

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista REICIS (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** co-edita asimismo UPGRADE, revista digital de CEPIIS (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de UPENET (UPGRAD European NETwork).

<<http://www.ati.es/novatica/>>
 <<http://www.ati.es/reicis/>>
 <<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro fundador de CEPIIS (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en IFIP (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AIZ, ASTIC, RITSI e Hispalinux, junto a la que participa en Prolnova.

Consejo Editorial

Ignacio Aguiló Sousa, Guillem Aitina González, María José Escalona Cuaresma, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, Didac López Vilas, Celestino Martín Alonso, José Onofre Montesa Andrés, Francesc Noguera Puig, Ignacio Pérez Martínez, Andrés Pérez Payeras, Viktu Pons i Colomer, Juan Carlos Vigo López

Coordinación Editorial

Llorenç Pagés Casas <pages@ati.es>

Composición y autoedición

Jorge Llácer Gil de Ramaltes

Traducciones

Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>>

Administración

Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

Secciones Técnicas - Coordinadores

Acceso y recuperación de la información

José María Gómez Hidalgo (Optenei), <jmgomez@yahoou.es>

Manuel J. María López (Universidad de Huelva), <manuel.mana@diesta.uhu.es>

Administración Pública electrónica

Francisco López Crespo (MAE), <flc@ati.es>

Arquitecturas

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <enrique.torres@unizar.es>

Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC), <jordit@ac.upc.es>

Auditoría SITIC

Marina Tourinho Toloño, <marinatourinho@marinatourinho.com>

Manuel Palao García-Suñto (ASIA), <manuel@palao.com>

Derecho y tecnologías

Isabel Hernández Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <isabel.hernandez@ehu.es>

Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <edavara@davara.com>

Enseñanza Universitaria de la Informática

Cristóbal Fariña Flores (DSIC-UM), <cfari@dsic.um.es>

J. Angel Velázquez Turbide (DLSI, URJC), <angel.velazquez@urjc.es>

Entorno digital personal

Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <amarin@it.uc3m.es>

Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <gachet@uem.es>

Estandares Web

Encarna Quesada Ruiz (Virati), <encarna.quesada@virati.com>

José Carlos del Arco Prieto (TCP Sistemas e Ingeniería), <jcarco@gmail.com>

Gestión del Conocimiento

Juan Berge Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <juan.baiget@ati.es>

Informática y Filosofía

José Angel Olivares Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM), <joseangel.olivares@uclm.es>

Karim Gherab Martin (Harvard University), <kgherab@gmail.com>

Informática Gráfica

Miguel Chover Saltes (Universitat Jaume I de Castellón), <chover@lsi.uji.es>

Roberto Vivó Hernando (Eurographics, sección española), <rivo@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software

Javier Dolado Cosin (DLSI-UPV), <dolado@si.ehu.es>

Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <daniel.rodriguez@uah.es>

Inteligencia Artificial

Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV), <vbotti.vinglada@dsic.upv.es>

Interacción Persona-Computador

Pedro M. Latorre Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO), <platorre@unizar.es>

Francisco L. Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, AIPO), <fgutierrez@ugr.es>

Lengua e Informática

M. del Carmen Ugarte García (IBM), <cugarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos

Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaime I de Castellón), <bellem@lsi.uji.es>

Inmaculada Coma Taly (Univ. de Valencia), <inmaculada.Coma@uv.es>

Lingüística computacional

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <xgg@uvigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <mpalomar@dsi.ua.es>

Mundo estudiantil y jóvenes profesionales

Federico G. Mon Trotti (RITSI), <gmon.fede@gmail.com>

Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <mikelbbo_uni@yahoo.es>

Profesión Informática

Rafael Fernández Calvo (ATI), <rftcalvo@ati.es>

Miguel Sarrías Grillo (Ayto. de Barcelona), <msarrias@ati.es>

Redes y servicios telemáticos

José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <joseluis.marzo@ugd.gub.es>

Juan Carlos López López (UCLM), <juancarlos@uclm.es>

Robótica

José Cortés Arenas (Sopra Group), <joscort@ati.es>

Seguridad

Javier Areitio Bertolin (Univ. de Deusto), <jareitio@eside.deusto.es>

Javier López Muñoz (ETSII Informática-UMA), <jlm@cc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real

Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM), <faalonso.jpunte>

Software Libre

Jesus M. González Barahona (GSYC-URJC), <jgb@gsyc.es>

Israel Herráz Tabernero (UAEX), <isra@herraz.org>

Tecnología de Objetos

Jesus Garcia Molina (DIS-UM), <jmolina@um.es>

Gustavo Rossi (LFIA-UNLP, Argentina), <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

Tecnologías para la Educación

Juan Manuel Doderó Beardo (UC3M), <doder@inf.uc3m.es>

César Pablo Córcoles Briogio (UOC), <ccorcoles@uoc.edu>

Tecnologías y Empresa

Didac López Vilas (Universidad de Girona), <didac.lopez@ati.es>

Francisco Javier Cantas Sánchez (Indra Sistemas), <fcantas@gmail.com>

Tendencias tecnológicas

Alonso Álvarez García (TID), <aad@tid.es>

Gabriel Marín Fuentes (Interbits), <gabi@atinet.es>

TIC y Turismo

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga), <gaguayo.guevara@cc.uma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos.

