

ESTUDIO DINÁMICO SISTÉMICO DE LA CONGESTIÓN EN REDES DE  
COMPUTADORES COMO UN DILEMA SOCIAL DE RECURSO DE GRAN  
ESCALA: UN DISEÑO INSTITUCIONAL BASADO EN LA TEORÍA DE LA  
ACCIÓN COLECTIVA EN RECURSOS COMUNES

GUSTAVO ADOLFO FAJARDO CUARTAS  
DIEGO FERNANDO ARENAS CLIMASTONE

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO  
LÍNEA DE PENSAMIENTO SISTÉMICO  
BUCARAMANGA  
2010

ESTUDIO DINÁMICO SISTÉMICO DE LA CONGESTIÓN EN REDES DE  
COMPUTADORES COMO UN DILEMA SOCIAL DE RECURSO DE GRAN  
ESCALA: UN DISEÑO BASADO EN LA TEORÍA DE LA ACCIÓN COLECTIVA EN  
RECURSOS COMUNES

GUSTAVO ADOLFO FAJARDO CUARTAS  
DIEGO FERNANDO ARENAS CLIMASTONE

Trabajo de grado presentado para optar el título de  
Ingeniero de Sistemas

Director

Jorge Andrick Parra Valencia. Ph.D(c), M.Sc., S.E.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO  
LÍNEA DE PENSAMIENTO SISTÉMICO  
BUCARAMANGA

2010

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, 10 de Febrero de 2011

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	16
2. ANTECEDENTES .....	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	19
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	20

5. ESTADO DEL ARTE.....	22
5.1 ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA CONGESTION EN REDES.....	22
5.1.1 Index mundi – Colombia y el mundo .....	22
5.1.2 Roxana Bassi – Informe de internet en Argentina.....	23
5.3 CONGESTION EN REDES COMO DILEMA SOCIAL.....	25
5.3.1 Teoría de acción colectiva .....	26
6. MARCO TEÓRICO .....	29
6.1 DILEMA SOCIAL .....	29
6.2 CONGESTION EN LA RED .....	29
6.2.1 Soluciones .....	29
6.2.1.1 Como un dilema social .....	30
6.3 ANCHO DE BANDA.....	30

6.4 DINAMICA DE SISTEMAS.....	31
6.5 DISEÑO INSTITUCIONAL .....	31
7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	33
7.1 PROCESO DE SOLUCION.....	33
8. RESULTADOS.....	35
8.1 HIPOTESIS DINAMICA.....	35
8.2 DIAGRAMA DE FORRESTER .....	38
8.3 SIMULACIONES.....	40
8.4 DISCUSIÓN .....	44
9. CONCLUSIONES .....	47

10. SUGERENCIAS.....	48
BIBLIOGRAFIA.....	49
ANEXOS.....	52

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Proceso de solución de objetivos.....	43
Tabla 2. Discusión de resultados (a).....	44
Tabla 3. Discusión de resultados (b).....	45
Tabla 4. Discusión de resultados (c).....	46

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ancho de banda.....	14
Figura 2. Revisión de la literatura .....	20
Figura 3. Colombia Número de usuarios de Internet, 2008 (a) .....	23
Figura 4. Colombia Número de usuarios de Internet, 2008 (b) .....	23
Figura 5. Numero de usuarios en internet Argentina. 1998 .....	24
Figura 6. Las relaciones Núcleo, 1998.....	27
Figura 7. Hipótesis dinámica (ciclo ancho de banda) .....	35
Figura 8. Hipótesis dinámica (ciclo de usuarios).....	36
Figura 9. Diagrama de niveles y flujos (Diagrama Forrester) (a) .....	38
Figura 10. Diagrama de niveles y flujos (Diagrama Forrester) (b) .....	39

Figura 11. Simulaciones Ancho de banda Relativo VS Usuarios Conectados.....40

Figura 12. Simulaciones Ancho de Banda Relativo VS Usuarios Desconectados.41

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diagrama de Forrester .....	52
Anexo B. Listado de Variables del Modelo .....	53

## RESUMEN

El estudio brinda por medio de cooperación solventar un problema de sobreutilización de un recurso común en sociedad. Se ofrece una solución dinámica a la congestión en redes de computadoras como un dilema social de recurso de gran escala, modelando, simulando la situación, planteando unas reglas de juego (diseño institucional) basadas en la teoría de la acción colectiva en recursos comunes; disminuyendo así la migración masiva de usuarios en una red por mala calidad de navegación, aumentando la conexión de personas y reduciendo el desperdicio del recurso (ancho de banda).

**Palabras claves:** Congestión en Redes de Computadoras, Diseño Institucional, Dinámica de Sistemas, Cooperación, Ancho de banda, Dilemas Sociales.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la congestión en redes de computadoras es un tema de investigación académica y práctica que ha interesado a los seres humanos desde hace ya más de tres décadas. La congestión surge cuando un recurso compartido por muchas personas es sobreutilizado, aumentando la demanda de su capacidad permitida, y por ende, creando dificultad para acceder a este bien y los beneficios que este trae.

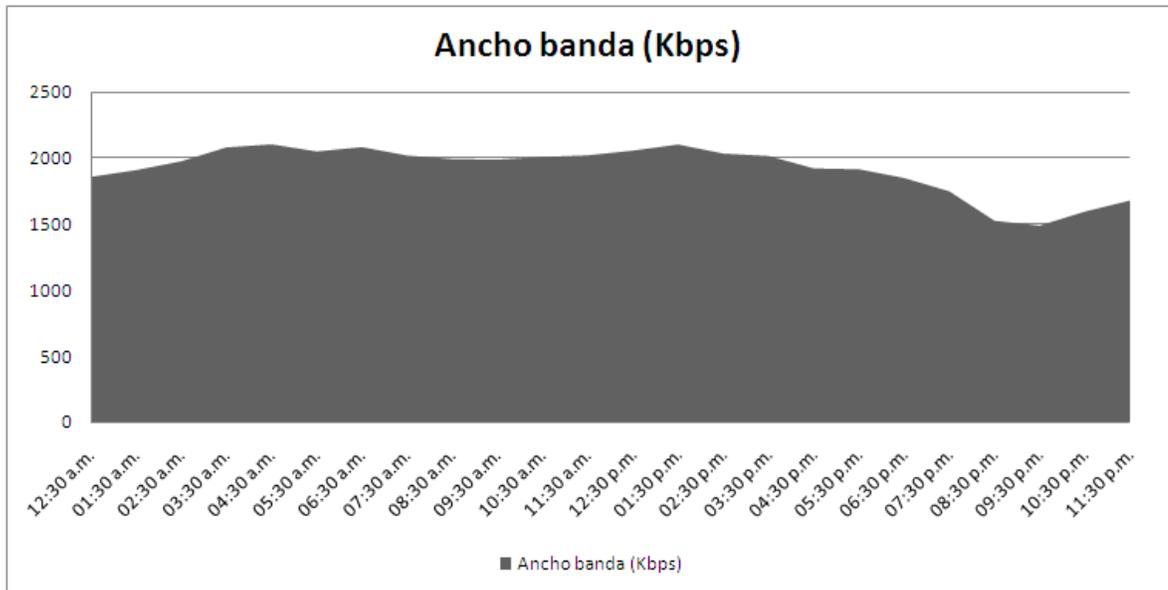
La congestión en redes de computadoras se da cuando el ancho de banda (recurso) posee un manejo inadecuado, extralimitando la cantidad de personas y la manera como se utiliza el recurso dentro de la red; creando así un embotellamiento que perjudica a todos los usuarios del sistema.

Un ejemplo de este tema es el servicio de internet que se adquiere en los hogares por medio del ISP (Internet Service Provider), donde este último brinda a la comunidad una cantidad de ancho de banda para navegar en la red y satisfacer todas las necesidades de los usuarios. Pero en ciertas ocasiones (horas y días de la semana), no se posee esa cantidad de tasa de transferencia de datos (ancho de banda) por la cual se esta pagando.

Para confirmar lo anterior se realizó un monitoreo de la cantidad de ancho de banda que tenía a disposición un hogar común y corriente de la ciudad de Bucaramanga (Colombia) cada hora, durante un día completo. La tasa de transferencia de datos de esta vivienda era de 2000 Kbps, proveído por la Empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga SA (Telebucaramanga) y los

cálculos del recurso en el instante se realizaron por medio del medidor de velocidad de la empresa competidora UNE<sup>1</sup>. Los datos fueron capturados el día 2 de febrero de 2010 y la gráfica resultante (Figura 1) fue la siguiente:

Figura 1. Ancho de banda



La gráfica muestra que alrededor de las 3pm el ancho de banda empezó a disminuir significativamente y se aleja de los 2000Kbps, llegando a su estado más crítico (1500Kbps aproximadamente) entre las 8 y 10pm, volviendo a restablecerse sobre las 3am.

El presente estudio soluciona el problema de congestión por medio de la Teoría de Acción Colectiva (cooperación) de Elinor Ostrom.<sup>2</sup> La Cooperación es una teoría

<sup>1</sup> Medidor de Velocidad. UNE, EPM Telecomunicaciones S.A E.S.P, <http://medicion.une.net.co>. 2009.

<sup>2</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

económica que se encarga de la provisión de los bienes públicos por medio de la contribución de dos o más individuos.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Acción colectiva, Wikipedia, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acci%C3%B3n\\_colectiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Acci%C3%B3n_colectiva). 2010.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El ancho de banda se ha posicionado como un recurso casi indispensable en la vida cotidiana de la mayoría de seres humanos, y con el tiempo se ha vuelto en un producto muy fácil de adquirir y muy común en todas las comunidades y; por este motivo, el presente estudio investigó una solución de una congestión en redes de computadoras por medio de **La Cooperación**.

