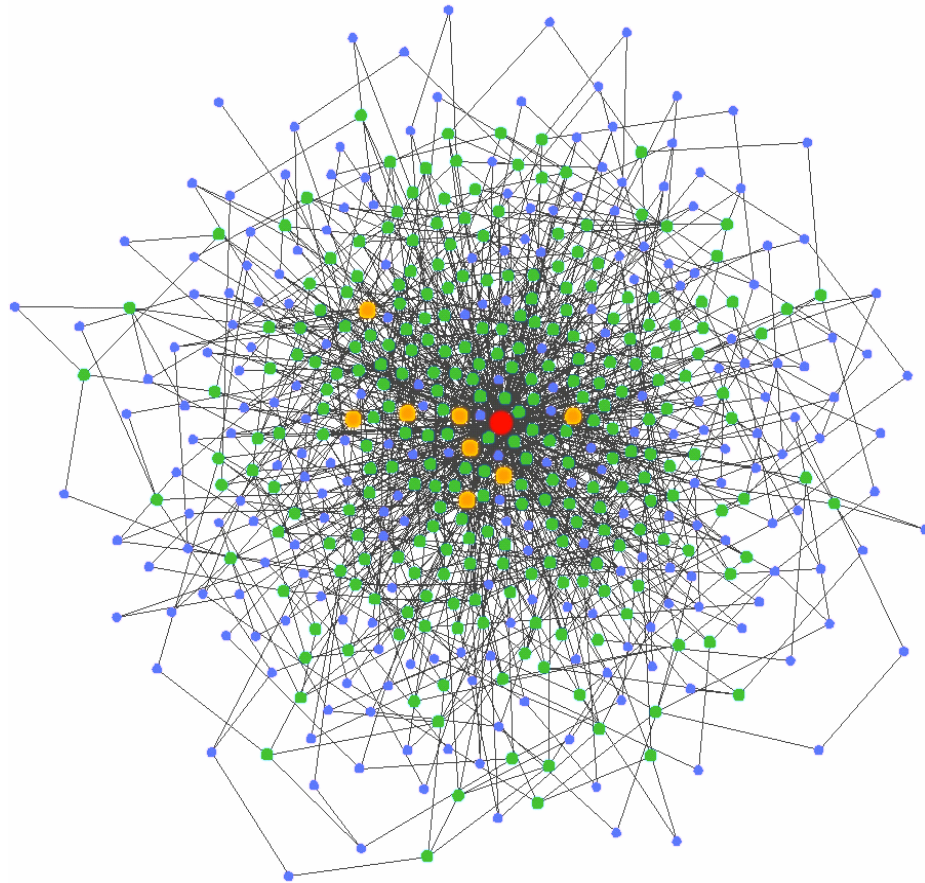
# Las redes de escala libre se caracterizan por nodos de "atracción preferencial" que funcionan como "hubs" ...

- Permiten tolerar interrupciones ante fallas en nodos aleatorios
- Generalmente se adaptan a dichas interrupciones de manera fluida
- No obstante dependen de la estabilidad de sus hubs
- Están expuestas al fenómeno de "demasiado grandes para caer"
- Permiten la evolución por medio de la "creación destructiva"



Fuente: The community of the self, Timothy G. Buchman  
Nature Magazine, Vol 420, Noviembre 2002

..éstas siguen la Ley de Distribución de Poder (80/20):  
unos cuantos *hubs* atraen la mayoría de los enlaces...

