Una nueva forma de tratar la complejidad

POR **ALBERTO CALERO**

La complejidad del mundo actual ha crecido de forma acelerada en los últimos quince años. La complejidad de cualquier sistema depende del número de componentes del mismo, así como de las relaciones entre ellos.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están en el origen de esta transformación, facilitando el incremento de conexiones y del número de agentes interconectados (personas, ordenadores, sensores…). En el primer caso, han facilitado la comunicación entre los diferentes agentes capaces de procesar información, humanos y artificiales, siendo estas conexiones las responsables en gran medida de los nuevos niveles de complejidad que vivimos. Internet móvil, *smartphones*, 'servicios en la nube', 'Internet de las cosas' son manifestaciones de esta realidad.

En el segundo caso, la obtención de cantidades masivas de datos a través de la informatización de la sociedad, Internet, Internet móvil y las nuevas generaciones de sensores de bajo coste y la capacidad de añadir inteligencia a cualquier dispositivo han provocado una segunda dimensión de crecimiento en la complejidad de las interacciones hasta niveles que son difícilmente tratables con las técnicas tradicionales de proceso de datos.

La Nueva Ciencia de las Redes

La denominación que predomina en la actualidad asociada a la problemática de gestionar estas grandes cantidades de datos que no se pueden tratar con medios tradicionales es *Big Data*.

Una nueva disciplina ha emergido en la última década, denominada Nueva Ciencia de las Redes, con importantes implicaciones en la gestión de la complejidad asociada a *Big Data* y en una categoría diferente al *Computational Modelling*.

Desde 1995 se han acumulado evidencias de que las redes, sean del tipo que sean, tienen una serie de propiedades comunes. La investigación sobre redes masivas, como Internet o las redes de telecomunicaciones móviles, ha permitido inferir y modelar dichas propiedades experimentalmente, emergiendo así una nueva disciplina científica y tecnológica.

Fundación Telefónica

La Nueva Ciencia de las Redes es una disciplina científica que estudia cómo las redes emergen en la naturaleza, la tecnología y la sociedad usando un conjunto unificado de herramientas y principios. A pesar de las diferencias aparentes, muchas redes emergen y evolucionan dirigidas por el mismo conjunto fundamental de leyes y mecanismos; y es en este punto donde está lo nuevo.

El estudio de grandes cantidades de datos tomando como referencia estas propiedades permite la identificación rápida de patrones que ayudan a centrar el estudio sobre *Big Data*, así como a obtener consecuencias de una forma más ágil.

Un factor que ha impulsado de forma muy relevante la Nueva Ciencia de las Redes es la disponibilidad de datos de redes de gran magnitud que permitiesen el estudio experimental de las mismas, así como la comprobación de la validez de determinadas leyes comunes.

Desde la década de 1990 se empiezan a tener a disposición de la comunidad científica grandes *data sets* de Internet destinados a la investigación de la Ciencia de las Redes. A finales de esta década se tiene acceso también a dimensiones de red todavía mayores como la *World Wide Web* y en la primera mitad de la década de 2000 se tiene también acceso a modelos de comportamiento de las redes móviles que suponen un orden de magnitud superior en términos de nodos y relaciones. Estos *data sets* aceleraron la investigación y el desarrollo de la Nueva Ciencia de las Redes y de las tecnologías asociadas.

La investigación sobre estos *data sets* hizo necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de visualización para el estudio científico de los mismos, dando lugar a una serie de herramientas clave para la identificación de patrones, visualización, simulación y cálculo de parámetros de centralidad que en la actualidad se están empezando a usar no solo para la investigación, sino también para la solución práctica de problemas en la empresa y la sociedad.

Como resultado de la investigación experimental sobre estos *data sets* se descubren una serie de propiedades que son comunes a las redes que forman los sistemas complejos, independientemente de la naturaleza de sus nodos o componentes o de sus conexiones siempre que estas existan en un nivel suficientemente elevado. Existen patrones y parámetros de centralidad que se forman a diferentes niveles en las redes que permiten modelar la posible evolución de la misma.

Tecnología asociada a la Ciencia de las Redes

Podemos asemejar algunos atributos de la nueva generación de tecnologías alrededor de la Ciencia de las Redes con las tecnologías CAD/CAE/CAM surgidas en el último cuarto del siglo XX con gran impacto en todos los procesos de diseño, ingeniería y fabricación. En sus comienzos, estos sistemas proporcionaron la posibilidad de visualizar y simular el diseño de la industria aeronáutica y del automóvil, aunque luego de extendió a todas las áreas de la industria y del diseño, incluida la arquitectura.