¿El ancho de banda baja su tasa de descarga en algunas horas del día?, ¿Por qué no se puede descargar archivos siempre a la misma velocidad durante todo el día?, ¿Por qué algunas páginas web demoran en abrir si los pagos son puntuales? Éstas y más preguntas son las que se hacen usuarios de cualquier ISP cuando van a utilizar el internet que han pagado y no ven funcionando como esperan la red, quedando así inconclusas esas respuestas y un vacío frente al normal funcionamiento del sistema. Por tanto, ¿se estaría entonces ofreciendo un buen y justo uso a este bien?

¿En ciertas horas del día se percibe que no se tiene esa capacidad de ancho de banda que el proveedor de servicios local brinda? Eso es debido ha que en las horas “pico” y horas en las que más personas están conectadas en la red la tasa de transferencia promedio disminuye, convirtiendo el sistema más lento para todos.

La red se congestiona en horas cuando más personas están conectadas al sistema adquiriendo y necesitando internet, por este motivo se determina que la manipulación de unos usuarios influye directamente en el ancho de banda de otros, convirtiéndolo en el recurso común. ¿Por qué? No importa la cantidad de dinero que se pague por el servicio, siempre se tendrá pérdida de velocidad ya que la tasa de transferencia de cada hogar es tomada de una cantidad limitada de

ancho de banda (global) que distribuye un proveedor a todos sus usuarios. Por este motivo el inadecuado uso de una persona del recurso perjudica a todos, colocando la red “muy lenta” para navegar.

Mientras la utilización de internet crecía, se empezaban presentar problemas de congestiones en la red y por este motivo el Ingeniero Van Jacobson en los años 80's contribuyó a la creación de una pila que al existir perdidas de paquetes, se re direccionan, reiniciando la operación de envió de paquetes<sup>4</sup>. Dicha solución sigue vigente en la actualidad, pero a este algoritmo se le esta acabando la vida ya que existe la filosofía Peer-to-peer (P2P), que “es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos de esta funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red”<sup>5</sup>. No obstante, dicho algoritmo creado por Jacobson presenta problemas frente a una alta demanda de ancho de banda, esquema que consume y congestiona el mismo. También Bob Briscoe ha propuesto el uso del llamado weighted TCP (“algo así como ‘TCP equilibrado’ o ‘balanceado’<sup>6</sup>) en lugar del protocolo convencional, sin embargo esta solución no ha recibido gran adopción.

Frente a esto se propuso un diseño similar al de Briscoe, que finalizó con una valoración de objetivos, principalmente si La Teoría de Acción Colectiva reducía la congestión en la red y una solución al dilema común del apiñamiento (congestión) basada en los lineamientos de la teoría de Cooperación de Ostrom<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Pastor Javier, Congestión TCP: peligro inminente, [http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion\\_tcp\\_peligro\\_inminente.html](http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion_tcp_peligro_inminente.html). 2008.

<sup>5</sup> Peer-to-peer, Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>. 2011.

<sup>6</sup> Pastor Javier, Congestión TCP: peligro inminente, [http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion\\_tcp\\_peligro\\_inminente.html](http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion_tcp_peligro_inminente.html). 2008.

<sup>7</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

## 2. ANTECEDENTES

El proyecto surge del interés humano por encontrar solución a la pérdida de la tasa de transferencia de datos. El internet como beneficio de todos se está “malgastando”.

Un claro ejemplo de “pérdida de datos” son las descargas de gran tamaño (juegos, películas, entre otros). Todo esto lleva a que el ancho de banda se utilice en beneficio propio sin pensar en los otros, disminuyendo su efectividad a la hora de navegar por internet.

La realización de este estudio tuvo como finalidad exponer unas reglas de juego en comunidad que permitieran la descongestión de la red. Si los usuarios las cumplen estarían siendo cooperativos en sociedad.

Si cooperamos, colaboraríamos con otros usuarios de internet para que el ancho de banda se utilice mejor; es decir no malgastarlo, usarlo debidamente normal, dejando que sea útil para los demás usuarios de la sociedad y pues obviamente compartirlo, recibiendo lo que se necesite de los demás usuarios. En fin estas son algunas ventajas de cooperar en una red de computadoras.

Por ello el proyecto se basó en la cooperación o acción colectiva, que consiste en llevar a cabo unos objetivos por más de una persona y así darle solución a la congestión. Va dirigido al público en general, toda persona que se ha dado cuenta que en su hogar existe una cantidad de ancho de banda que en ocasiones no es la misma porción del que se paga o el que cree que puede darle un mejor uso a este mismo. La finalidad es disminuirle el uso al protocolo de transporte (TCP) para que así no se cope su capacidad y en un futuro todo el mundo pueda recibir el multi-Gigabit por segundo del futuro sin ningún problema.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

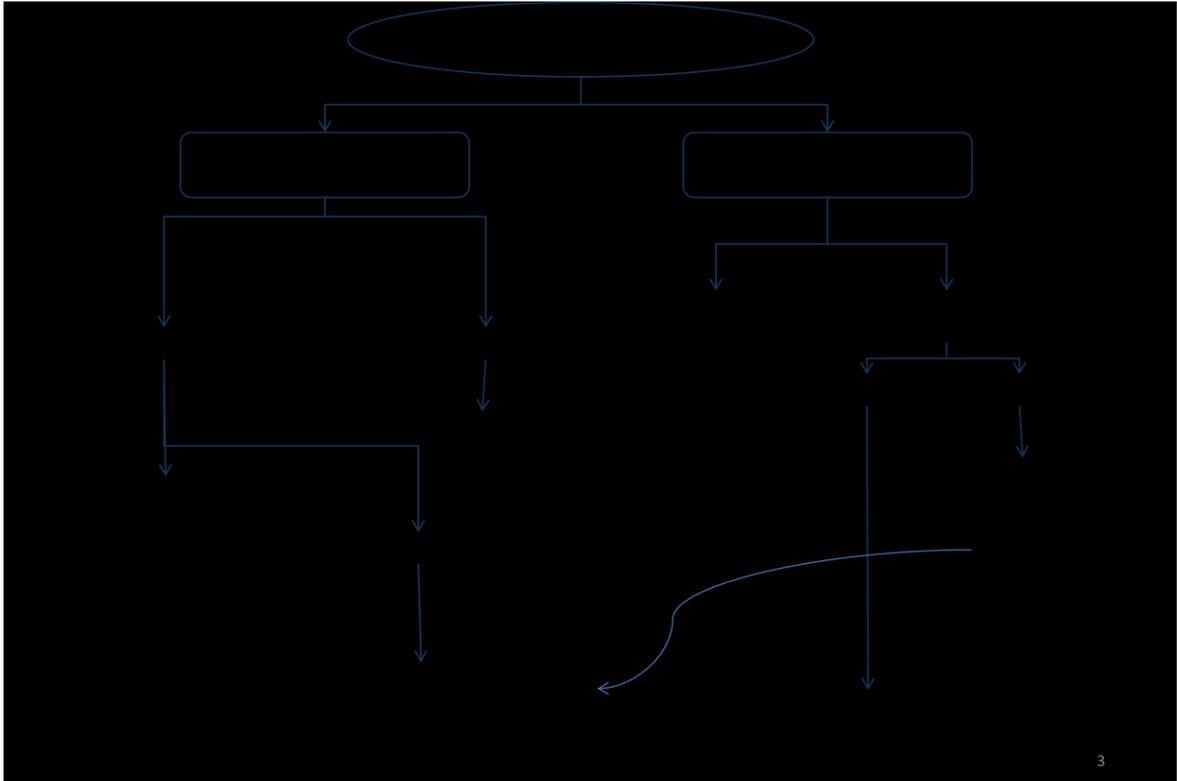
- Estudiar como dilema social de recurso de gran escala la congestión en redes de computadores y sugerir reglas (diseño institucional) que permitan enfrentar dicho dilema, mediante la aplicación de la teoría de cooperación en recursos comunes y de los lineamientos metodológicos de la Dinámica de Sistemas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar una solución basada en la acción colectiva o de cooperación como solución al problema de la congestión en redes de computadoras como dilema social de recurso.
- Diseñar unas reglas de juego (diseño institucional) basado en la construcción de reputación de cooperación, aplicables a la reducción de la congestión en redes de computadores como supone la Teoría de la Cooperación.
- Desarrollar mediante experimentos de simulación los modelos en dinámica de sistemas aplicando el diseño institucional para reducir la congestión de una red de computadoras.

## 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Figura 2. Revisión de la literatura



El estudio tiene dos grandes temas que la conforman: **Congestión en redes de computadoras** y **Dilemas sociales**.

**La congestión en redes de computadoras:** ha sido investigada por varios autores: Roxanna Bassi<sup>8</sup> y La Asociación de Internautas<sup>9</sup> realizaron estudios pertinentes al tema del embotellamiento de internet y el uso ascendente del mismo. Este tema ha sido tratado de dos maneras particulares: la manera **clásica** y por medio de **dilemas sociales**. La primera de ellas tiene su fundamento en la

<sup>8</sup> Informe de Internet en Argentina, Roxana Bassi, <http://www.links.org.ar/infoteca/reporte-1998.pdf>. 1998.

privatización y obligación del usuario ha someterse a los algoritmos y reglas que algunas personas tomaron sin su previa autorización<sup>10</sup>. Por medio de **dilemas sociales**, tiene como finalidad concientizar al usuario del problema y hacerlo aportar ayuda para evitar la congestión y así todos ayudar en comunidad<sup>11</sup>.