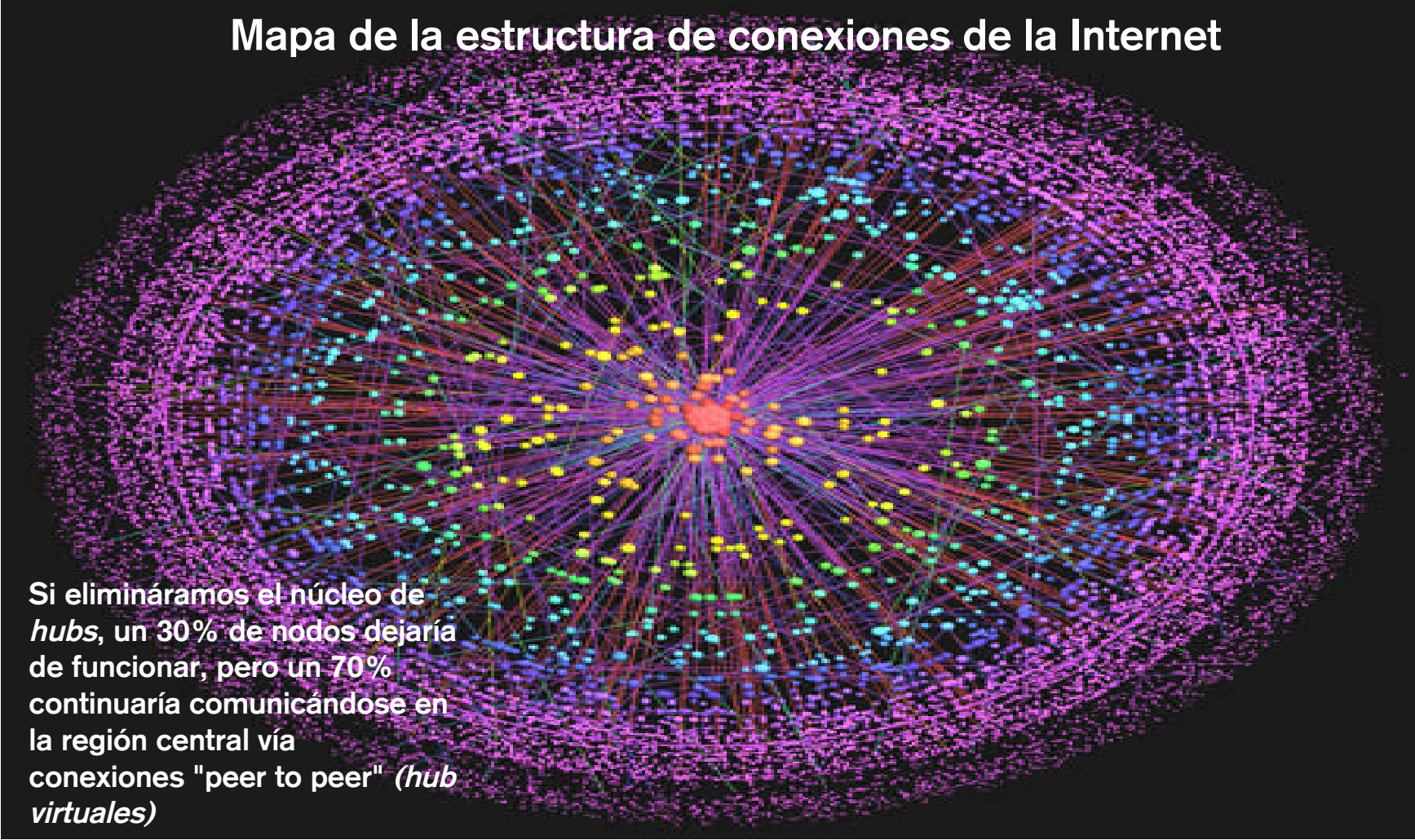


Fuente: Digital Darwinian World Reveals  
Architecture of Evolution, Steve Koppes, The  
University of Chicago Chronicle, Diciembre 2006

Fuente: [www.macs.hw.ac.uk/~pdw/topology/ScaleFree.html](http://www.macs.hw.ac.uk/~pdw/topology/ScaleFree.html)

...permitiendo así que estos hubs continúen creciendo de manera exponencial

### Mapa de la estructura de conexiones de la Internet



Si elimináramos el núcleo de *hubs*, un 30% de nodos dejaría de funcionar, pero un 70% continuaría comunicándose en la región central vía conexiones "peer to peer" (*hub virtuales*)

Fuente:[http://www.technologyreview.com/read\\_article.aspx?id=18944&a=f](http://www.technologyreview.com/read_article.aspx?id=18944&a=f)

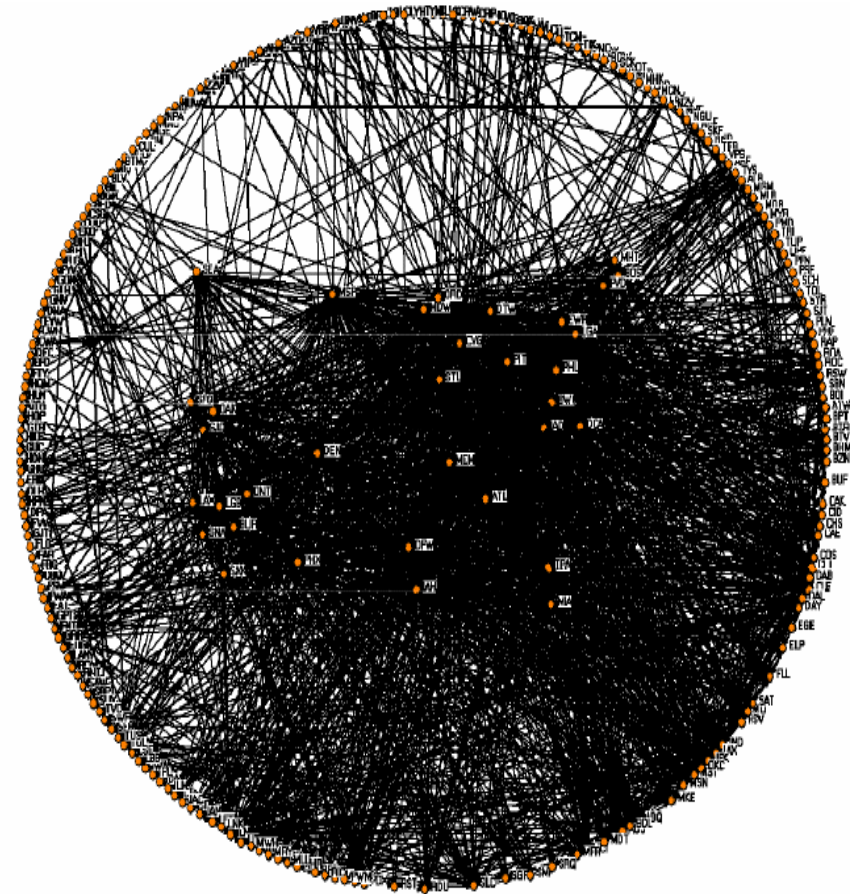


# La representación de redes de escala libre en sistemas complejos adaptables





Cuando la retroalimentación entre los hubs es positiva, nos sorprendemos del resultado de la organización de los nodos ...