Novática permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid

Tfno. 91 4029391; fax. 91 3099685 <novatica@ati.es>

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia

Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia

Tfno. fax 963330392 <secreval@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña

Via Laietana 46, ppal. 1º, 08003 Barcelona

Tfno. 93 4125235; fax 93 4127713 <secregen@ati.es>

Redacción ATI Aragón

Lagasca 3, 3º B, 50006 Zaragoza

Tfno. fax 976235181 <secreara@ati.es>

Redacción ATI Andalucía

<secreand@ati.es>

Redacción ATI Galicia

<secregal@ati.es>

Suscripción y Ventas

<<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, ATI Cataluña, ATI Madrid

Publicidad

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid

Tfno. 91 4029391; fax. 91 3099685 <novatica@ati.es>

Imprenta: Derra S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona

Depósito legal: B. 15.149.1973 - ISSN: 0211-2124 - CODEN NOVATEC

Portada: El devorador de fantasmas - Concha Arias Pérez / © ATI

Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2003

editorial

El valor que aportan las asociaciones de profesionales de las TIC a la sociedad > 02

La Junta Directiva General de ATI

en resumen

Los próximos 20 años de Internet > 02

Llorenç Pagés Casas

Actividades de ATI

Nueva Junta Directiva General de ATI > 03

Noticias de IFIP

Reunión del TC6 (Communication Networks) > 03

Ramon Puigjaner Trepal

monografía

Internet de las cosas

(En colaboración con UPGRADE)

Editores invitados: Germán Montoro Manrique, Pablo Haya Coll y Dirk Schnelle-Walka

Presentación. Internet de las cosas: De los sistemas RFID a las aplicaciones inteligentes > 06

Pablo A. Haya Coll, Germán Montoro Manrique, Dirk Schnelle-Walka

Middleware semántico orientado a recursos para entornos ubicuos > 09

Aitor Gómez-Goiri, Mikel Emaldi Manrique, Diego López de Ipiña

El método Mundo - Un enfoque ascendente mejorado

de ingeniería informática de sistemas ubicuos

Daniel Schreiber, Erwin Aitenbichler, Marcus Ständer, Melanie Hartman, Syed Zahid Ali,

Max Mühlhäuser

Desarrollo Dirigido por Modelos aplicado a la Internet de las cosas > 24

Vicente Pelechano Ferragud, Joan Josep Fons Cors, Pau Giner Blasco

Memorias digitales de objetos en la Internet de las cosas > 31

Michael Schneider, Alexander Kröner, Patrick Gebhard, Boris Brandherm

Explicaciones Ubicuas: Soporte al usuario en cualquier momento

y en cualquier lugar > 37

Fernando Lyardet, Dirk Schnelle-Walka

secciones técnicas

Acceso y recuperación de la información

Medidas técnicas de protección del menor en Internet > 42

José María Gómez Hidalgo, Guillermo Cánovas Gaillemín, José Miguel Martín Abreu

Empresa y Tecnologías

La paradoja de la incertidumbre: ¿cuándo menos significa más? > 49

Darren Dalcher

Enseñanza Universitaria de la Informática

Uso de recursos online y rendimiento académico del alumnado > 55

José Miguel Blanco Arbe, Jesús Ibáñez Medrano, Ana Sánchez Ortega

Lenguajes informáticos

Historia de los algoritmos y de los lenguajes de programación > 60

Entrevista a Ricardo Peña Marí

Seguridad

La física cuántica en rescate de la seguridad y privacidad de la información > 64

Javier Areitio Bertolin

Referencias con firma > 68

sociedad de la información

La Forja

Creación de un Clúster de Alta Disponibilidad con software libre (enunciado) > 75

Miguel Vidal López, José Castro Luis

Programar es crear

Triangulo de Pascal y la Potencia Binomial > 76

(Competencia UTN-FRC 2010, problema E, enunciado)

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano

asuntos interiores

Coordinación Editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales > 77

Monografía del próximo número:

"Ingeniería del Software en proyectos de e-Learning"

Darren Dalcher

Middlesex University; Director del National Centre for Project Management (Reino Unido)

<d.dalcher@mdx.ac.uk>

La paradoja de la incertidumbre: ¿cuándo menos significa más?

Traducción: Josep Moya Pérez (socio sénior de ATI)

1. Introducción

La reciente crisis de 2008 en Wall Street y otros centros financieros sirve para destacar la otra cara de las oportunidades y del potencial. El 29 de septiembre de 2008, después de algunas modestas bajadas en las bolsas de valores en Asia, el índice industrial Dow Jones se hundió 778 puntos, una caída del 7% en un sólo día. En poco más de seis horas la industria de los Estados Unidos perdió más de 1,2 billones de dólares de valor, la primera pérdida en la historia de más de un billón de dólares en una única jornada y el día más negro desde el *crash* de Wall Street de 1987. Los mercados mundiales siguieron la tendencia de los Estados Unidos mostrando una pérdida diaria global que superaba los 5 billones de dólares.

Los corredores de Bolsa, los inversores, los banqueros e incluso los reguladores se vieron atrapados en un escenario que en teoría era imposible. Según el destacado economista y matemático Benoit B. Mandelbrot, las probabilidades de un colapso diario tal como ese, calculadas mediante la teoría aceptada son de una entre mil millones. Pero el colapso sucedió induciendo a Mandelbrot a señalar con el dedo a la evaluación temeraria del riesgo, y a una supervisión laxa y su dependencia de aproximaciones "lo suficientemente cercanas" al comportamiento "típico".

2. Gestión de los riesgos

La gestión de los riesgos se ha convertido paulatinamente en una actividad "normal" que actualmente es parte constituyente de muchas profesiones. De hecho, la administración de riesgos se ha convertido en el pilar central de un control eficaz que ha sido adoptada universalmente por las empresas, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales. El concepto de riesgo se ha vuelto tan omnipresente que buscamos continuamente explicaciones en función del riesgo del mundo que nos rodea. Mediante esta búsqueda hemos desarrollado principios universales de organización y gestión a través del control de riesgos.