**Dilemas sociales:** Se han solucionado e investigado, como un **bien público**<sup>12</sup> y **recurso**. Esta última siendo la base del proyecto. “Dilemas sociales son las situaciones en las cuales los intereses privados son en desacuerdo con intereses colectivos”<sup>13</sup>. Las **herramientas** que se han utilizado para poder examinar un dilema social como un recurso ha sido la **dinámica de sistemas**<sup>14</sup>, los agentes y la optimización. Las intervenciones directas de un método que logre solucionar el dilema, ha sido la vinculación de un agente externo al problema y la **cooperación**. Siendo la **cooperación**<sup>15</sup> el pilar del método de abarcamiento del conflicto en este estudio.

---

<sup>9</sup> Asociación de Internautas. Primer estudio sobre calidad precio en internet. 2008.

<sup>10</sup> CHRYSOSTOMO C., PITSILLIDES A., ROSSIDES L., POLYCARPOU M. y SEKERCIOGLUC A. Congestion control in differentiated services networks using Fuzzy-RED. 2003.

<sup>11</sup> HUBERMAN, Bernardo y LUKOSE, Rajan. Social Dilemmas and Internet Congestion. En: Science, New Series. 1997.

<sup>12</sup> BENEGAS, Alberto. The argument on ‘public goods’ is timely. For too long liberal scholars have accepted the conventional view. 1997.

<sup>13</sup> Dilema Social, [http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Social\\_dilemma](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Social_dilemma). 10 Febrero de 2010.

<sup>14</sup> Forrester, Jay W. Industrial Dynamics, Cambridge. MA: Productivity Press. 1961.

<sup>15</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998

## 5. ESTADO DEL ARTE

La congestión de redes es un problema que ha venido afectando a las sociedades por mucho tiempo. Sea la congestión de IP's por el gran auge de internet al pasar del tiempo, o el ancho de banda como un recurso escaso dentro de las redes. Cualquiera de estas situaciones puede llegar a colapsar una red y no dejarla fluir normal y tranquilamente. Estos casos son la consecuencia de una congestión en el sistema, la cual es dada por la gran cantidad de personas conectadas y disponibles en la misma, creando un tráfico que en horas picos pueden llegar a ser insoportable llegando al colapso y deterioro de los servicios brindados por un Proveedor de Servicios de Internet (ISP).

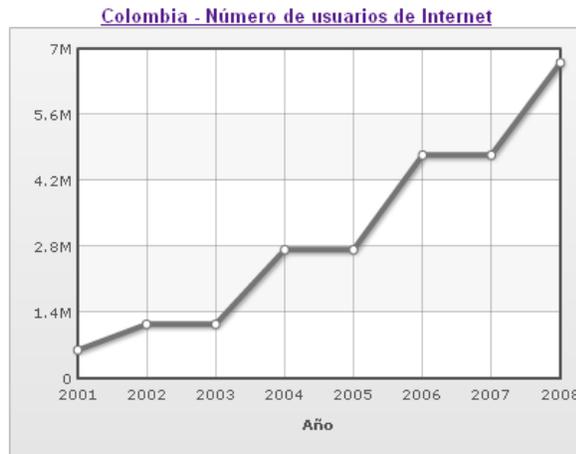
### 5.1 ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA CONGESTION EN REDES

**5.1.1 Index mundi – Colombia y el mundo.** La empresa Index Mundi<sup>16</sup> realizó varios estudios sobre la cantidad de personas que utilizan internet en Colombia, arrojando los siguientes resultados:

---

<sup>16</sup>CIA World Factbook, Colombia Número de usuarios de Internet, <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=co&v=118&l=es>. 2008

Figura 3. Colombia Número de usuarios de Internet, 2008 (a)



Fuente: <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=co&v=118&l=es>

Figura 4. Colombia Número de usuarios de Internet, 2008 (b)

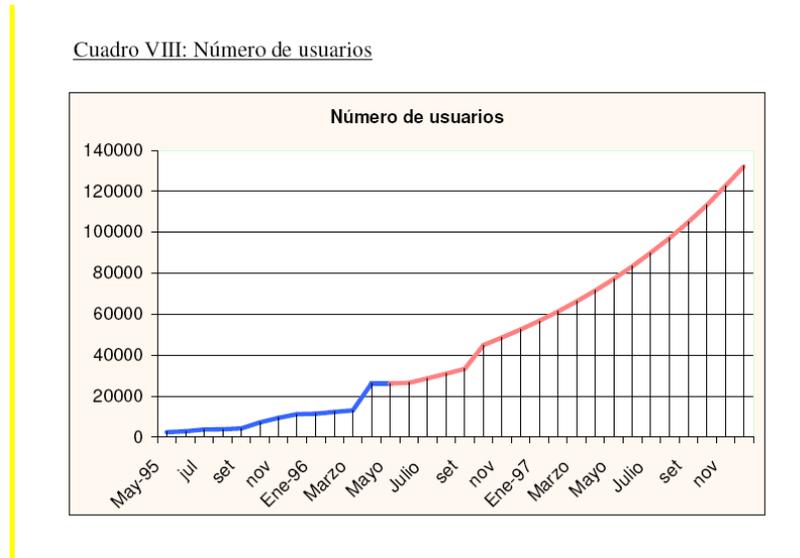
Año	Número de usuarios de Internet
2001	600000
2002	1150000
2003	1150000
2004	2732200
2005	2732200
2006	4739000
2007	4739000
2008	6705000

Fuente: <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=co&v=118&l=es>

**5.1.2 Roxana Bassi – Informe de internet en Argentina.** En Argentina a finales del año 97 cuando el internet entraba en un auge impresionante, realizaron estudios pertinentes sobre la cantidad de personas que través de los años han

empezado a utilizar internet. Roxana Bassi muestra el incremento del número de personas que utilizan internet al pasar de los años en la siguiente figura (Figura 7)<sup>17</sup>:

Figura 5. Numero de usuarios en internet Argentina. 1998



Fuente: Informe de Internet en Argentina

Observaciones Figura 5:

En azul la función datos y en rojo es lo proyectado según estudios.

<sup>17</sup> Informe de Internet en Argentina, Roxana Bassi, <http://www.links.org.ar/infoteca/reporte-1998.pdf>. 1998.

## **5.2 SOLUCIONES REALIZADAS EN CONGESTION DE REDES DE FORMA CLASICA**

Al pasar de los años y ver que estas situaciones siguen presentándose frecuentemente, se han ofrecido soluciones tales como el ahorro las direcciones IP's por medio equilibrio y balanceo de TCP<sup>18</sup>, se ha buscado la manera legal de ahorrar IP's, creando las IP's privadas y dándole utilización en empresas o redes locales (LAN), también se ha intentado buscar la manera que dentro de una red no utilizar una cantidad de ancho de banda que se sabe por estudios o antecedentes que no se utilizará en completo. Se ha intentado dar solución a la congestión pero no se ha trabajado el problema del ancho de banda como un recurso que en las manos del hombre y que se esta desperdiciando.

Se debe tener presente que el ancho de banda que se paga al proveedor de servicios (ISP), no siempre es constante y tiene durante el día cambios drásticos, sobre todo en horas pico ya que son horas donde suelen entrar un número mayor de personas que se conectan a la red, generando congestión, disminución del ancho de banda y creando problemas en la red.

## **5.3 CONGESTION EN REDES COMO DILEMA SOCIAL**

Bernardo Huberman propone que la congestión de internet es un dilema social y que actuemos con comportamiento humano y colectivo que con soluciones tecnológicas. "la manera como la usamos en la actualidad, la manera racional,

---

<sup>18</sup> Pastor Javier, Congestión TCP: peligro inminente, [http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion\\_tcp\\_peligro\\_inminente.html](http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion_tcp_peligro_inminente.html). 2008

hace que en el fondo todos estemos mal. Esto tiene que ver con un dilema social"<sup>19</sup>

Se propone diseñar reglas de juego en comunidad para mejorar la capacidad de los individuos para enfrentar y superar la congestión, dando solución en cooperación con otros usuarios.

**5.3.1 Teoría de acción colectiva.** El uso de la acción colectiva se ha planteado antiguamente para la solución de problemas de bienes comunes. Elinor Ostrom plantea la utilización racional de cualquier recurso como solución a cualquier dilema social con una cooperación o acción colectiva<sup>20</sup>. Por este motivo, la finalidad del proyecto se acentúa en encontrarle una solución al problema de la congestión de redes por medio de la acción colectiva, siendo ésta un avance dentro de la investigación, ya que es una idea innovadora dentro del estudio de las congestiones de redes de computadoras.

Ostrom ve un dilema social como un número de situaciones que afectan a individuos, los cuales toman decisiones sobre estas situaciones. La misma autora enfatiza que en los dilemas sociales se toman decisiones a favor o en contra de la sociedad y que todas las personas que forman parte de este dilema toman la determinación de contribuir por el bien de todos o no fallar. La cooperación va ligada con satisfacción y entre más gente coopere mayor será el beneficio. Para encontrar una ganancia en un dilema social se debe ser recíproco entre todos los miembros de la sociedad<sup>21</sup>.

---

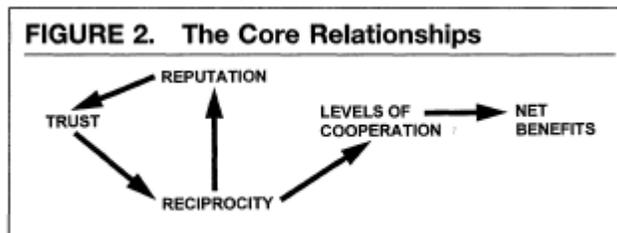
<sup>19</sup> HUBERMAN, Bernardo y LUKOSE, Rajan. Social Dilemmas and Internet Congestion. En: Science, New Series. 1997.