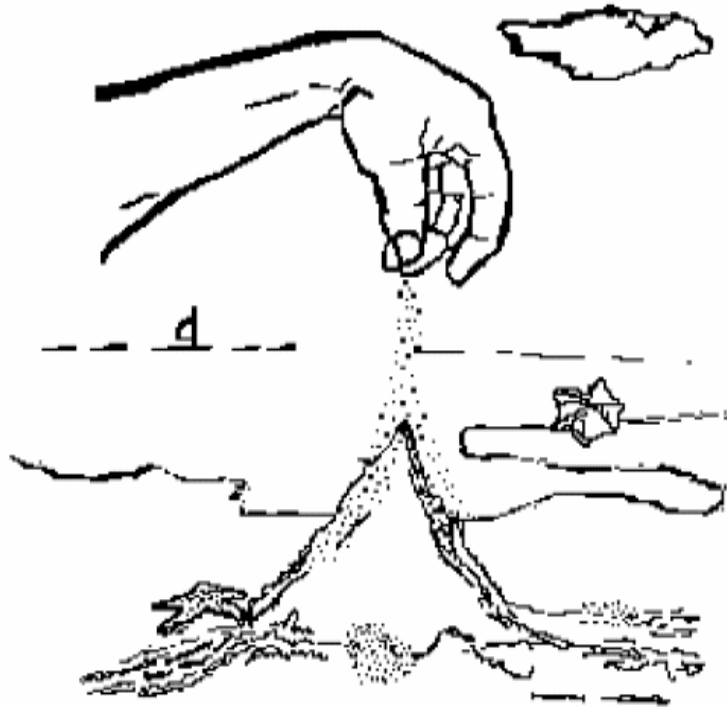
Fuente: Air Transportation System Architecture Analysis, Phillippe A. Bonnefoy y Roland E. Weibel

Pero cuando la retroalimentación es negativa los resultados son caóticos...



Toda red dentro de un SCA se ajusta continuamente a "estados críticos" exponiéndose a fuertes disrupciones...

Complex Adaptive System: Sand Pile



Drawing by Ms. Elaine Wiesenfield. Source: *How Nature Works*, Per Bak, 1996.

Fuente: Shift Happens, On a New Paradigm of the Markets as Complex Adaptive Systems, Michael J. Mauboussin



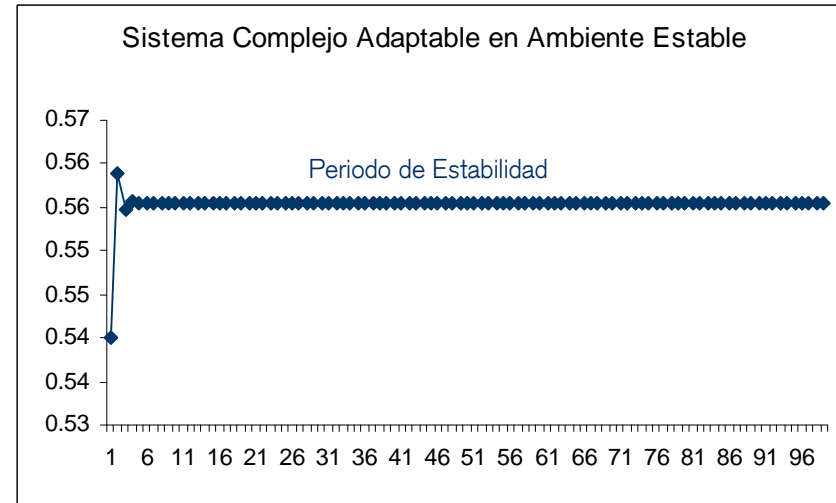
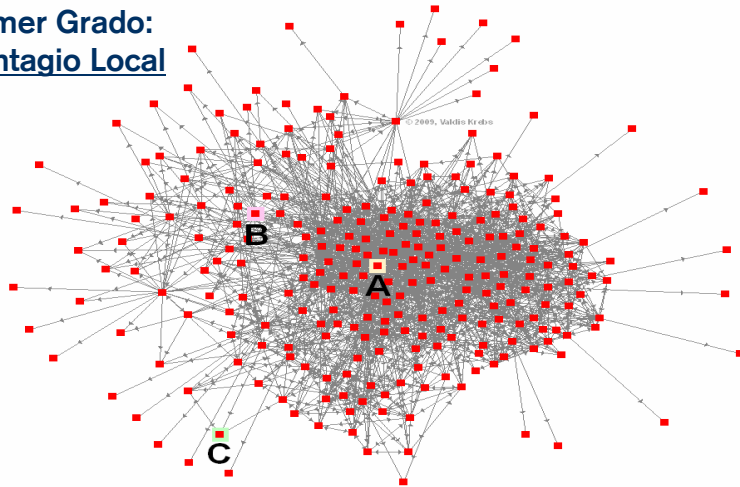
Fuente: [www.mapwatch.com](http://www.mapwatch.com)

El planeta Tierra es un SCA que constantemente se está adaptando y por ende está expuesto a estados críticos...

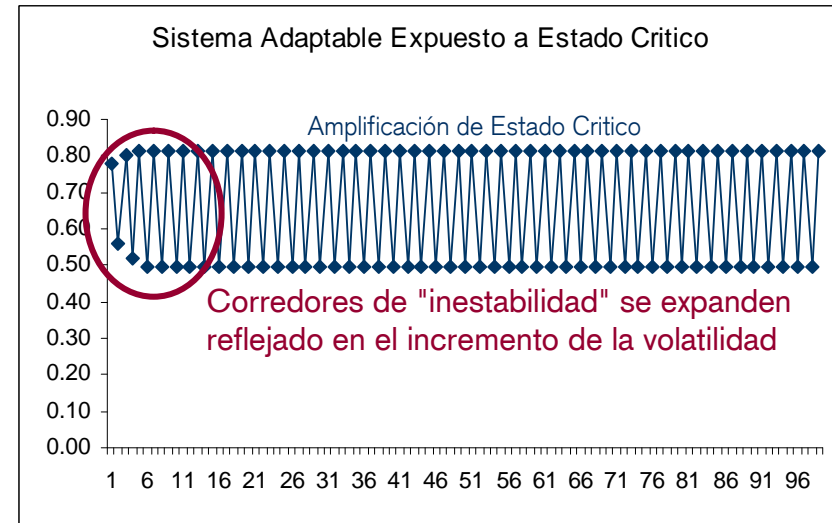
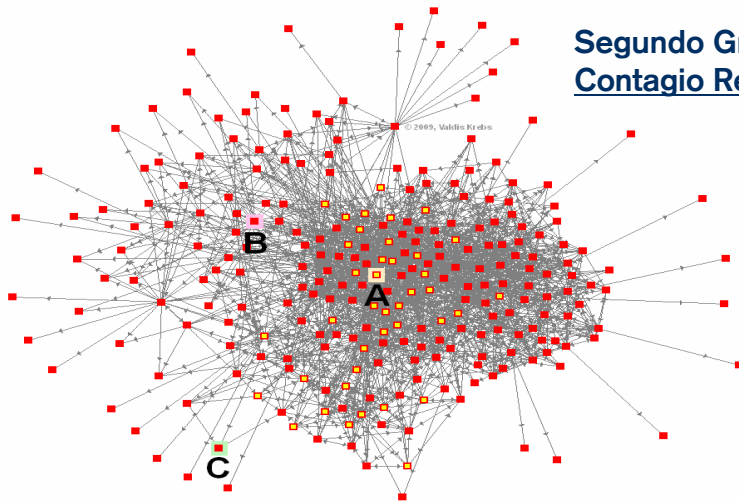


