



SERIE: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DISTRIBUIDO (I)

## Actualidad de los SAD: ¿qué fueron y qué son?<sup>1</sup>

Ricardo Marcelín Jiménez

Julio de 2011

La información, en la actualidad, es un bien común del que dependen tanto la eficiencia en los procesos de gestión como, en general, el funcionamiento de las organizaciones modernas. A pesar de ser un bien intangible, la calidad y la permanencia de la información es vital para el desarrollo actual. Con el paso del tiempo, una organización tiende a multiplicar la información que le interesa mantener disponible, de ahí que las necesidades de almacenamiento se multipliquen y, día con día, exijan mayor complejidad y capacidad.

Digamos, por ejemplo, que una empresa editorial, visible en el mundo entero, requiere compartir los datos de los libros que publica y los mismos textos. Si se tratara de una empresa de dimensiones considerables, el espacio de almacenamiento que demandaría sería igualmente importante. No sólo eso, necesitaría que sus documentos se encontraran disponibles en distintas partes del mundo y que su acceso fuera restringido únicamente a entidades establecidas,

---

<sup>1</sup> Este artículo fue redactado por Fernando Barajas con base en la investigación *Hacia los sistemas de almacenamiento distribuido de información, orientados por la naturaleza de los contenidos*, cuyo responsable es Ricardo Marcelín Jiménez con la asistencia de Reina Carolina Medina Ramírez y Diego R. Guzmán Santamaría. Los autores colaboran en proyectos de investigación aplicada del Fondo de Información y Documentación para la Industria INFOTEC.



pues no podría permitir que su información viajara libremente por la red. Tener un mando central con un servidor y con la necesidad de enviar a cada momento los documentos limita la capacidad de almacenamiento y aumenta los costos y el tiempo de distribución.

Son muchas las organizaciones en el mundo con demandas semejantes. De ahí que, en los últimos años, los Sistemas de Almacenamiento Distribuido (SAD) hayan generado un gran interés en la industria y en la investigación. Básicamente se trata de crear mecanismos capaces de distribuir la información en distintos discos conectados a la red. Pero el asunto no termina ahí; tanto una buena planeación en dicha distribución como mecanismos adecuados para acceder a la información hacen de estos sistemas una oferta atractiva para entidades que generan un enorme volumen de datos.

En efecto, el volumen siempre creciente de información que las organizaciones manejan hoy en día demanda nuevas estrategias de almacenamiento. En general, al utilizar los viejos métodos, más volumen de información significa mayores costos, el crecimiento se encuentra limitado, las fallas pueden estar a la orden del día y los sistemas se ven rebasados por una carga de trabajo intensa. Por el contrario, al descentralizar la información, dicha carga se distribuye y la posibilidad de errores es menor. Aunque a primera vista no parezca lógico, un sistema distribuido reduce los costos, pues no requiere una inversión excesiva en equipo y plantea múltiples opciones que pueden adaptarse justamente a cada situación en particular.



Así pues, la evolución de sistemas centralizados a sistemas distribuidos en el almacenaje de información ha sido un paso importante; sin embargo, no todo termina ahí. Ante la cada vez más compleja y dinámica estructura de almacenaje, los diseñadores de sistemas tuvieron que abandonar la noción de cliente/servidor y generar esquemas P2P (*peer to peer*, o entre pares), donde los sistemas interactúan en el mismo nivel. En pocas palabras, un sistema P2P es distribuido, auto-organizado y simétrico; es decir, consiste en una distribución capaz de auto-organizarse en *topologías* de red (cadenas de comunicación de elementos que confluyen en datos de interés) con el fin de compartir recursos (almacenamiento, ancho de banda, ciclos de CPU, etc.). Estos sistemas son capaces de funcionar a pesar de las fallas y de crear una relación simétrica entre los usuarios; en suma, no necesitan regulación.

En la práctica, un sistema P2P no es afectado si se le agregan nodos (o terminales de red, como computadoras o servidores), pero puede perder coherencia si alguno se ausenta. En general, podemos decir que las preocupaciones de los diseñadores de sistemas P2P, actualmente, apuntan a garantizar la simetría entre nodos, a descentralizarse (no necesitar un servidor), a mantener la cooperación como voluntaria, a la distribución equitativa de información, a la búsqueda efectiva de datos, a la protección contra la inestabilidad de la red, a la posibilidad de crecer sin perder calidad, a la persistencia de la información a lo largo del tiempo, al anonimato y a la seguridad.



De acuerdo con su *topología*, los sistemas P2P se dividen en estructurados (con organización regular) y no estructurados. Los primeros recuperan documentos a partir de sistemas que generan llaves (como en un cuadro sinóptico), llamados DHT (tabla de hash distribuido) hasta llegar al nodo deseado. Los segundos "inundan" la información con los datos de búsqueda o se centran en un solo punto.

Por otro lado, estos sistemas pueden regirse por índices o números asignados a cada elemento para su recuperación. Bajo este supuesto, pueden existir sistemas P2P con índice o sin él; con una ubicación centralizada, local o distribuida; o bien, con anotaciones semánticas o sin ellas. La semantización de los datos atiende al contenido y a sus significados y organiza el índice de acuerdo a ello.