Uno de los elementos fundamentales de estos sistemas era la capacidad de visualización de piezas durante el diseño de un producto complejo con las que se podía operar de forma

Fundación Telefónica
Telefónica

interactiva por parte del diseñador. Dichas piezas tenían un modelo matemático que permitía su simulación y ensamblaje virtual en la construcción del producto final más complejo. Las librerías con información de dichas piezas básicas, con sus características físicas y modelos de ensamblaje asociados, eran un elemento fundamental de dichos sistemas, que introdujeron un importante aumento de la productividad en la industria a partir de la década de 1980.

El *software* asociado a la nueva Ciencia de las Redes permite una visualización automática e inteligente de las redes objeto de estudio. Mediante un proceso de interacción con el operador del sistema es posible descubrir de una forma simple y ágil patrones con anomalías desde el punto de vista de red, simulaciones y as.

Aunque el concepto de red es aplicable en la práctica a cualquier área de actividad humana, en la actualidad hay una serie de campos donde se empiezan a usar de forma activa las tecnologías de la nueva Ciencia de las Redes.

Seguridad

Durante el siglo XX, la geografía marcaba en gran medida la cohesión de la sociedad. En un mundo con una capacidad de difusión de información limitada, esta era una consecuencia lógica. Sin embargo, en la actualidad las comunicaciones permiten una difusión de las ideas y de las relaciones menos dependiente del entorno físico. Los grupos de influencia, de poder y de acción se definen en función de los patrones de comunicaciones entre ellos, independientemente del entorno geográfico. Esos patrones definen los nuevos estados y agrupaciones de la sociedad y son el nuevo objeto de las organizaciones de seguridad mundiales.

En la actualidad, la identificación y seguimiento en tiempo real de patrones anómalos de comportamiento en red es una de las aplicaciones con mayor prioridad. Ciberataques, ataques a instituciones o personas en la Red, organización de unidades militares, identificación de células terroristas o ataques a la propiedad intelectual de compañías son ejemplos del uso de la Ciencia de las Redes en esta área.

Marketing*, ventas y marca*

La emergencia de las redes sociales en los últimos años ha transformado el concepto de audiencias que las marcas y las agencias de publicidad y medios tienen, haciendo que la planificación de las campañas tradicionales de comunicación se extiendan a las redes sociales. La difusión de la información, las nuevas segmentaciones que aparecen en forma de comunidades dentro de la Red y la percepción de los atributos de marca y su evolución son algunos de los ejemplos donde la Ciencia de las Redes aporta elementos de medida, simulación y as para el profesional del *marketing*, ventas y comunicación. La monitorización en tiempo real de la difusión de la opinión sobre un determinado producto en Twitter, Facebook o *blogs* es un ejemplo del uso actual de la Ciencia de las Redes en *marketing*.

Mercados financieros

Una de las áreas de aplicación de máxima actualidad es el descubrimiento de patrones

Fundación Telefónica
Telefónica

anómalos en tiempo real en los mercados de valores. Las tecnologías de la Ciencia de las Redes están basadas en la descripción e identificación de la complejidad en términos de patrones confeccionados a partir del conjunto de propiedades de la misma. Esto permite la identificación de situaciones y patrones anómalos visuales desde el punto de vista de las características de la Red que seguidamente son objeto de análisis más detallados con el resto de las tecnologías típicas de *Big Data*. Las oscilaciones de los mercados pueden ser seguidas de una forma nueva a través de las descripciones representadas por conjuntos de patrones básicos de red.

Sanidad

Una de las áreas con mayor actividad en el uso de la Ciencia de las Redes a nivel mundial es la sanidad. La transformación de la sanidad es una de las áreas críticas para la sostenibilidad del sistema económico y de bienestar actual. Tres pilares fundamentan su transformación: la prevención de la enfermedad, a través de un estilo de vida saludable que evite la obesidad como uno de los factores principales de causa de enfermedades; la transformación del modelo hospitalario y su evolución hacia un modelo mucho mas eficiente en términos de calidad y coste basado en el alineamiento de la red de especialidades alrededor del paciente y del análisis de la red de servicios y la identificación de las mejores prácticas, y finalmente la aceleración del paso de los resultados de la investigación a la práctica clínica. En todos ellos la aplicación de la Ciencia de las Redes es sistemática para extraer información relevante y rápida de millones de datos interconectados con gran complejidad. Flujos de pacientes, redes de enfermedades y prevención de las mismas, difusión de epidemias, optimización de costes y contratación son algunos de los usos concretos. La visualización de las relaciones entre las diferentes enfermedades y los genes que tienen en común y la predicción en poblaciones de la evolución de las diferentes enfermedades o la aplicación de la Ciencia de las Redes en la ayuda a la racionalización de los flujos de pacientes en una red de hospitales son ejemplos de cómo se usa la Ciencia de las Redes en la sanidad.