# Así mismo, el sistema financiero continuamente está expuesto a estados críticos dentro de ambientes estables

**Primer Grado:  
Contagio Local**

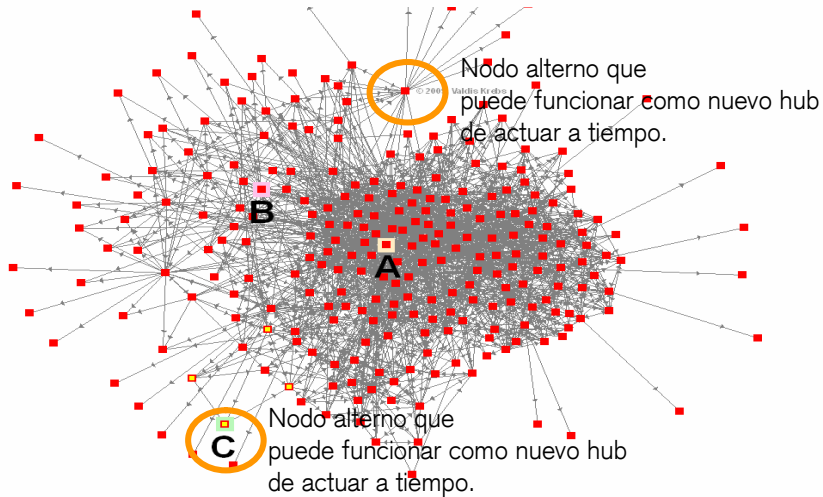
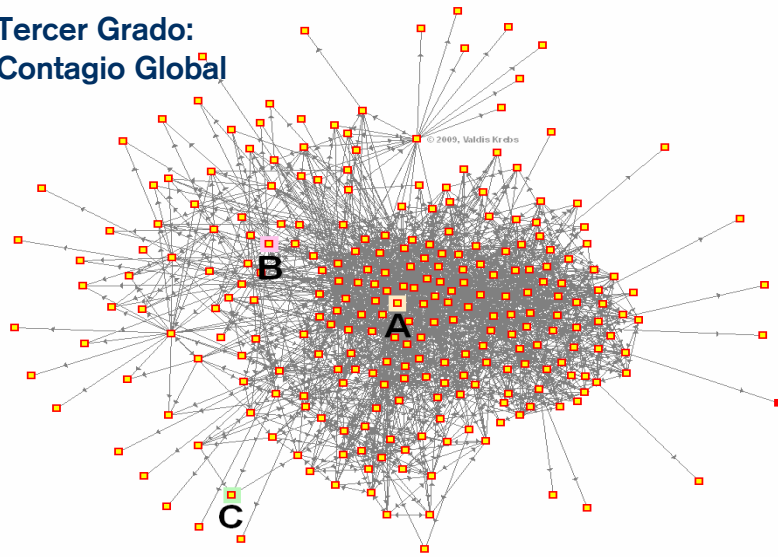