El sociólogo alemán Ulrich Beck se percató en 1992 de que el riesgo se había convertido en una característica dominante de la sociedad, reemplazando a la producción de riqueza como medio de medida de las decisiones [2]. La idea de una *sociedad de riesgo* describe la forma en la que la sociedad se organiza y se involucra con el riesgo. De hecho, algunos podrían alegar que

Resumen: El riesgo se ha convertido en un aspecto generalizado reconocido de la vida, con la gestión del riesgo asumido como una preocupación en muchos contextos de negocio. Con las prisas para tratar los aspectos visibles del riesgo, parece haber una tendencia humana a ignorar la incertidumbre inherente a las situaciones, prefiriendo centrarse más en los riesgos más cuantificables. Como las organizaciones se autorreestructuran en torno a la gobernabilidad y la aversión al riesgo, este artículo plantea si la gestión de riesgos ha aumentado, paradójicamente, el nivel de riesgo al que nos enfrentamos de la misma forma en la que los ingenieros de seguridad han llegado a la conclusión de que añadir dispositivos de seguridad puede contribuir a posteriores accidentes. El camino a seguir pasa por la adopción de una nueva "cultura del diseño" unida a una sociedad fuerte que se implique activamente en los riesgos y su ambigüedad, incluyendo los que surgen al evitar otros riesgos.

Palabras clave: accidentes corrientes, ambigüedad, cultura del diseño, decisiones normales, gobernabilidad, incertidumbre, organizaciones de riesgo, riesgo, sociedad de riesgo, sociedad fuerte.

Autor

Darren Dalcher (PhD, FBCS, CITP, FAPM) es profesor de Gestión de Proyectos de Software en la Middlesex University y Director del National Centre for Project Management (Reino Unido). Fue nombrado por la Association for Project Management como uno de los 10 "movers and shapers" (motores y conformadores) en gestión de proyectos en 2008 y también fue elegido Académico de Año por *Project Magazine* por su contribución a la elaboración e integración del trabajo académico con la práctica". A partir de su experiencia empresarial y de consultoría en gestión de proyectos informáticos, obtuvo su doctorado en Ingeniería del Software en el King's College de la Universidad de Londres. En 1992, fundó el *Forensics Working Group* del IEEE Technical Committee on the Engineering of Computer-Based Systems (del que ha seguido siendo presidente), un grupo internacional de participantes del mundo académico y empresarial formado para compartir información y desarrollar habilidades en la recuperación ante el fracaso de sistemas y proyectos. Ha escrito más de 150 artículos y capítulos de libros sobre Ingeniería del Software y Gestión de Proyectos. Es editor-jefe de *Software Process Improvement and Practice*, una revista internacional que se centra en la capacidad, madurez, crecimiento y mejora; editor de una importante serie nueva de libros, *Advances in Project Management*, que sintetiza conocimientos de vanguardia, habilidades, visiones y reflexiones, y de una nueva serie acompañante *Fundamentals of Project Management* que proporciona las bases esenciales en áreas clave de la gestión de proyectos. Es miembro de la Association for Project Management, de la British Computer Society, del Project Management Institute, de la Academy of Management, del IEEE y de ACM.

refleja nuestra preocupación por el futuro y su incertidumbre inherente.

La promesa de la tecnología es seductora. Con las prisas para adoptar nuevas tecnologías y aceptar nuevas oportunidades a menudo hemos demostrado reticencias a aceptar los riesgos asociados. Esto suele ir acompañado por la suposición de que los riesgos se pueden controlar mediante la aplicación de aptitudes. Pero ¿qué sucede si el riesgo no es nuestro problema real?

3. ¿Riesgo o incertidumbre?

El riesgo representa una forma convencional de expresar incertidumbre acerca de posibles resultados. Cuando disminuye la incertidumbre, se hace posible cuantificar plenamente los riesgos. Por el contrario, cuando los niveles de ambigüedad, de incertidumbre y comple-

jidad de un sistema suben, se vuelve progresivamente más difícil identificar plenamente, y menos aún, cuantificar todos los riesgos potenciales.

La incertidumbre puede contemplarse como una situación novedosa donde el conocimiento del pasado ofrece poco o ningún valor. Generalmente la gente se siente incómoda con la incertidumbre; la mayoría de nosotros prefiere los riesgos (conocidos) a la incertidumbre.

Para ver una demostración sencilla consideremos la situación descrita en la **figura 1**.

La paradoja de Ellsberg

El experimento ha sido realizado con decenas de miles de sujetos. Es conocido como la paradoja de Ellsberg [3]. Los resultados son

Tiene delante de usted dos urnas, etiquetadas como urna I y urna II.

La urna I tiene 100 bolas rojas y negras, pero usted no sabe cuántas hay de cada.

La urna II contiene exactamente 50 bolas rojas y 50 bolas negras.

Yo ahora le ofreceré tres situaciones de apuestas:

Sin mirar, sacaré exactamente una bola de cada urna. ¿Prefiere apostar 100 dólares por extraer una bola roja en ambas urnas, o por obtener una bola negra en ambas urnas?

Ahora podrá sacar una bola (sin mirar) de cada urna. ¿Prefiere apostar 50 dólares por obtener una bola roja de la urna I o por sacar una bola roja de la urna II?