<sup>20</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

<sup>21</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

Esta autora define que los recursos son parte de una sociedad y que se le debe dar el mejor ya que entre mejor manejo se le entregue, mejor se verán beneficiadas las personas. Para recibir beneficios en comunidad se debe cooperar. Ostrom propone tres relaciones centrales para la promoción de la cooperación: La Reciprocidad, La Reputación y La Confianza. Ella propone que todos los miembros que deseen verse envueltos dentro de los beneficios que trae la cooperación, deben llevar un control de estos tres factores para así poder saber si la persona es confiable para poder contribuir con el y esperar a cambio lo mismo.<sup>22</sup>.

Figura 6. Las relaciones Núcleo, 1998.



Fuente: (Ostrom, 1998)

La utilización de la acción colectiva frente a dilemas sociales está basada en la confianza que se tiene entre personas de una sociedad. Si no hay confianza no se podrá cooperar. En la figura 6 se muestra la importancia de mantener una buena reputación para crear confianza entre los individuos de la red y poder seguir cooperando, creando así un triángulo entre la reciprocidad, reputación y confianza. Entre mayor sea la reciprocidad, la reputación particular aumentará y eso creará

<sup>22</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

en los otros sujetos una confianza, que los llevará a ser recíprocos, afectando los niveles de cooperación y los beneficios totales de la red.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

## 6. MARCO TEÓRICO

Dentro del estudio de la congestión en las redes de computadoras se han encontrado conceptos básicos que se deben tener presente, tales como: **dilemas sociales, la congestión de red, ancho de banda, la dinámica de sistemas** como solución para este dilema, el enfoque hacia una cooperación o acción colectiva, entre otros.

### 6.1 DILEMA SOCIAL

Ostrom define **dilema social**, como un gran número de situaciones en las cuales los individuos toman decisiones individualistas, pensando en su beneficio propio obligándolos a escoger entre ayudar o no ayudar para lograr un beneficio en sociedad.<sup>24</sup>

### 6.2 CONGESTION EN LA RED

La congestión en la red es “el fenómeno producido cuando a la red (o parte de ella) se le ofrece más tráfico del que puede cursar”<sup>25</sup>.

**6.2.1 Soluciones.** En Septiembre de 1991 Henry Fowler y Will Leland examinaron el fenómeno de la congestión y las estrategias a seguir por medio de pilas de redes para poder tener alta velocidad de conexión. Los autores antes

---

<sup>24</sup> OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. En: American Political Science Association. 1998.

mencionados se basaron en redes LAN ya que para esos tiempos el internet era algo viable pero no indispensable en su época<sup>26</sup>. Este documento fue de los primeros en mostrar la forma de evitar tráfico masivo de una red. Ellos sabían que probablemente las redes de computadoras llegarían a tener gran auge y por eso buscan soluciones a este problema muchos años antes de presentarse.

**6.2.1.1 Como un dilema social.** "la manera como la usamos en la actualidad, la manera racional, hace que en el fondo todos estemos mal. Esto tiene que ver con un dilema social"<sup>27</sup>. Bernardo Huberman señalaba que la manera de combatir la congestión en las redes no es con tecnología sino que tiene que ser con el comportamiento humano. El comenta que en los usuarios de internet debe haber una coordinación para lograr finiquitar esa lentitud de envío de paquetes que se presenta en ciertas horas del día<sup>28</sup>.

## 6.3 ANCHO DE BANDA

Dentro las consecuencias de las congestiones de red se encuentra la velocidad insuficiente de las líneas (ancho de banda). Este ancho de banda es un recurso común, es escaso y por medio de el se tendrá una máxima salida para la comunicación lógica o física en un sistema digital.

Se debe tener presente que la transferencia de los datos de la red es proporcional al ancho de banda que tienen los usuarios, por eso es tan importante el ancho de banda dentro de una red ya que con bajas velocidades el sistema se vera afectado

---

<sup>25</sup> Wikipedia, Congestion de red, [http://es.wikipedia.org/wiki/Congestión\\_de\\_red](http://es.wikipedia.org/wiki/Congestión_de_red). 2009.

<sup>26</sup> FOWLER, Henry y LELAND, Will. Local Area Network Traffic Characteristics, with Implications for Broadband Network Congestion Management. En: IEEE Journal on. 1991.

<sup>27</sup> HUBERMAN, Bernardo y LUKOSE, Rajan. Social Dilemmas and Internet Congestion. En: Science, New Series. 1997.

<sup>28</sup> HUBERMAN, Bernardo y LUKOSE, Rajan. Social Dilemmas and Internet Congestion. En: Science, New Series. 1997.

en procesos y en lentitud la comunicación de toda la red. Por este problema y por la congestión que se vive actualmente, se espera posteriormente problemas mayores, razón por la cual se debe buscar maneras de combatir este dilema social.

El ancho de banda es un costo bastante alto que todos los miembros de una sociedad tienen que pagar, ya que en la mayoría de casos las personas no utilizan el ancho de banda completamente (conectados o desconectados) y se desperdicia mucho bien. Por esto se pueden crear reglas para racionalizar el uso de este recurso por medio de la cooperación o acción colectiva.

#### **6.4 DINAMICA DE SISTEMAS**

La metodología empleada para solucionar, modelar y simular el problema de la congestión de redes en horas pico es la dinámica de sistemas ya que ésta trata de aproximar el acercamiento a sistemas complejos<sup>29</sup>. Por este motivo se empleó un motor principal de este modelado y son las reglas de juego para cooperar todos los miembros de la red, por medio de una acción colectiva ya que a través de ella todos los individuos que están implicados dentro de este problema social colaborarán entre sí para dar un mayor beneficio y utilización de los recursos.

#### **6.5 DISEÑO INSTITUCIONAL**

Es importante tener presente que para llevar a cabo la teoría de la acción colectiva debemos pasar por un proceso de selección de un diseño institucional. Robert

---

<sup>29</sup> FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics, Cambridge. MA: Productivity Press. 1961.

Goodin nos comparte que es “un diseño institucional es realizado para el diseño y rediseño de instituciones para su estructuración y reestructuración desde un ámbito de mejoría”<sup>30</sup>. Robert añade que se deben tomar decisiones dentro de una institución y para su creación o modificación se deben tener parámetros que ayuden a ese fin que se desea con la misma. Los parámetros deben ser disciplinas que sean tomadas y llevadas a cabo por todos los miembros de la institución<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> GOODIN, Robert. Teoría del diseño institucional. Editorial Gedisa. 2003.

<sup>31</sup> GOODIN, Robert. Teoría del diseño institucional. Editorial Gedisa. 2003.

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

El método que se siguió para abarcar y solucionar el problema va centrado en la dinámica de sistemas (metodología que trata la aproximación a la modelización de la dinámica de sistemas complejos)<sup>32</sup>. “El objeto de los modelos de Dinámica de Sistemas es, como ocurre en todas las metodologías de sistemas blandos, llegar a comprender cómo la estructura del sistema es responsable de su comportamiento”<sup>33</sup>.

### 7.1 PROCESO DE SOLUCION

El proceso de solución del estudio conlleva tres pasos fundamentales; **La Conceptualización, Formulación y Evaluación.**

**La conceptualización** consiste en comprender claramente el fenómeno; familiarizándose con el problema, revisión de la literatura, opinión de expertos y experiencias propias. **La formulación** se basa del Diagrama Causal y se establece el diagrama de Forrester, las ecuaciones del modelo y la asignación de valores a los parámetros. Por último, en **la evaluación** se realizan simulaciones estudiando el comportamiento del modelo<sup>34</sup>.

La investigación que se llevó a cabo va dirigida a la comunidad, llevando así los principios básicos de una teoría enfocada a la administración de redes. Para culminar los objetivos se usará como estrategia la vida cotidiana, los problemas

---

<sup>32</sup> Iván Tercero Talavera, ¿Que es la dinámica de sistemas?, <http://coevolucion.net/index.php/component/content/article/119-dinamica-de-sistemas>. 2009..

<sup>33</sup> John Robayo Sánchez, Generalidades De La Dinámica De Sistemas, <http://www.slideshare.net/dinasisuq/generalidades-de-la-dinamica-de-sistemas>. 2009..

<sup>34</sup> Dinamica de Sistemas, <http://tgs7233.galeon.com/dinamica.htm>. 2011.

sociales y dar a conocer al mundo La Cooperación o Teoría de Acción Colectiva como una verdadera solución a dilemas sociales.