**Segundo Grado:  
Contagio Regional**

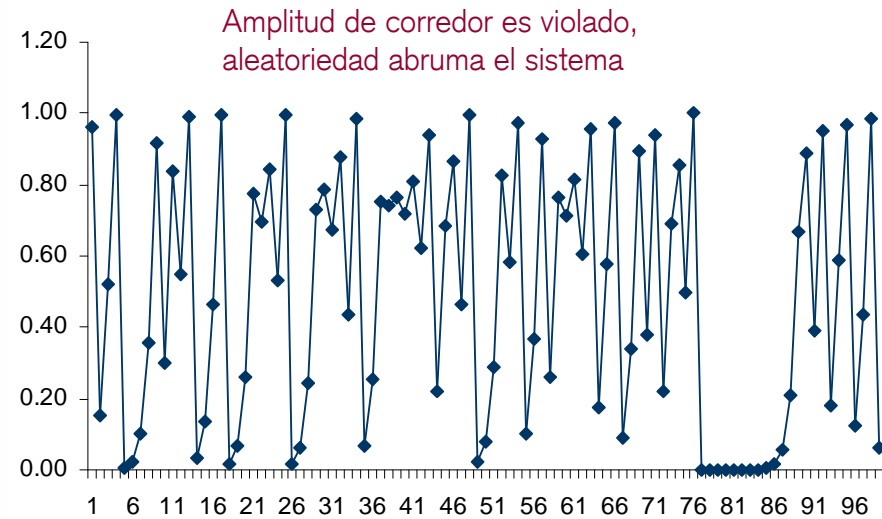


# cuya disrupción puede evolucionar en un contagio que reverbera a través de los demás hubs/nodos.

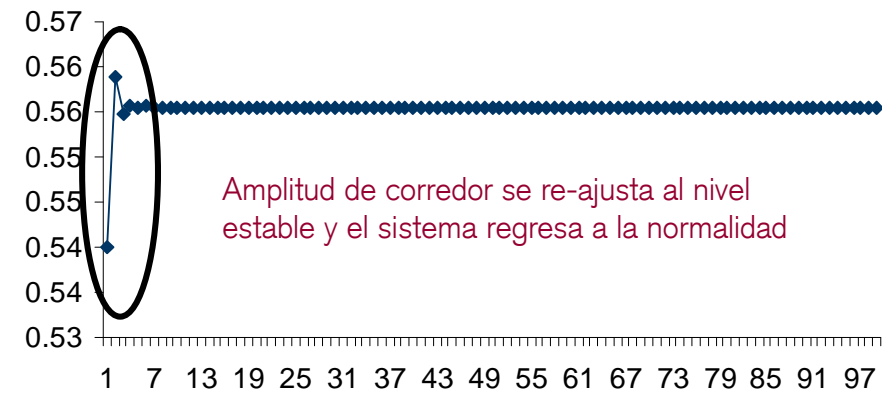
Tercer Grado:  
Contagio Global



Sistema Complejo Adateable en Ambiente Inestable



Sistema Complejo Retorna a la Estabilidad



Fuente: <http://www.thenetworkthinker.com/2009/02/contagion-amongst-banks.html>



# ¿Riesgo Moral o Riesgo Sistémico? La dura lección de dejar caer un *hub* demasiado grande para caer

## **THE WALL STREET JOURNAL.**

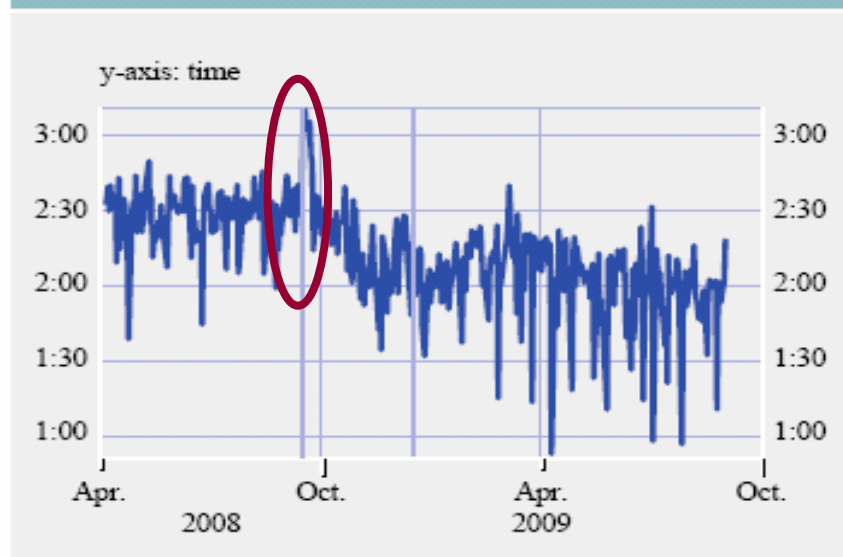
WSJ.com

SEPTEMBER 29, 2008

### Lehman's Demise Triggered Cash Crunch Around Globe

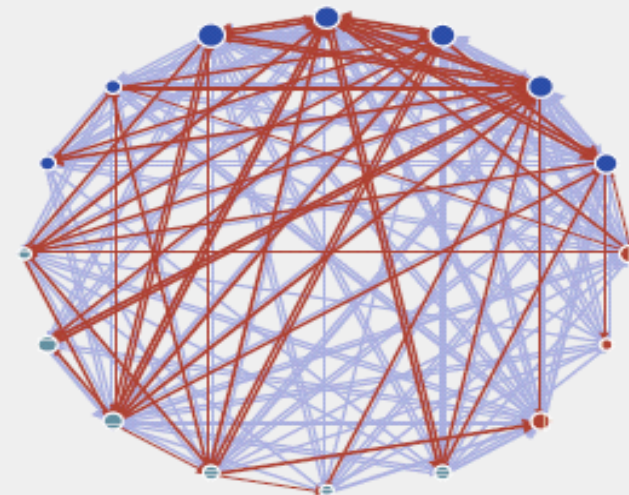
*Decision to Let Firm Fail Marked a Turning Point in Crisis*

Chart 3 Average time of Fedwire settlements



Source: M. Bech and I. Adelstein (2009).

Chart 4 Fedwire settlement delays on September 17, 2008



Source: M. Bech and I. Adelstein (2009).