Una vez más, puede extraer una bola (sin mirar) de cada urna. ¿Prefiere apostar 50 dólares por sacar una bola negra de la urna I o una bola negra de la urna II?

Figura 1. Escenario experimental de la paradoja de Ellsberg.

casí siempre los mismos. La mayoría de sujetos se muestran indiferentes entre apostar 100 dólares a bolas rojas o negras de **ambas** urnas. Esto no es sorprendente ya que parece que hay la misma oportunidad de ganar en cualquiera de los casos.

La mayoría de las personas prefiere apostar 50 dólares al rojo de la segunda urna a hacerlo al rojo de la urna I. **También** prefieren apostar 50 dólares al negro de la segunda urna a hacerlo al negro de la urna I. La razón típica dada por los sujetos es que se conoce la proporción exacta de bolas rojas y negras en la segunda urna y por lo tanto se trata de una apuesta "de menos riesgo". Los resultados sugieren que la gente prefiere las situaciones de riesgo (donde las proporciones de bolas de dos colores diferentes se determinaron al 50 por ciento) a los de la verdadera incertidumbre (donde se tomaron las bolas de una mezcla al azar – implicando así una probabilidad de mezcla del 50 por ciento). Cuando apuestan a un color en particular, la mayoría de los encuestados eligió la proporción determinada para cada color, lo que sugiere que la probabilidad de que salga cualquier color es mayor del 50% (aunque no mostrando diferencia alguna entre los colores cuando se les propuso apostar por un color en ambos montones).

Este patrón de preferencia es incompatible con la toma racional de decisiones. La implicación de lo que se ha denominado la Paradoja de Ellsberg es que los decisores se sienten más a gusto con el riesgo que con la incertidumbre. Curiosamente, la cantidad de dinero en oferta (es decir, el premio en la oferta) no altera la preferencia de la elección de los participantes consiguiéndose los mismos resultados cuando la apuesta que se ofreció es de 50 o de 500.000 dólares. Tampoco el nivel de conocimiento y experiencia en la toma de decisiones parecen cambiar las preferencias de los sujetos, con expertos tomando decisiones similares a los principiantes.

Otros experimentos muestran que los decisores aplazarán las decisiones importantes frente a la incertidumbre. Esto incluso se aplica cuando las decisiones no están directamente relacionadas, mostrando que la incertidumbre en un área puede afectar nuestro desempeño en otras áreas. Por ejemplo, cuando se les ofreció un paquete especial de vacaciones a un precio muy reducido, la mayoría de los estudiantes aplazó su elección y eligió pagar un depósito no reembolsable hasta que averiguaran si pasarían el examen de final de año. A otros grupos se les comunicó su resultado final, y la mayoría de los que aprobaron y de los que no, eligieron aceptar la misma oferta (presumiblemente bien como un capricho o para sentirse mejor). He intentado experimentar con configuraciones similares con profesionales que estaban esperando escuchar los resultados de una decisión importante en cuanto a financiación de proyectos o una promoción, con idénticas consecuencias. La mayoría de los que esperaban los resultados eligió aplazar su decisión y pagar un depósito, mientras que la mayoría de los que se les dio su resultado, independientemente del que fuera, eligió tomar la misma decisión.

"Hacemos frente a la incertidumbre irracionalmente, por ignorancia o por pre-ocupación"

– Detlof von Winterfeldt.

La paradoja y más ejemplos ponen de relieve nuestra incapacidad para controlar la incertidumbre. La mayoría de nosotros está incómodo en presencia de la incertidumbre y prefiere algún conocimiento parcial a la total ignorancia con respecto a una situación dada. Como resultado, las oportunidades que existen en situaciones inciertas a menudo se pueden sacrificar en un esfuerzo por optar por el riesgo en contraposición a la incertidumbre (se pueden perder potenciales beneficios adicionales en el intento de reducir el nivel de riesgo).

La existencia de la incertidumbre y la ambigüedad a menudo se contempla con malestar. La incertidumbre parece actuar como un elemento de disuasión y determina dónde y cómo nos comprometemos con las situaciones. Los científicos sociales Douglas y Wildavsky señalaron que la incertidumbre impide o inhibe la asunción de riesgos [4]. De hecho, como gestores de riesgos y líderes de proyectos, la mayoría de las veces no controlamos riesgos; simplemente intentamos evitar incertidumbres y ambigüedades.

4. La obsesión por el riesgo

Para afrontar la incertidumbre utilizamos recursos en un esfuerzo por reducir la probabilidad o el impacto esperado de algunos de los riesgos o para mitigar sus consecuencias. Sin embargo, en situaciones complejas, especialmente en aquellas con incertidumbre y ambigüedad, se requieren complejas compensaciones y compromisos. Reducir un riesgo puede aumentar otros, o introducir otros nuevos para los que no estamos preparados. Nuestra tendencia a evitar la incertidumbre y controlar los riesgos se traduce por lo tanto en el desarrollo de mecanismos para la manipulación de riesgos y en la creación de medidas de seguridad. Sin embargo, las medidas de seguridad tienen un precio.

También hay evidencias de que cuando algún riesgo se reduce la gente tiende a cambiar su comportamiento y actúa de manera menos responsable. Esto es notable cuando se trata de dónde construimos casas: a medida que la sociedad se hace más consciente de las consecuencias de los incendios forestales y de los terremotos, la gente comienza la construcción de viviendas en lo más profundo de los bosques y más cerca de fallas geológicas. La evacuación y el rescate en futuros incidentes se convierten en cada vez más exigentes y más peligrosos para todos los involucrados. Además la mayor seguridad que se percibe asociada con el área en cuestión puede incitar ahora a plantas químicas, reactores nucleares, refinerías de petróleo o instalaciones de investigación biológica a trasladarse a las mismas zonas añadiendo cada vez más complejas interacciones, incertidumbres y riesgos. Así, futuros incidentes y potenciales desastres pueden ser más complicados y peligrosos. Por lo tanto, la mejora potencial para hacer frente a los riesgos se traduce en un comportamiento más temerario que a menudo minimiza dichas mejoras.