Análisis de organizaciones

Una de las primeras áreas donde se ha aplicado con éxito la Ciencia de las Redes es el análisis de las organizaciones en la empresa. La empresa en la práctica tiene una organización real que no necesariamente coincide con el organigrama. Aspectos como el talento, el cambio, el trabajo en equipo, la eficiencia de las fuerzas de ventas, la motivación o la eficiencia de la organización tienen unas fuertes implicaciones de red que son fácilmente visibles a través del uso de estas herramientas. Se pueden así visualizar y cuantificar aspectos del negocio, permitiendo potenciar los puntos fuertes del mismo y solucionar problemas que muchas veces permanecen ocultos.

Telecomunicaciones

La industria de las telecomunicaciones ha sido la protagonista en primera persona de la evolución en la última década de la Ciencia de las Redes. De hecho, parte de la evolución se ha debido a la disponibilidad de los grandes volúmenes de datos de las redes móviles, que permitieron la observación y validación de las leyes generales de la Ciencia de las Redes.

Fundación Telefónica
Telefónica

En particular, las aplicaciones en este sector fueron pioneras y comenzaron hace ya más de 10 años fundamentalmente en las áreas de *churn* y en la difusión de los nuevos servicios móviles antecesores en muchos casos de las Apps de los *smartphones* actuales. Uno de los primeros hallazgos relativos a la fidelización de clientes estaba relacionado con el hecho de que la fidelización era un aspecto grupal y no individual, con el consiguiente impacto en todos los programas relacionados con la percepción de calidad del cliente.

Planificación estratégica

La complejidad del mundo actual es un reto de primer nivel para la clase política. Durante los últimos años, el World Economic Forum publica unos informes anuales para su Conferencia de Davos sobre los riesgos globales que afronta nuestra sociedad. Por primera vez, en el estudio de 2012 se hizo un análisis exhaustivo de las posibles relaciones entre riesgos con visualizaciones que se desarrollaron a partir de dicho informe usando las tecnologías de simulación y visualización de redes, con el objetivo de identificar las agrupaciones que permitiesen una mayor estabilidad y que debieran ser objeto de extremo control de una forma más sencilla.

Conclusiones

La nueva Ciencia de las Redes estudia la física y las matemáticas que subyacen en cualquier red humana, tecnológica o biológica por el hecho de ser una red. En los últimos quince años ha habido un desarrollo importante de esta disciplina por la disponibilidad de grandes '*data sets* de red', dando lugar a tecnologías que permiten el análisis, planificación, simulación y monitorización de las redes basándose en propiedades generales de las mismas.

La nueva Ciencia de las Redes permite un nuevo tratamiento de la complejidad. La visión en clave de red es diferente. La red da lugar a patrones específicos que son susceptibles de ser identificados a través de las tecnologías de redes, así como su simulación y la definición de acciones posteriores.
Hay una nueva tecnología disponible hoy para el diagnóstico de problemas y oportunidades, pero solo ahora empieza a haber una oferta en el mercado que permite la industrialización y el uso masivo de este tipo de soluciones. Hasta hace poco estos servicios se hacían de una forma artesanal, sin la posibilidad de industrializar una oferta al mercado con impacto en tiempos y precio así como disponibilidad.

La nueva Ciencia de las Redes es una ciencia horizontal que se aplica a todas las áreas económicas y sociales y es clave para cualquier directivo o profesional que ha de tomar decisiones reduciendo el nivel de incertidumbre asociado un mundo cada vez más interconectado. No es una tecnología solo accesible a los técnicos, sino que ahora, con las nuevas tecnologías es manejable por los directores de negocio.

Esta Ciencia, con sus tecnologías asociadas, está jugando un nivel creciente de importancia alrededor del campo conocido como *Big Data*, ya que permite extraer relevancia de una forma rápida de cantidades masivas de datos.

Fundación Telefónica
Telefónica

Fundación Telefónica