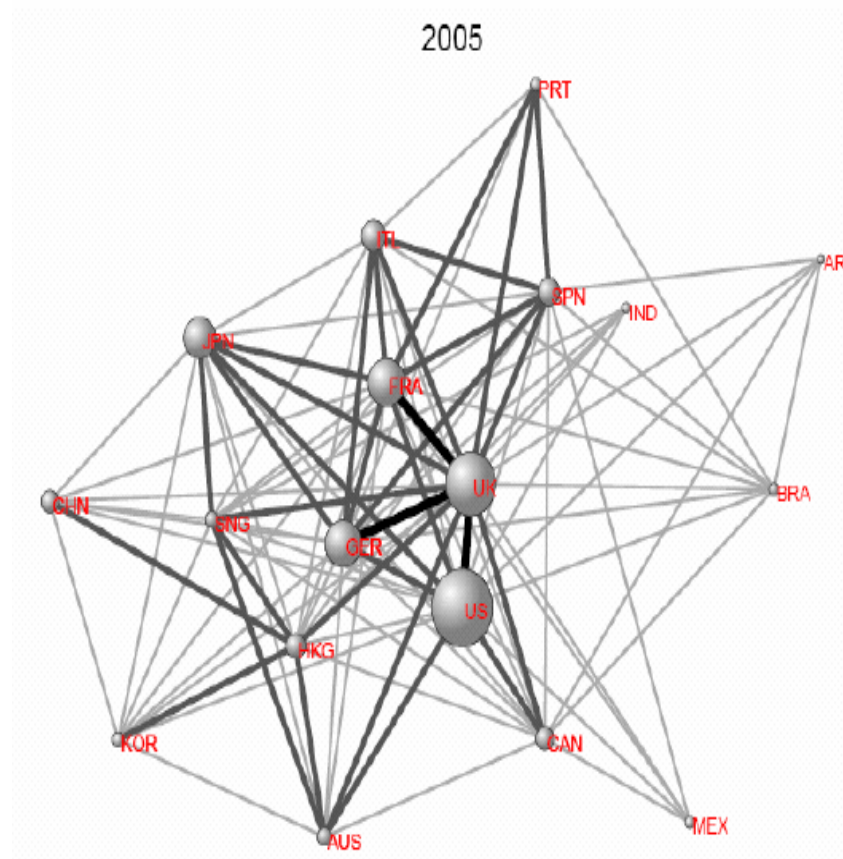
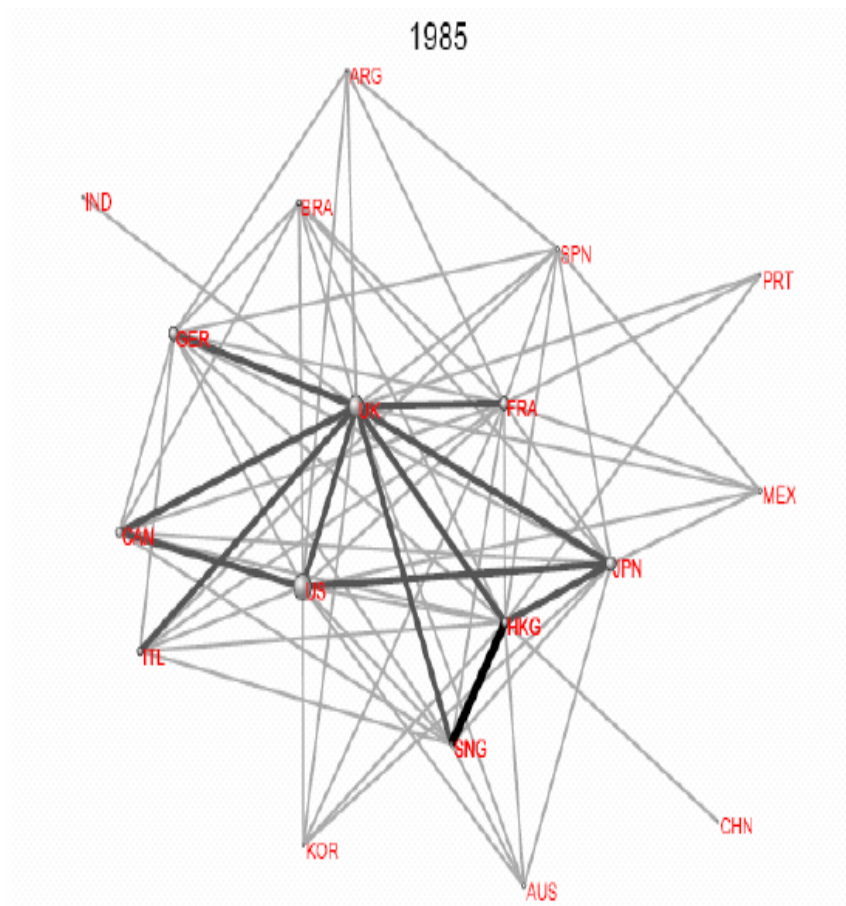
Fuente: Recent Advances In Modelling Systemic Risk Using Network Analysis, European Central Bank, Enero 2010

Conclusión:  
Mitigando el riesgo sistémico del entorno  
financiero interdependiente



# La red financiera evoluciona dentro de una compleja red de hubs interrelacionados dentro de redes de escala libre

Las crisis financieras se dan cuando un hub principal revienta abrumado por fuertes estados críticos. Dada la creciente dependencia de la red financiera global a una concentración de hubs financieros (Ley de Poder) estamos siempre expuestos a contagios sistémicos.