El especialista en seguridad Samuel Peltzman demostró que las medidas de seguridad suelen dar como resultado un comportamiento más irresponsable en cuanto la gente se siente segura. Su investigación sugiere que los cinturones de seguridad han creado coches más mortíferos [5]. Edward Tinner, en su éxito editorial *Why things bite back: predicting the problems of progress* describió el "efecto ven-

ganza" que acompaña a la introducción de medidas de seguridad [6]. Este libro está lleno de ejemplos de tecnologías que alientan nuevos comportamientos. Uno de sus ejemplos trata de sistemas de control de inundaciones, que incitan a la gente a asentarse en zonas propensas a inundarse, debido a la aparición de esta protección adicional. De manera similar, mejores sistemas de alerta y de evacuación puede llevar a estas poblaciones a una mayor exposición al riesgo al sentirse más seguras y por tanto tender a asumir mayores riesgos.

Las intervenciones de seguridad suelen lograr redistribuir o transferir la carga de riesgo, en lugar de reducirlo. El esfuerzo directo para eliminar o reducir un cierto riesgo puede llevar por lo tanto a un aumento neto en el mismo riesgo, o en nuevos. La redistribución se refiere a la sensación de mayor seguridad, pero también a los nuevos mecanismos que deben integrarse en los procedimientos y los sistemas existentes, y a la necesidad de garantizar que son activados y usados correctamente. Como hemos visto a lo largo de los años con tormentas e inundaciones, las medidas de seguridad también pueden contribuir a nuevos modos de fallos, a veces a una escala nueva e inimaginable.

En lugar de estar más bajo control, el mundo parece estar desarrollándose en un "mundo fuera de control" [7]. Nuevos riesgos e incertidumbres, incluyendo el calentamiento global y el colapso financiero, afectan a todos los individuos tanto si han participado como si no en los acontecimientos que han conducido a ellos, o en su regulación. Su tamaño y efectos potenciales, y los métodos para hacerles frente son igualmente desconocidos.

5. Organizaciones de riesgo

Durante mucho tiempo, la humanidad se ha enfrentado a los riesgos asociados con la supervivencia y los desastres naturales. En un intento de mejorar nuestra condición natural nos hemos esforzado por crear, construir y diseñar un entorno mejorado. Sin embargo, un subproducto principal de los progresos realizados por la tecnología y el desarrollo ha sido la generación de nuevos riesgos y peligros. Muchos de ellos son muy grandes, globales e irreversibles. No son bien comprendidos y algunos van acompañados por nuevos riesgos.

Nuestra sociedad moderna intenta, cada vez más, garantizar entornos seguros y controlados para sus ciudadanos, trabajadores y partícipes. Esto puede ser una tarea difícil dada la ambigüedad y la incertidumbre que acompañan a las nuevas condiciones.

La tendencia a controlar la incertidumbre a través de la reducción de riesgos persiste. A medida que aumentan la escala y el alcance de los riesgos, los intentos por controlarlos

desembocan en la generación de nuevas estructuras y procedimientos preocupados con el control y la gestión pública. Una de las respuestas al crecimiento del riesgo ha sido en gran medida el surgimiento de regulación de riesgos, el desarrollo de políticas globales y regímenes auditores que intentan controlar los riesgos y estandarizar las respuestas a los mismos. Esto conduce a su vez a nuevas formas y marcos de control.

A lo largo de los últimos diez años la gestión del riesgo se ha convertido en un pilar fundamental de la gobernabilidad. Los marcos de gobernanza capacitan a las organizaciones y a partes de la sociedad a actuar centrándose en la responsabilidad y en el control. Así, esto introduce la estructura para organizarse en torno a los riesgos y las incertidumbres.

En respuesta a una cadena de fallos, la gestión de riesgos organizativos se concibió como un conjunto de prácticas y regulaciones que intentan reducir la incertidumbre a la que nos enfrentamos. Medidas reactivas como la certificación y los regímenes de divulgación, ejemplificados por la legislación Sarbanes-Oxley, proporcionan un control de regulación.

Por lo tanto, cada colapso, accidente o fallo puede ser utilizado como plataforma de lanzamiento para la imposición de capas adicionales de mecanismos de control, estructuras y políticas. Esto introduce procedimientos de rendición de cuentas y cumplimiento de normas. De esta forma la incertidumbre se reduce gradualmente en riesgos más pequeños y mejor comprendidos que pueden ser tratados y atenuados.

El riesgo también ha sido elevado a un enfoque organizativo. Muchas grandes corporaciones dominan la economía global, y tienen en general un gran impacto en la sociedad. Debido a los marcos jurídicos y de gobierno, la gestión de riesgos ha acrecentado la cadena corporativa y juega un papel clave en la vida de las organizaciones. La gestión del riesgo institucional está creciendo en muchas organizaciones empresariales líderes. Las decisiones se suelen remitir a comités de riesgos, directores de riesgos o consejos de gestión de riesgo y en algunas organizaciones los riesgos pueden articularse por el Consejo de Dirección o asignados a ejecutivos concretos. Por lo tanto hemos pasado de ser una *sociedad de riesgo* que crea nuevos peligros a través del desarrollo a convertirnos en un grupo de *organizaciones de riesgo* sensibles que implementan estrechamente nuevos procedimientos de gobierno y estructuras dirigidas a reducir las variaciones y a proporcionar visibilidad, control y rendición de cuentas.