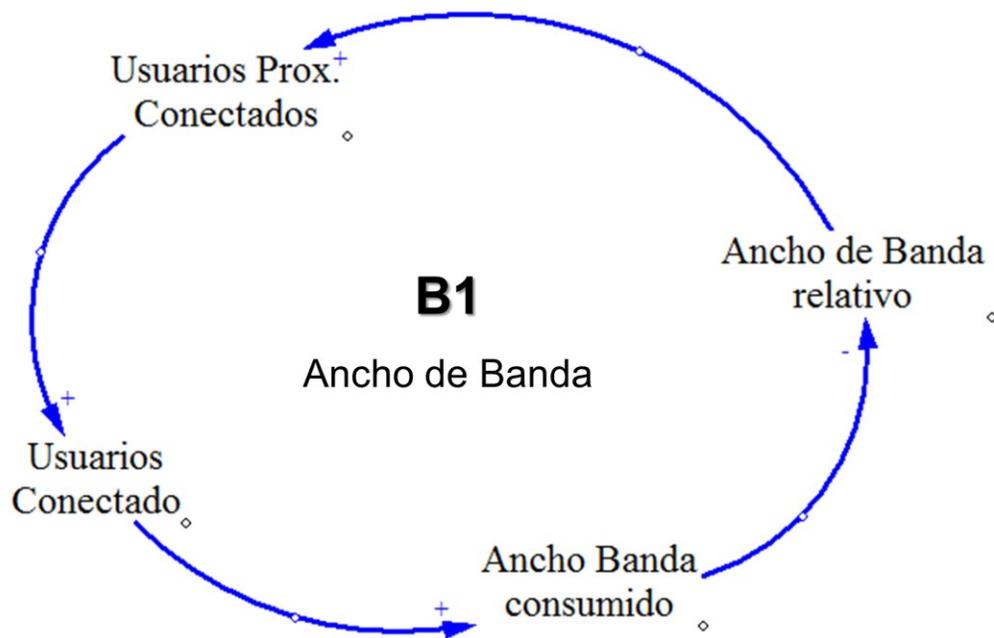
1. Se investigó las principales soluciones a este dilema, lo que se había hecho (revisión de la literatura) y que se quería hacer.
2. Se realizó la Hipótesis Dinámica y a partir de ésta el diagrama de Forrester en el software de modelamiento Vensim.
3. Se plantearon simulaciones, obteniendo resultados.

En cuanto a los resultados se definió una revisión al estado del arte de las publicaciones científicas que abordan la congestión en redes como un dilema social de recurso de gran escala. Otro resultado es un modelo de simulación en Dinámica de Sistemas que represente la congestión en una red; y para conseguir dicho resultado se empleó una herramienta visual de modelización llamada "Vensim". Por último se planteó unas reglas de juego para enfrentar la congestión basándonos en las reglas de La Cooperación que va desde la importancia de la reputación y confianza.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 HIPOTESIS DINAMICA

Figura 7. Hipótesis dinámica (ciclo ancho de banda)

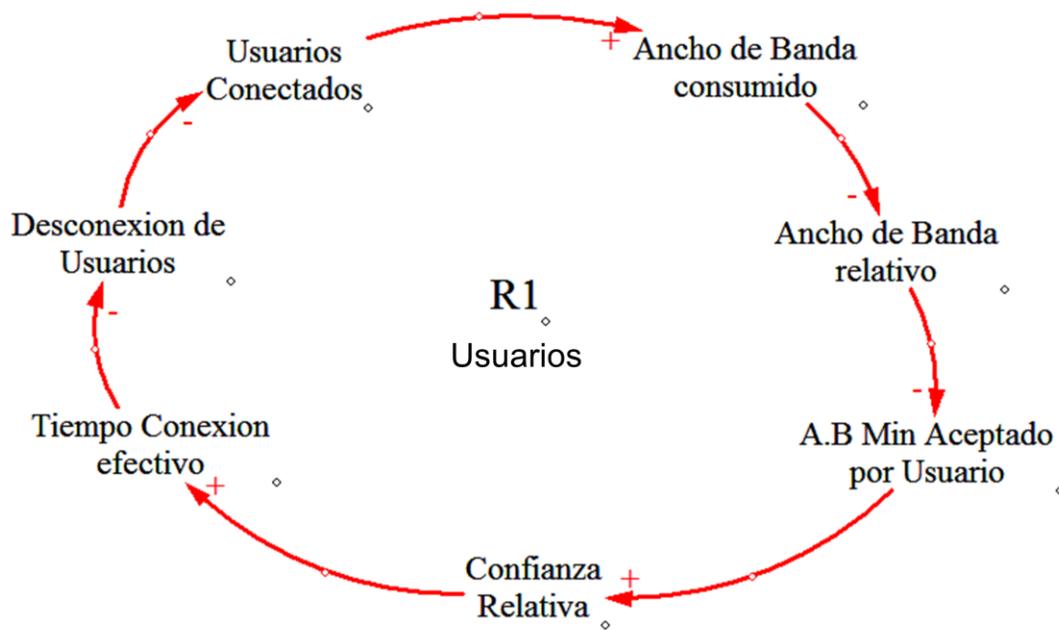


Este ciclo se llama **ancho de banda**. El nombre nace al observar que la variable principal tiene que ver con el ancho de banda relativo que al final termina siendo el medidor de que tanto ancho de banda tenemos para cada usuario de la red. Es un ciclo de reforzamiento negativo (**balance**) y se espera que el ancho de consumido por usuario sea menor para así los usuarios tener mas ancho de banda disponible

y que haya próximos a conectarse. Al haber más usuarios próximos a conectarse, habrá más conectados, así que el ancho de banda será mayor en cuanto a consumo y al existir un mayor ancho de banda consumido, el ancho de banda relativo disminuye.

De esta hipótesis dinámica se espera que el recurso común arroje resultados de usuarios más satisfechos y que el ancho de banda relativo sea más eficiente y con ahorro notable.

Figura 8. Hipótesis dinámica (ciclo de usuarios)



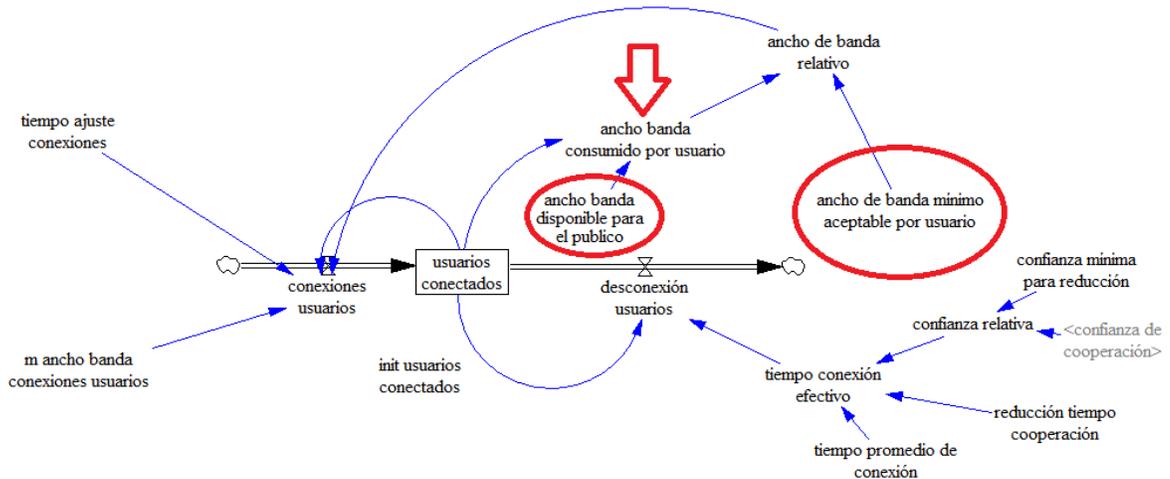
Este ciclo es llamado **usuarios**, ya que por medio de este se puede calcular la cantidad de usuarios conectados en la red y los que migran.

El tiempo ayudará a saber con certeza que tan bueno es el nivel de la red. Así lo muestra la hipótesis dinámica llamada **usuarios** ya que a mayor confianza el tiempo de conexión será más efectivo y esto arrojará menos usuarios próximos a desconectarse. Hay **cooperación**.

Es un ciclo de reforzamiento positivo (**refuerzo**). De este ciclo se espera que los usuarios tengan un tiempo satisfactorio de conexión, que muestre un crecimiento de la confianza en la red y al igual que en la figura 7, que exista un ahorro notable del recurso común. Al haber mas usuarios desconectados se verán menos usuarios conectados, a mas usuarios conectados será mayor el ancho de banda consumido y eso hará que el ancho de banda relativo disminuya; a mas ancho de banda relativo habrá menos ancho de banda mínimo aceptado por usuario de la red y eso creará que la confianza relativa incremente y así se logrará que el tiempo de conexión sea más eficiente.

## 8.2 DIAGRAMA DE FORRESTER

Figura 9. Diagrama de niveles y flujos (Diagrama Forrester) (a)



Flechas: Diseño Institucional

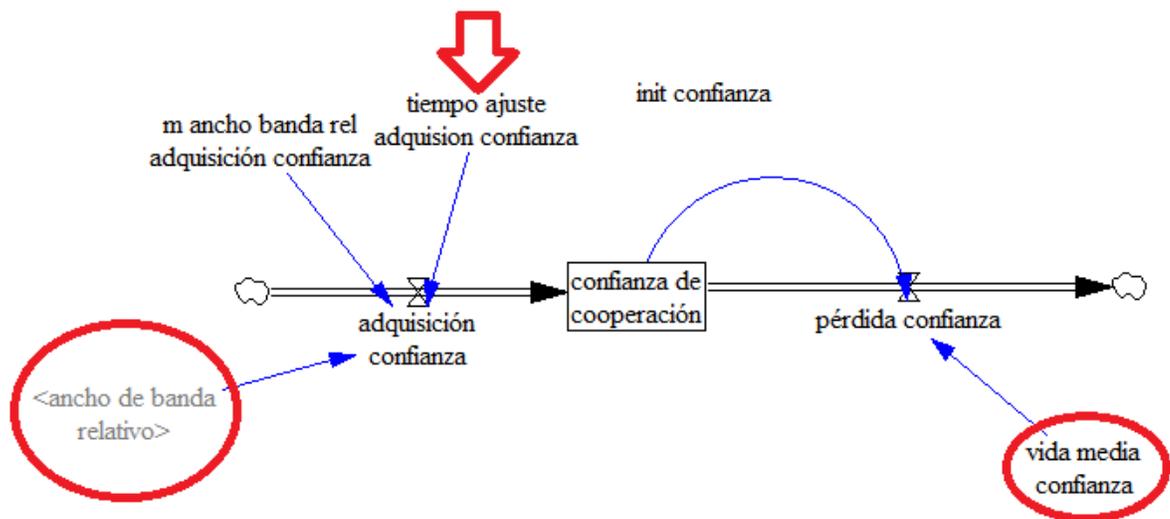
Círculos: Variables importantes que influyen directamente en el Diseño Institucional.