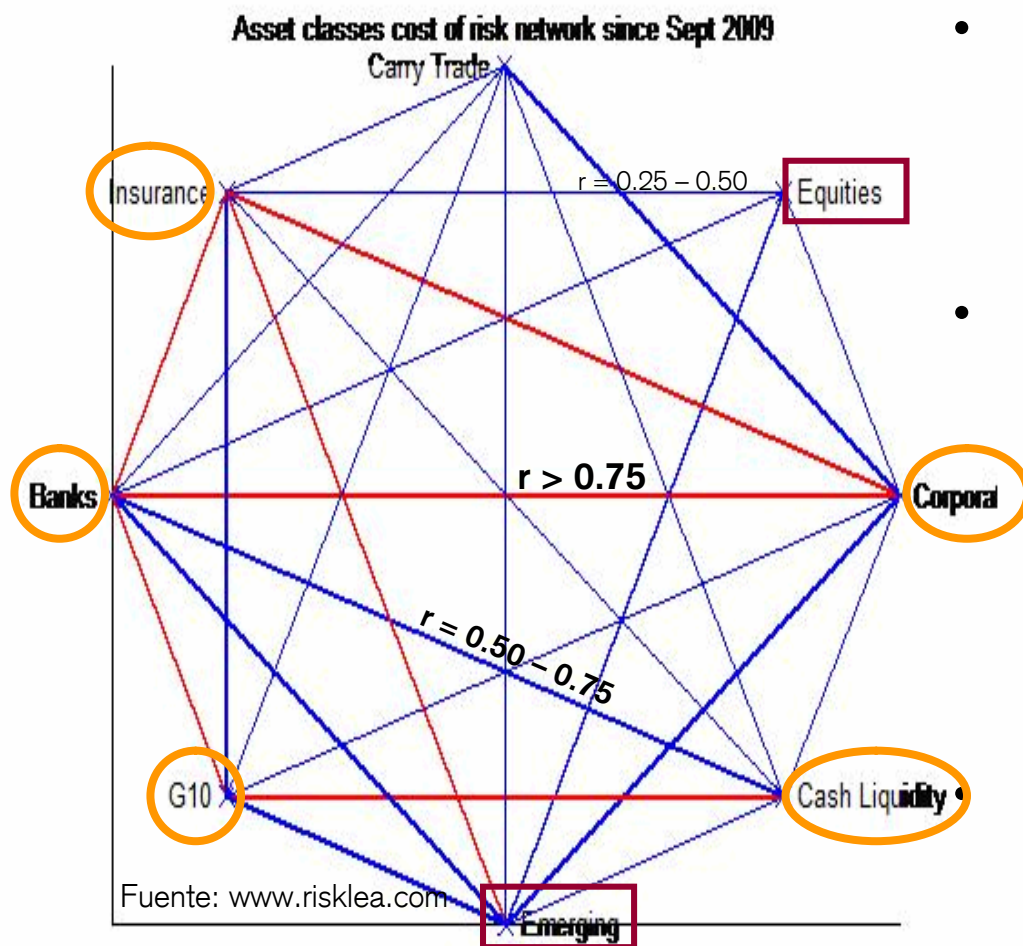


Fuente: Rethinking The Financial Network, Andrew G. Haldane, Executive Director, Financial Stability – Bank of England (April 2009)

# Debemos redefinir el concepto de riesgo sistémico y como lo evaluamos ante la exposición al riesgo ciego

- Los mercados financieros de hoy trastocan el concepto de diversificación según la definición de la Teoría Moderna de Portafolio.
- Mitigar el riesgo sistémico se hace cada vez más difícil y menos eficiente estando activos de diversas clases cada vez más correlacionados
- Debemos incorporar mecanismos de prevención de riesgo que permitan visualizar vulnerabilidades en la red financiera: mitigar el riesgo ciego ante continuos estados críticos latentes.

Por ejemplo, la solvencia de países soberanos (i.e. PIIGS) es un estado crítico latente (...los ME's no se salvarían)



- Contagio a instituciones financieras
  - Volatilidad en los mercados
  - Se incrementan correlaciones
- Estado Critico abrumba la red
  - Impacto sobre liquidez global
  - Impacto sobre empresas
  - Impacto sobre EM's
  - Impacto sobre economía global

SCA entra en (doloroso) ajuste

- Principales hubs afectados
- Capacidad de gobiernos limitada

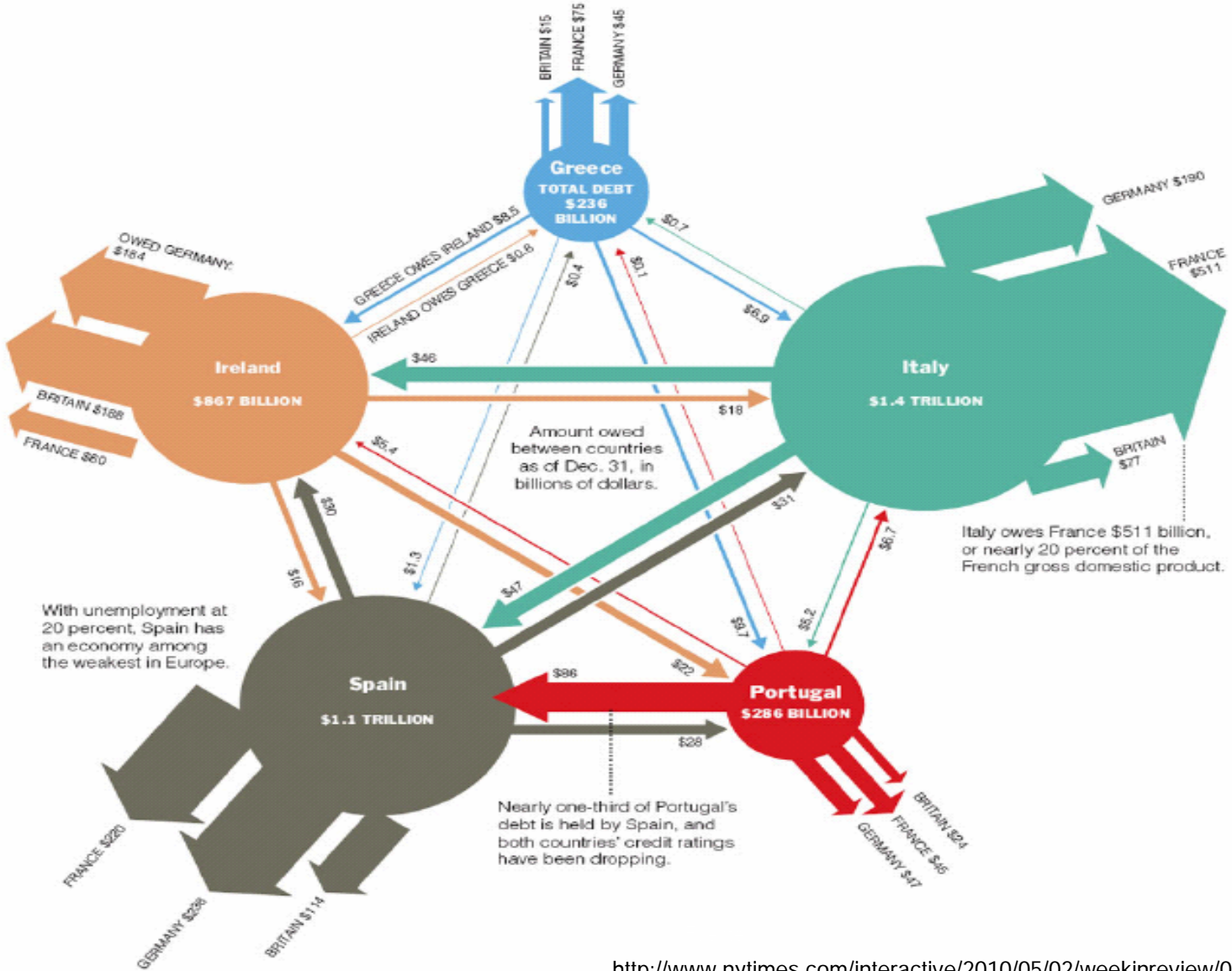
# Tasa Libor: ¿Expectativa de alza de tasas ó...