Sin embargo tales estructuras inevitablemente dan lugar a nuevos riesgos e incertidum-

bres. Las estructuras de gobierno unifican y estandarizan la acción a seguir. En condiciones de competencia y especialmente en una crisis, se puede asegurar que todos los participantes tenderán a reaccionar de la misma manera, exacerbando así la crisis. Además, en común con todas las medidas de seguridad, generan impactos nuevos e inesperados y crean una incertidumbre añadida.

Un ejemplo de un mecanismo de control creado para la mitigación de los riesgos financieros y para aliviar el pánico financiero es la creación en 1913 de la Reserva Federal, el Banco Central de los Estados Unidos. El sitio web de la Reserva Federal establece que la Fed "ofrece a la nación un sistema monetario y financiero seguro, flexible y estable". Su éxito en mantener el control en el crash bursátil de 1987, en la alarma provocada por el (espectacular derrumbe del) *Long-Term Management Capitalen* 1998 y en el hundimiento de la bolsa de valores tecnológicos en 2000-2001 demostró que el sistema mayormente funciona. Sin embargo, los últimos éxitos y mejoras pueden llevar a nuevas actitudes, a un comportamiento relajado y a riesgos redistribuidos.

La crisis financiera de 2008 cogió a todos por sorpresa en parte porque las últimas depresiones habían sido sucesos relativamente pequeños. Como hemos visto, la reducción de los riesgos conduce a menudo a un comportamiento cada vez más imprudente. Sin ningún gran pánico en la memoria reciente, la gente comenzó a actuar como si no pudiera producirse ninguno. Después de todo, se habían establecido varios niveles de protección y una nueva legislación, como el recientemente implementado marco reglamentario Basel II (cuyo significado es proporcionar mejor información sobre la exposición al riesgo y garantizar un capital suficiente) garantizaría que nada pudiera salir mal.

El señuelo de obtener algo a cambio de casi nada era demasiado tentador, el recuerdo de pasadas incertidumbres era demasiado lejano. Es más, surgió un nuevo desarrollo en el que el riesgo por sí mismo se vendía como una mercancía de modo que la exposición al riesgo se empaquetaba y comercializaba. Paquetes de hipotecas *subprime* (de alto riesgo) fueron divididos y comercializados como valores. Por lo tanto, el riesgo fue redistribuido a organizaciones de riesgo con estructuras de gobierno responsable y legislación coincidente – todo bajo la atenta mirada de los órganos de gobierno.

En lugar de desarrollar nuestra capacidad, flexibilidad y resistencia para hacer frente a eventos inesperados y fluctuaciones [8], solemos invertir en medidas estandarizadas y más universales en relación con aspectos comunes como se percibió a la luz de fallos anteriores lo que proporciona un mayor nivel

de garantía formal. Así incorporamos el Principio de la Cautela, en un intento de actuar en anticipación de la peor forma de daño que es considerada inaceptable. Sin embargo, al abordar los riesgos que no queremos tolerar, a menudo solemos llevar a cabo acciones e introducir nuevas medidas cuyos efectos no comprendemos. La nueva incertidumbre así introducida puede en algunos casos mostrarse más amenazante que los riesgos originales.

6. De accidentes normales a decisiones normales

Nuevas amenazas globales nos rodean desde todas las direcciones. En lo que parecería ser un mundo cada vez más estrechamente unido, cualquier perturbación en una parte afectará a todas las demás. Como las *organizaciones de riesgo* se enlazan a otras formando extensas cadenas de efectos, se vuelven más dependientes de otras y más vulnerables a los nuevos riesgos. Las amenazas que van desde un tsunami en Indonesia, o un bloqueo del flujo de petróleo en Europa, a una disputa fronteriza en la India, a una explosión en Japón, o a un crash bursátil en China pueden propagarse a través de la economía mundial afectando a cadenas de suministro y al flujo de dinero y bienes.

El entorno en el que operamos puede caracterizarse como cada vez más complejo y exigente, cada vez más global, con mucho en juego para todos los participantes. Habida cuenta de los numerosos cambios, algunos causados por nuestras respuestas a los riesgos, el conocimiento del entorno necesita dar cuenta de la incertidumbre, la ambigüedad e incluso de alguna ignorancia.

Como hemos visto en el ejemplo del colapso financiero, las *organizaciones de riesgo* participan en una variedad de desconcertantes problemas de dimensiones sociales y técnicas. Estas *organizaciones de riesgo* desempeñan un papel activo en la búsqueda de sus propios programas y en la configuración de la forma y el contexto de los dilemas y controversias que generan sus acciones. Sus percepciones del riesgo son conformadas por el contenido humano y el contexto social además de por sus preocupaciones técnicas.

Los sistemas de riesgo conllevan estructuras, procedimientos (incluidos los destinados a reducir los riesgos), participantes con percepciones personales y *organizaciones de riesgo* operando en un entorno dinámico. La interacción con la tecnología en tales sistemas, en un esfuerzo por reducir incertidumbres a riesgos da lugar de ese modo a entornos desordenados y complejos. La adición de sistemas de control de riesgos incrementa la complejidad.