Esta parte del diagrama de niveles y flujos muestra el ciclo del ancho de banda (Figura 7), en donde se implementa un diseño institucional que trabaja como variable y adquiere el nombre de “ancho de banda consumido por usuario”, en el cual se le asigna a cada usuario el ancho de banda a consumir. Por ser asignada manualmente se trata de un diseño institucional. Las variables que influyen directamente sobre el diseño institucional son “ancho de banda mínimo aceptable por usuario” y “ancho de banda disponible para el público” ya que dichas variables son las que harán asignar más ancho de banda o menos para cada usuario.

Las reglas y estrategias son las siguientes:

- Se asigna manualmente el ancho de banda que consume cada usuario. Esto depende de cuanto sea el total de ancho de banda para la red
- A medida que la red incrementa, se hace una nueva repartición de ancho de banda utilizado por cada usuario.

Figura 10. Diagrama de niveles y flujos (Diagrama Forrester) (b)



Flechas: Diseño Institucional

Círculos: Variables importantes que influyen directamente en el Diseño Institucional.

En esta figura se observa el ciclo Usuarios (Figura 8), en el que se encuentra como diseño institucional la variable “tiempo de ajuste adquisición de confianza” y a dicha variable le afecta directamente el ‘ancho de banda relativo’ y la ‘vida media confianza’.

En esta parte del modelo se observa el tema de la confianza. Se determina si hay reciprocidad en todo el trabajo.

Las reglas y estrategias son las siguientes:

- Se asigna un tiempo para que se ajuste de nuevo el nivel de confianza, al terminar ese tiempo, el nivel de confianza varíe.
- Se asigna manualmente una vida media de la confianza, y al acabar continua una perdida de confianza.

### 8.3 SIMULACIONES

Figura 11. Simulaciones Ancho de banda Relativo VS Usuarios Conectados

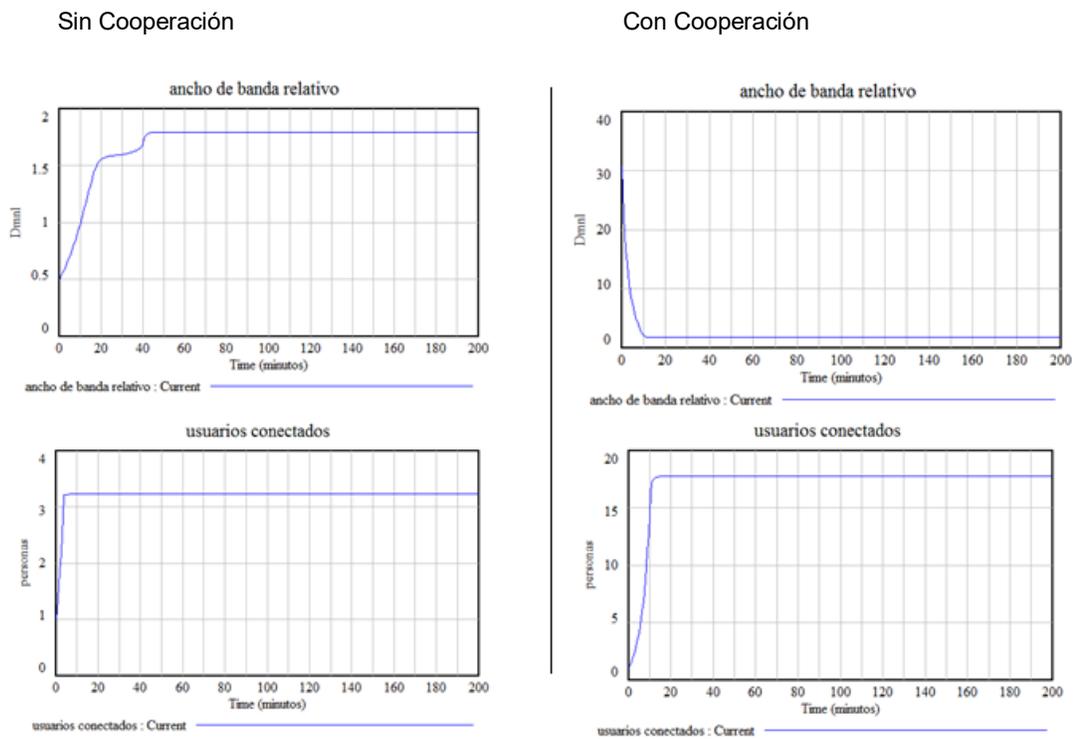
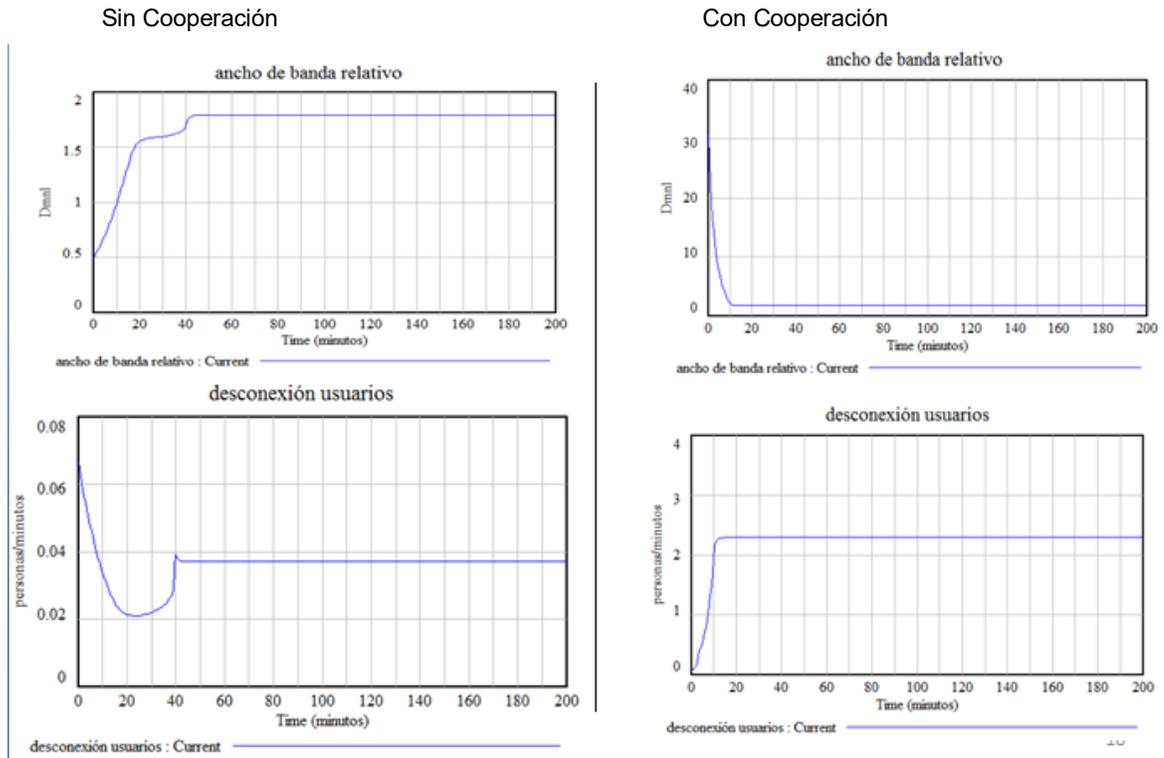


Figura 12. Simulaciones Ancho de Banda Relativo VS Usuarios Desconectados.



En las figuras 11 y 12 (sin cooperación), se muestra la parte inicial de las simulaciones; se describe como en un tiempo de 40 minutos se consume el total del ancho de banda; en la parte de usuarios conectados se muestra que tan solo 3 usuarios utilizan todo el recurso. Después de estas simulaciones y aplicándosele cooperación, la evaluación arroja mejores resultados en cuestión de calidad de red, ya que el ancho de banda se torna constante en menos tiempo; se nota en la parte de los usuarios que el sistema funcionando mejor se alcanza apreciar un número de personas conectadas superior ha cuando no había cooperación. Las hipótesis dinámicas explican dichos cambios ya que el ciclo de balance indica el funcionamiento y utilización del ancho de banda, dándole a este un mejor uso y así logrando un mejor funcionamiento de la red. El ciclo de refuerzo señala que con un mejor tiempo de conexión existirá un crecimiento en la confianza entre los

usuarios del sistema; Entre mayor sea la confianza mayor será el número de personas que llegan a conectarse

- Se observa una tendencia positiva del modelo hacia el mejor uso del ancho de banda como recurso a gran escala después de emplear la teoría de acción colectiva.
- Se observa que el ancho de banda se desperdicia, pero al emplear cooperación en el modelo no se sobre utiliza, ya que la teoría de acción colectiva trata de ver el problema como un dilema social.
- Se observó el cambio brusco que tuvo el bien común al aplicarle la teoría de Ostrom, ya que antes se sabía que el ancho de banda iba en decremento, pero al aplicarle la acción colectiva pasó a ser constante el bien común.
- Ostrom dice que con cooperación ganarán todos los implicados, esto mismo arroja nuestro modelo, ya que los usuarios conectados están cómodos al ver que su servicio es estable.

En la siguiente tabla encontramos el proceso de solución de objetivos, explicando la manera cómo se desarrolló dicho objetivo.