# ... renovación de tensión en el sistema interbancario?



# Bueno, sabemos la respuesta...



<http://www.nytimes.com/interactive/2010/05/02/weekinreview/02marsh.html>



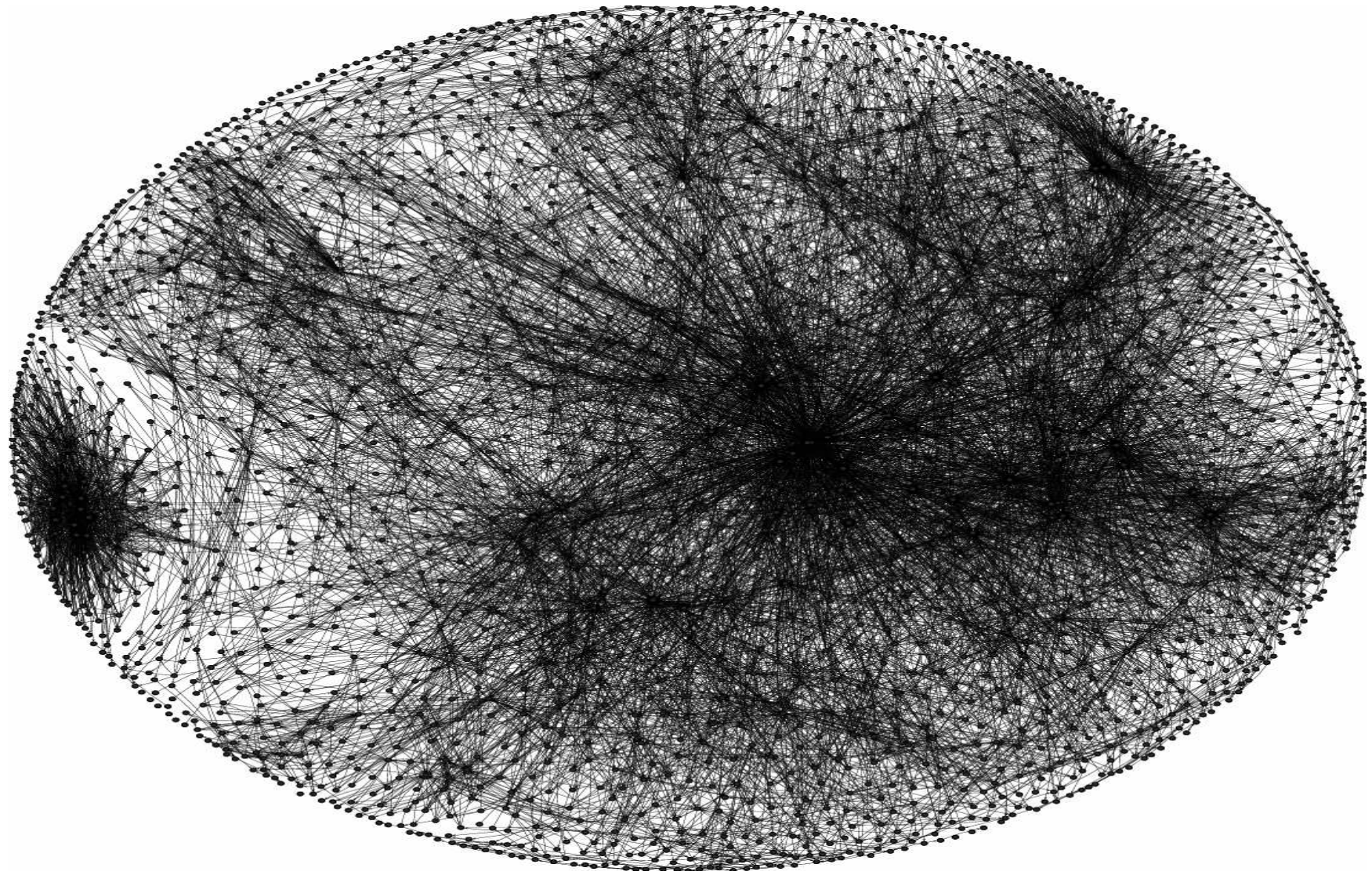
# Promover un Centro Regional de Monitoreo de la Red Financiera Local/Global para visualizar estados críticos



Fuente: [www.csmonitor.com](http://www.csmonitor.com)

- Atención a nodos de atracción preferencial (hubs) por donde el riesgo sistémico pudiera surgir
- Clasificar el grado de riesgo
  - Primer Grado (Local)
  - Segundo Grado (Regional)
  - Tercer Grado (Global)
- Participantes se desconectarían de nodos débiles (la adaptación en el sistema complejo) y desviarían hacia hubs mejor capitalizados
- Los reguladores intervendrían nodos/hubs afectados de manera ordenada para evitar el contagio

# Red Financiera Global 2020: Debemos estar preparados!



Gracias!