El sociólogo e investigador de accidentes Charles Perrow observó que, en estos

entornos, caracterizados por una complejidad interactiva (donde dos o más fallos pueden interactuar de formas inesperadas) y una estrecha unión (donde partes del sistema se entrelazan y tienen gran efecto los unos sobre los otros) los accidentes se hacen inevitables, introduciendo de este modo su idea de los "accidentes normales" [9]. Las tecnologías con estas características son por su propia naturaleza inseguras. El gran número de componentes y la multiplicidad de vínculos entre ellos implican muchas formas posibles de interacción. Los componentes, por tanto, pueden afectar a otros inesperadamente y son capaces de propagar problemas. La adición de nuevas medidas de seguridad aumenta el número de posibles interacciones y por lo tanto, también aumenta el número de posibles maneras de que alguna cosa salga mal. En otras palabras, la redistribución del riesgo resultante de una intervención, encaminada a reducir un riesgo conocido, puede ser incierta, impredecible e incontrolable.

Continuando nuestra discusión, las implicaciones de los "accidentes normales", tal y como se relacionan con el control de riesgos son las siguientes:

- Las partes interesadas se enfrentan a interacciones inesperadas y misteriosas entre fallos (es decir, no podemos entender siempre cómo surgen nuevos fallos).
- Los grandes acontecimientos tienen inicios pequeños (los pequeños cambios e intervenciones se pueden descontrolar).
- Las organizaciones y la gestión desempeñan un papel importante en la causa y la prevención de accidentes y fallos (las *organizaciones de riesgo* y sus acciones conforman el entorno y a su vez a la propia organización).
- Las soluciones, así como los dispositivos de seguridad se añaden a complejidades inherentes, y por lo tanto a la probabilidad de accidentes (los intentos por reducir el riesgo pueden tener el efecto contrario).

Durante mucho tiempo hemos sabido que un sistema es tan fuerte como su componente más débil. Los sistemas complejos con múltiples componentes y los participantes humanos tienen muchas vulnerabilidades. La selección de riesgos específicos sin un conocimiento suficiente de sus interrelaciones puede conducir a accidentes y fallos en el sistema. De hecho, muchos desastres tecnológicos y algunos fracasos financieros pueden ser causados por factores organizativos sistémicos y ser exacerbados a través de acciones destinadas a reducir riesgos inherentes.

No obstante, una gestión eficaz requiere decisiones cruciales. Por lo tanto, las *organizaciones de riesgo* deben aprender a desarrollar una perspectiva más amplia que permita el compromiso con el entorno y que dé lugar a decisiones normales inteligentes sobre la acción, la atención y la intervención.

7. Hacia una nueva cultura

La evaluación de riesgos como una manera científicamente disciplinada de análisis de riesgo y de problemas de seguridad se desarrolló originalmente para problemas mecánicos relativamente bien estructurados, donde las cuestiones técnicas están bien definidas y la fiabilidad de los componentes puede ser analizada. Sin embargo, muchos de los problemas relativos a los efectos de dispositivos e invenciones científicas, ingenieriles y tecnológicas no pueden ser comprendidas por la ciencia, y los administradores cada vez más se encuentran operando fuera de los límites de la incertidumbre científica. De hecho, muchas de las cuestiones relativas al rendimiento futuro y a los efectos retardados se pueden consultar a la ciencia, pero no pueden ser respondidas por la ciencia.

Las *organizaciones de riesgo* operan en presencia de la ambigüedad, la incertidumbre, la ignorancia, la contradicción, la contención y el desacuerdo. El trato con la incertidumbre requiere claramente un enfoque más integral, en lugar de una reducción a un número aislado. Las organizaciones y el público interactúan en un entorno muy incierto, tratando de resolver caóticos y desconcertantes problemas técnicos y sociales.

En una famosa conferencia, el físico británico C.P. Snow puso de relieve una brecha entre las dos "culturas" representativas de la sociedad moderna, las Ciencias Naturales y intelectualismo literario [10]. La dicotomía desemboca en un cisma que ha conducido al aislamiento del proceso científico y de la forma de pensar. De acuerdo con Snow, la ruptura de la comunicación entre las dos posiciones distintas se estaba convirtiendo en un obstáculo importante para la resolución de problemas del mundo real.

El diálogo entre las dos culturas tiene un potencial distinto ya que permite a la crítica interactuar con la imaginación. El enfoque literario reconoce el papel de la incertidumbre y permite una pluralidad de conceptos e interpretaciones. Pero ¿cómo podemos dar cuenta de nuestras intervenciones y cómo garantizamos que éstas se ajustan a nuestro contexto?

La solución es pasar a una tercera cultura más centrada en la práctica a la que me referiré como "diseño" [11]. El *diseño* es una disciplina orientada a soluciones dinámica y evolutiva, inmersa en la fluidez y el cambio, interesada en el inicio y creación de nuevas formas en respuesta a necesidades reales. Una pregunta que se suele hacer es si el *diseño* se adapta al enfoque científico o a la cultura literaria. La respuesta es que a ambos y a ninguno de los dos. El *diseño* se nutre de decisiones y opiniones y está involucrado con el entorno y las interacciones con los participantes. Se basa en el conocimiento práctico

fundamentado, en la creación de un equilibrio entre la invención y la adaptación, entre la comprensión y el ajuste. La cultura del *diseño*, por tanto, aumenta el conocimiento teórico y los procesos de las Ciencias y de las ideas críticas, el discurso y los valores estéticos de las humanidades, ofreciendo una nueva dimensión en la resolución práctica de dilemas.