Tabla 1. Proceso de solución de objetivos

OBJETIVO	PROCESO DE SOLUCIÓN
<p>Diseñar una solución basada en la acción colectiva o de cooperación como solución al problema de la congestión en redes de computadoras como dilema social de recurso.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se determinó el recurso común.</li> <li>2. Se establecieron las reglas de juego.</li> <li>3. Investigaciones frente al tema.</li> <li>4. Determinación de variables.</li> <li>5. Se modeló el Diagrama de Forrester, teniendo claro el diseño institucional y las variables.</li> <li>6. Simulaciones.</li> </ol>
<p>Diseñar unas reglas de juego (diseño institucional) basado en la construcción de reputación de cooperación, aplicables a la reducción de la congestión en redes de computadores como supone la Teoría de la Cooperación.</p>	<p>Se determinaron dos reglas de juego básicas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ancho banda consumido por usuario:</b> ya que en esta variable manualmente se le asignará a cada usuario el ancho de banda ha utilizar; por esto es un diseño institucional. A dicho diseño lo afecta el movimiento del <b>ancho de banda total</b> y el <b>ancho de banda mínimo por usuario</b>; ya que entre mas sea el total de ancho de banda, mas será el asignado manualmente. Teniendo presente que la confianza en un determinado tiempo empezara a disminuir si no cooperan.</li> <li>• <b>Tiempo ajuste adquisición confianza:</b> ya que manualmente se le</li> </ul>

Tabla 1. (Continuación)

	<p>dará un tiempo; y así cada vez culminado ese tiempo, se vuelva a adquirir confianza. Para esto interfiere directamente la <b>vida media de la confianza</b> ya que este determinará que tanto dura la confianza de cada usuario.</p>
<p>Desarrollar mediante experimentos de simulación los modelos en dinámica de sistemas aplicando el diseño institucional para reducir la congestión en una red de computadoras.</p>	<p>Teniendo en cuenta las variables y niveles de nuestro sistema, se modeló y se simuló encontrando resultados.</p>

## 8.4 DISCUSIÓN

Tabla 2. Discusión de resultados (a)

RESULTADO	DISCUSION
<p>Mas personas en red, menos ancho de banda desperdiciado.</p>	<p>Sin la cooperación, las personas estaban migrando de la red por la congestión y perdida de ancho q hacia lenta la red.</p> <p>La congestión atacada como dilema social le podemos dar solución. (Huberman; Lukose, 1997)</p>

Teniendo en cuenta la integración al modelo de la cooperación, el ancho de banda relativo se empezó a desperdiciar en menor cantidad mostrando así su proceso descendente (como se ve en la figura 11), convirtiendo la red más rápida y a los usuarios más satisfechos por su calidad de navegación. La congestión en redes como dilema social si tiene solución.

Tabla 3. Discusión de resultados (b)

RESULTADO	DISCUSION
Mejor utilización de ancho de banda.	La teoría de acción colectiva reflejó como resultado en la simulación que el ancho de banda se administra de mejor manera.
	Administrar el ancho por medio de un ISP, controlando las descargas sería una manera de solucionar la congestión pero limita al cliente. (Cayambe; Murillo; Escalante, 1998).

Se cree que no se tiene que limitar al usuario para tener una solución satisfactoria a la buena administración de un recurso común.

Tabla 4. Discusión de resultados (c)

RESULTADO	DISCUSION
Mejor calidad de la red.	<p>Al haber un mejor control del ancho de banda, la red presentará menor congestión y eso crea un estado de satisfacción dentro de los usuarios y ellos no desertaran.</p> <p>No hubo necesidad de utilización de algoritmos (Chrysostomo; Pitsillides; Rossides; Polycarpou; Sekerciogluc, 2003), ni un control de TCP (Low; Paganini; Doyle, 2001) para mejorar la calidad de la red. Con solo cooperar se tuvieron resultados satisfactorios.</p>

Como se muestra en la figura 12, hay menos migración de usuarios con solo integrar cooperación; tan solo con razonamiento y comportamiento humano se pudo lograr una red menos congestionada y no hubo necesidad de traer a un agente externo para ello.

## 9. CONCLUSIONES

Se puede apreciar que la acción colectiva dio solución a un problema dado en una red de computadoras, probado por modelado y guiado bajo parámetros de la dinámica de sistemas.

A la luz de la Teoría de Ostrom, los usuarios o miembros de la sociedad escogen las reglas de juego con las que van a interactuar; por medio de un ISP o el protocolo TCP caemos en lo que Ostrom llama “privatización” y empezamos a limitar y restringir.

Se pudo observar en la investigación que el ancho de banda se utilizaba de una manera individualista pero al emplear la Teoría de Ostrom, los usuarios comenzaron a cooperar y el recurso pudo mantenerse constante.

Con la Teoría de Ostrom todos pueden ganar y cooperar si paga.

## 10. SUGERENCIAS

Se les recomienda a las personas que trabajarán dentro de esta misma área:

- Llevar la investigación a un laboratorio y obtener resultados dentro de una red LAN o WAN, llevando este proyecto a la vida cotidiana.
- Realizar un modelo a mayor escala, quizás a nivel nacional o internacional.
- Utilizar la cooperación como solución a dilemas sociales en un ejemplo de conflictos cotidianos. Se recomienda una empresa ya que la convivencia entre empleados crea en ocasiones ciertos problemas a la hora de utilizar un material que se favorece a ellos.
- Se sugiere estudiar más a fondo el tema de la congestión de redes de computadoras en Colombia, ya que es un tema de investigación innovador y no se encuentran muchos datos y estudios sobre la congestión en este país.

## BIBLIOGRAFIA

BASSI, Roxana. Informe de Internet en Argentina.  
<http://www.links.org.ar/infoteca/reporte-1998.pdf>. Agosto 29 de 2009.

BAUER Steven, CLARK David Y LEHR William. The Evolution of Internet Congestion.

CAYAMBE Roody, MURILLO Holger y ESCALANTE José. Estudio de un administrador de ancho de banda aplicado un ISP. 1998.

CHRYSOSTOMO C., PITSILLIDES A., ROSSIDES L., POLYCARPOU M. y SEKERCIOGLUC A. Congestion control in differentiated services networks using Fuzzy-RED. 2003.

FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics, Cambridge. MA: Productivity Press. 1961.

FOWLER, Henry y LELAND, Will. Local Area Network Traffic Characteristics, with Implications for Broadband Network Congestion Management. IEEE Journal on. 1991.

GOODIN, Robert. Teoría del diseño institucional. Editorial Gedisa. 2003.

HUBERMAN, Bernardo y LUKOSE, Rajan. Social Dilemmas and Internet Congestion. En: Science, New Series. 1997.

INDEX MUNDI. Colombia Número de usuarios de Internet. <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=co&v=118&l=es>, Septiembre 5 de 2009.

LA ASOCIACION DE INTERNAUTAS. Estudio sobre calidad precio en Internet. 2002.

LOW Steven H., PAGANINI Fernando y DOYLE John C. Internet Congestion Control. 2001.

OSTROM, Elinor. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential. American Political Science Association. 1998.

PARRA, Jorge y DYNER Isaac. Cooperación, Expectativa y Racionamiento en Dilemas Sociales de Recurso de Gran Escala.

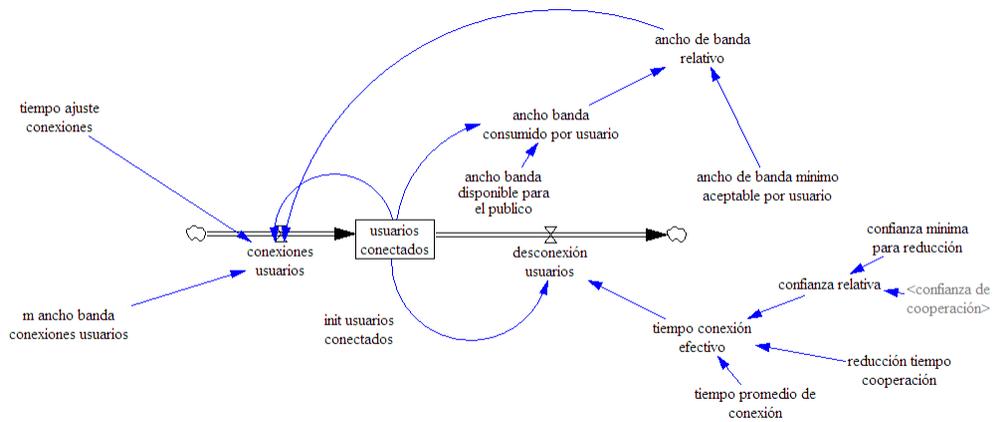
PASTOR, Javier. Congestión TCP: peligro inminente. [http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion\\_tcp\\_peligro\\_inminente.html](http://www.theinquirer.es/2008/03/25/congestion_tcp_peligro_inminente.html). Septiembre 10, 2009.

WIKIPEDIA. Congestión de red. [http://es.wikipedia.org/wiki/Congestión de red](http://es.wikipedia.org/wiki/Congestión_de_red).  
Agosto 28 de 2009.