En términos sencillos, los SAD, en nuestros días, pueden ser planeados de dos maneras para resolver las problemáticas anteriores: con o sin estructura. La primera corresponde a una serie de datos que guardan relaciones de jerarquía, oposición, sinonimia, correspondencia, etc., como puede ser una base de datos de ciudadanos que son, al mismo tiempo, electores, candidatos a puestos públicos, personas que quieren abrir un negocio o que tienen una propiedad. La segunda corresponde a información que no guarda relación entre sí, como en el caso de una agencia de noticias que se limita a guardar la información que produce, sin relacionarla necesariamente.



Para que un SAD sea funcional deben calcularse detenidamente los costos y los beneficios. Por ejemplo, un archivo guardado en un solo dispositivo (como una PC o un servidor) es vulnerable, pues si se produce una falla en dicho dispositivo el acceso al archivo se vuelve imposible. *El principio de redundancia* previene este problema al crear copias del archivo y distribuir las en diversos dispositivos. Bajo este precepto, los beneficios pueden ser altos, pero también los costos. Además de la redundancia, existen otros dos parámetros que deben considerarse para hacer el cálculo del que se habló: *el balance de carga y la disponibilidad*.

*El balance de carga* se refiere a la cantidad de información almacenada en un solo dispositivo. Hay dos maneras de definirlo: por principio de equidad o de justicia. En el primer caso, se asigna idealmente el mismo volumen de información a cada dispositivo; en el segundo, se reparte proporcionalmente de acuerdo con la capacidad de cada uno. *La disponibilidad* alude a la posibilidad y la velocidad de acceder a los archivos; es también una manera de medir la satisfacción de los usuarios. Esta característica se relaciona profundamente con la redundancia, pues un archivo copiado varias veces se encuentra más disponible. Finalmente, un sistema puede elevar enormemente sus costos si implica alta redundancia, reparte información entre pocos dispositivos (pues éstos tienen que tener gran capacidad) y genera alta disponibilidad; pero los beneficios también varían. De ahí la importancia del cálculo estricto.



Actualmente, existen múltiples ejemplos de uso de SAD para la gestión de información. Entre los casos que se pueden citar están *OceanStore*, *Napster* y *Ceph*. *OceanStore* es un sistema de almacenamiento a escala global que busca brindar un servicio con alta persistencia y disponibilidad, aun bajo condiciones de gran carga de trabajo, fallas o ataques y cambios en las condiciones de red.

Por otra parte, tenemos el conocidísimo *Napster*, sistema de intercambio de música en formato MP3 entre usuarios pares. En este caso, el sistema realiza sus búsquedas de acuerdo con una serie de metadatos (anotaciones semánticas) de los archivos; tanto la búsqueda como la recuperación se realizan en un dispositivo central, pero la transferencia de archivos se ejecuta entre los usuarios.

Finalmente, el sistema *Ceph*, en un código libre y abierto, apunta hacia el almacenamiento masivo, y llega incluso al orden de los *petabytes*<sup>2</sup>.

Si lo pensamos con cuidado, un SAD, con una buena planeación, puede ajustarse perfectamente a cada organización en particular. Una entidad como el gobierno puede beneficiarse enormemente con un sistema de esta naturaleza. Con ello, el intercambio de información entre niveles de gobierno se haría automática y precisamente, además de que la información que se le agregue sería actualizada de manera oportuna y estaría disponible para, por ejemplo, realizar trámites. Podríamos concluir que los beneficios de un SAD dependen de la manera en que se planea, pero, por ello mismo, cada organización tiene la seguridad de encontrar un SAD adecuado para ella.

---

<sup>2</sup> El *petabyte* es una medida de almacenamiento más grande que el terabyte. El gigabyte, unidad muy común, corresponde a  $10^9$ , el terabyte a  $10^{12}$  y el petabyte a  $10^{15}$ , es decir, a 1.000.000.000.000.000 bytes.



Si te interesó el artículo, también puedes consultar:

- [Investigación “Hacia los sistemas de almacenamiento distribuido de información, orientados por la naturaleza de los contenidos”](#)
- [Artículos de Divulgación INFOTEC](#)
- [Proyectos de Investigación Aplicada en INFOTEC](#)



Esta obra está sujeta a la licencia **Atributo-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 México** de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente siempre que cite a su redactor, autor y la institución que la publican (INFOTEC), no la utilice para fines comerciales ni haga con ella obras derivadas.

La licencia completa se puede consultar en:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/mx/>

### Ricardo Marcelín Jiménez

[r.marcelin.jimenez@gmail.com](mailto:r.marcelin.jimenez@gmail.com)



Doctor en Ciencias Computacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, otorgado por el CONACYT. Profesor del Área de Redes y Telecomunicaciones, del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Como investigador, sus intereses son: el almacenamiento distribuido, las redes inalámbricas de sensores y la simulación de eventos discretos. Actualmente, entre otras actividades, colabora en proyectos de investigación en INFOTEC, dirigiendo el proyecto de investigación “Hacia los sistemas de almacenamiento distribuido de información, orientados por la naturaleza de los contenidos”.

INFOTEC es:

- [Investigación](#) - [Educación](#) - [Soluciones integrales](#) -