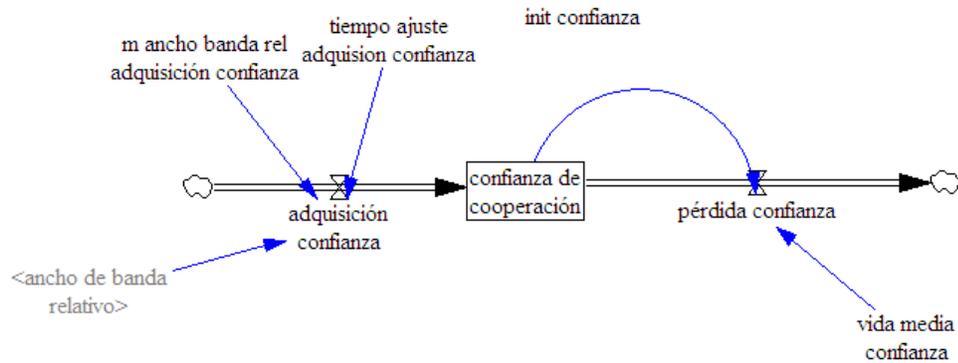
# ANEXOS

## Anexo A. Diagrama de Forrester

### Vista 1.



### Vista 2.



## Anexo B. Listado de Variables del Modelo

Listado generado por Vensim DSS for Windows Versión 5.7

adquisición confianza=

m ancho banda rel adquisición confianza(ancho de banda relativo)/tiempo ajuste adquisicion confianza

~ Dmnl/minutos

~ mayor confianza

|

ancho banda consumido por usuario=

ancho banda disponible para el publico/usuarios conectados

~ mb/personas

~ todo el ancho de banda para todo el mundo dividido entre la cantidad de \ usuarios. Eso da la cantidad de ancho de banda para cada uno de los \ usuarios.

|

m ancho banda rel adquisición confianza(

[(0,0)-(2,4)],(0,0),(1,0),(1.46177,0.403509),(1.71865,1.61404),(1.92661,2.84211),(2,\ 4))

~ Dmnl

~ comportamiento del ancho de banda frente a la adquisicion de confianza

|

ancho de banda mínimo aceptable por usuario=

0.5

~ mb/personas [1,4]

~ el minimo ancho de banda q cada usuario puede utilizar

|

ancho de banda relativo=

ancho banda consumido por usuario/ancho de banda mínimo aceptable por usuario

~ Dmnl

~ el ancho de banda real que tiene el usuario para navegar

|

conexiones usuarios=

usuarios conectados\*m ancho banda conexiones usuarios(ancho de banda relativo)/tiempo ajuste  
conexiones

- ~ personas/minutos [0,10,1]
- ~ Usuarios que entran en la red y se conectan
- |

confianza de cooperación= INTEG (  
adquisición confianza-pérdida confianza,  
init confianza)

- ~ Dmnl
- ~ nivel de confianza
- |

confianza mínima para reducción=

- 1
- ~ Dmnl [1,9]
- ~ valor inicial para una confianza minima
- |

confianza relativa=

- confianza de cooperación/confianza mínima para reducción
- ~ Dmnl
- ~ confianza relativa entre usuarios de la red
- |

desconexión usuarios=

- usuarios conectados/tiempo conexión efectivo
- ~ personas/minutos
- ~ Usuarios que se desconectan
- |

init confianza=

- 0
- ~ Dmnl [0,50]
- ~ inicializacion de la confianza
- |

tiempo ajuste adquisicion confianza=

- 5
- ~ minutos

~ tiempo para ajustar de nuevo la confianza (diseño institucional)  
|

m ancho banda conexiones usuarios(

[(0,0)-(2,2)],(0,0),(1,0),(1.40673,0.105263),(1.71254,0.491228),(1.92661,0.991228),(\n  
2,2))

~ Dmnl

~ Comportamiento de los usuarios al conectarse

|

tiempo conexión efectivo=

tiempo promedio de conexión\*(reducción tiempo cooperación(confianza relativa))

~ minutos

~ tiempo que demoran los usuarios conectados, entre mas rapido se desconecte \n  
es porque mejor funciona la red

|

pérdida confianza=

confianza de cooperación/vida media confianza

~ Dmnl/minutos

~ disminucion de confianza

|

reducción tiempo cooperación(

[(0,0.5)-(2,1)],(0,1),(1,1),(1.3578,0.960526),(1.59633,0.89693),(1.79205,0.824561),(\n  
1.94495,0.712719),(2,0.5))

~ Dmnl

~ al cooperar se reducira el tiempo de conexion

|

vida media confianza=

10

~ minutos [1,60]

~ tiempo en el que dura la confianza en una persona

|

tiempo ajuste conexiones=

5

~ minutos

~ Tiempo de distribucion de ancho de banda

```

|

ancho banda disponible para el publico=
10
~      mb
~      cantidad de megas para toda la red
|

init usuarios conectados=
1
~      personas [0,6,1]
~      Inicializacion de la cantidad de usuarios conectados
|

tiempo promedio de conexión=
20
~      minutos
~      tiempo de conexion de cada usuario
|

usuarios conectados= INTEG (
    conexiones usuarios-desconexión usuarios,
    init usuarios conectados)
~      personas
~      Nivel de usuarios conectados
|

*****
.Control
*****~

Simulation Control Parameters
|

FINAL TIME = 200
~      minutos
~      The final time for the simulation.
|

INITIAL TIME = 0
~      minutos

```

~ The initial time for the simulation.  
|

SAVEPER =

TIME STEP

~ minutos [0,?]  
~ The frequency with which output is stored.  
|

TIME STEP = 0.5

~ minutos [0,?]  
~ The time step for the simulation.  
|

\\---// Sketch information - do not modify anything except names

V300 Do not put anything below this section - it will be ignored

\*View 1

\$192-192-192,0,Times New Roman|12||0-0-0|0-0-0|0-0-255|-1--1--1|-1--1--1|96,96,5,0  
10,1,usuarios conectados,499,311,40,20,3,3,0,0,0,0,0,0  
12,2,48,299,305,10,8,0,3,0,0,-1,0,0,0  
1,3,5,1,4,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(424,305)|  
1,4,5,2,100,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(343,305)|  
11,5,48,384,305,6,8,34,3,0,0,1,0,0,0  
10,6,conexiones usuarios,384,332,36,19,40,3,0,0,-1,0,0,0  
12,7,48,782,306,10,8,0,3,0,0,-1,0,0,0  
1,8,10,7,4,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(716,306)|  
1,9,10,1,100,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(594,306)|  
11,10,48,655,306,6,8,34,3,0,0,1,0,0,0  
10,11,desconexión usuarios,655,333,40,19,40,3,0,0,-1,0,0,0  
10,12,init usuarios conectados,463,401,37,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
1,13,12,1,0,0,0,0,64,1,-1--1--1,,1|(477,362)|  
10,14,ancho banda disponible para el publico,608,264,55,26,8,131,0,0,0,0,0,0  
10,15,ancho banda consumido por usuario,656,195,72,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
1,16,1,15,1,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(531,228)|  
1,17,14,15,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(630,231)|  
1,18,1,11,1,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(571,413)|  
10,19,tiempo promedio de conexión,861,475,65,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
10,20,ancho de banda mínimo aceptable por usuario,873,257,75,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
10,21,ancho de banda relativo,808,119,51,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
1,22,15,21,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(725,160)|

1,23,20,21,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(843,193)|  
 1,24,21,6,1,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(424,215)|  
 1,25,1,6,1,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(469,253)|  
 10,26,tiempo ajuste conexiones,162,188,43,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,27,26,6,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(266,256)|  
 10,28,m ancho banda conexiones usuarios,171,396,64,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,29,28,6,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(284,361)|  
 10,30,reducción tiempo cooperación,1006,442,55,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 10,31,confianza de cooperación,1055,370,45,19,8,2,0,3,-1,0,0,0,128-128-128,0-0-0,|12||128-128-128  
 10,32,confianza mínima para reducción,1024,309,54,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 10,33,confianza relativa,936,356,54,11,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,34,31,33,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(1006,364)|  
 1,35,32,33,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(978,333)|  
 10,36,tiempo conexión efectivo,808,409,53,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,37,36,11,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(737,374)|  
 1,38,30,36,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(912,426)|  
 1,39,33,36,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(887,375)|  
 1,40,19,36,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(838,447)|  
 \\--// Sketch information - do not modify anything except names  
 V300 Do not put anything below this section - it will be ignored  
 \*View 2  
 \$192-192-192,0,Times New Roman|12||0-0-0|0-0-0|0-0-255|-1--1--1|-1--1--1|96,96,100,0  
 10,1,confianza de cooperación,424,192,40,20,3,3,0,0,0,0,0,0  
 12,2,48,203,189,10,8,0,3,0,0,-1,0,0,0  
 1,3,5,1,4,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(344,189)|  
 1,4,5,2,100,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(252,189)|  
 11,5,48,298,189,6,8,34,3,0,0,1,0,0,0  
 10,6,adquisición confianza,298,216,36,19,40,3,0,0,-1,0,0,0  
 12,7,48,707,186,10,8,0,3,0,0,-1,0,0,0  
 1,8,10,7,4,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(641,186)|  
 1,9,10,1,100,0,0,22,0,0,0,-1--1--1,,1|(519,186)|  
 11,10,48,580,186,6,8,34,3,0,0,1,0,0,0  
 10,11,pérdida confianza,580,205,55,11,40,3,0,0,-1,0,0,0  
 1,12,1,11,1,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(507,122)|  
 10,13,vida media confianza,681,290,35,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 10,14,init confianza,463,75,41,11,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,15,14,1,0,0,0,0,0,64,1,-1--1--1,,1|(447,122)|  
 1,16,13,11,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(631,247)|  
 10,17,m ancho banda rel adquisición confianza,208,102,67,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
 1,18,17,6,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(248,153)|

10,19,ancho de banda relativo,130,259,56,19,8,2,0,3,-1,0,0,0,128-128-128,0-0-0,|12||128-128-128  
1,20,19,6,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(217,236)|  
10,21,tiempo ajuste adquisicion confianza,332,90,62,19,8,3,0,0,0,0,0,0  
1,22,21,6,0,0,0,0,0,64,0,-1--1--1,,1|(316,146)|