La naturaleza dinámica del *diseño* permite la reconciliación y resolución de dilemas multidisciplinares, las decisiones y compromisos. Su principal enfoque hacia la creación de artefactos que provienen de la intervención humana en el mundo natural significa que está adaptado a la reducción de desigualdades y por tanto puede prosperar en presencia de la incertidumbre y la ambigüedad. El *diseño* proporciona un vínculo entre las culturas, permitiendo a la ley natural adaptarse a los entornos humanos en un marco práctico en el que se juntan el dominio natural, técnico y social tal como se representa a través de las tres culturas.

El *diseño* incorpora un proceso de negociación, que se beneficia de la iteración y el aprendizaje que surgen de la interacción con el problema. Desde nuestra perspectiva de riesgo, el *diseño* representa un proceso continuo para involucrarse en incertidumbres y riesgos. Las soluciones inventadas estimulan el conocimiento y la mejora continua a través de la prueba y el error. Por tanto, la gestión de riesgos se convierte en un paso intermedio, en un proceso exploratorio de compromiso con las situaciones, en una búsqueda dinámica y continua de una solución. Por lo tanto, las respuestas a inquietudes y riesgos pueden continuar surgiendo de la práctica de la negociación y el aprendizaje. En lugar de anticipar todas las respuestas, el *diseño* genera un equilibrio entre la anticipación de respuestas y la persistencia en la capacidad para seguir la negociación a fin de mejorar la interfaz con el entorno. También nos permite abordar múltiples perspectivas e inquietudes.

Las actividades de argumentación y negociación son fundamentales en el proceso de *diseño*, ya que son responsables de la generación de visión y toma de conciencia, y en última instancia para la formulación del problema global. La clave del éxito está en la participación de múltiples partes interesadas con diferentes conjuntos de intereses que tratan de conciliar múltiples perspectivas y argumentos a la luz de nuevas ideas. La comprensión, la evaluación y la toma de decisiones son el centro de esa acción en la medida en la que nos esforzamos en tomar conciencia del entorno y crear soluciones factibles que satisfagan nuestras necesidades e intereses.

Las tres culturas, o las tres principales esferas del conocimiento humano, pueden por lo tanto, representarse como las disciplinas científicas, las humanidades y las disciplinas de *diseño*. El pegamento en el que se deriva un nuevo orden mundial del proceso de concienciación (o toma de conciencia, en inglés *sensemaking*), impregna todas las disciplinas y proporciona los requerimientos y la herramienta de control para compensaciones inteligentes entre ellos. Esto se puede representar como un modelo que vincula las tres culturas (ver **figura 2**).

8. Más allá de la gestión del riesgo

El prisma proporcionado por el modelo facilita la adopción de una nueva perspectiva de la incertidumbre y su gestión. La incertidumbre ha demostrado ser un carácter definitorio del desarrollo y el crecimiento. Tal como nos relacionamos con nuestro entorno, debemos seguir aprendiendo y adaptándonos.

La incertidumbre por sí misma es compleja y multifacética. Tomar contacto con ella revela algunas de las contradicciones y paradojas que ayudan a definir lo que puede lograrse. Este artículo concluye con algunas de las contradicciones que debemos considerar en una época de incertidumbre – donde el riesgo nunca es la solución total.

El progreso conduce a nuevos riesgos: A través de nuestra historia moderna, la innovación y los nuevos avances han dado lugar a nuevas vulnerabilidades. Como tal, muchos riesgos son subproductos de los avances que los crearon.

La gestión de riesgos es peligrosa: Las *organizaciones de riesgo* que mejoran su capacidad para controlarlo también producen al mismo tiempo nuevas incertidumbres. La administración de riesgos se suele utilizar debido a nuestra aversión por la ambigüedad. La solución que conlleva puede aumentar la ambigüedad (por tanto conduciendo posiblemente a nuevas respuestas y a nuevas regulaciones que llevarán por sí solas a nuevas incertidumbres).

La compra de seguridad no siempre es segura: La adición de dispositivos de seguridad puede en realidad disminuir la seguridad tal como los nuevos dispositivos interactúan de nuevas e inciertas formas con sistemas y estructuras antiguos. La adquisición de protección también puede tener un resultado similar.

Mientras que muchos de nuestros avances a lo largo de los años han intentado mejorar nuestra condición y hacernos más seguros, también nos han dejado con más vulnerabilidades. Un enfoque hacia la eliminación y reducción del riesgo no es suficiente. No podemos abordar lo que no conocemos.

Sólo tenemos que considerar el siguiente ejemplo para ver este disparate de planteamiento. Recientemente, 400 unidades de rescate de Guardacostas de Gran Bretaña han recibido instrucciones de completar una evaluación de riesgo previa a salidas con varias preguntas antes de que puedan responder a llamadas de emergencia. El personal del servicio de Guardacostas debe caracterizar y cuantificar aquello a lo que esperan enfrentarse, presentar una cuenta de las acciones que pueden tomar para mitigar los riesgos y determinar si el riesgo general es aceptable — todo antes de salir de la base. Habida cuenta de que las unidades del servicio de guardacostas suelen operar en condiciones de incertidumbre, el salvamento de vidas puede retrasarse por tanto hasta que la especulación acerca de las posibles condiciones en el lugar se complete y se traduzca a una puntuación de riesgo basada en las mejores estimaciones de la tripulación sobre una situación a la que todavía están por llegar!

9. Aprendiendo a vivir con la ambigüedad

El cortejo al progreso implica un largo proceso de adaptación que puede beneficiarse de una postura abierta y receptiva en el reconocimiento de ambigüedades y discrepancias. Tal y como percibimos, a través de nuestra



Figura 2. Gestión de las tres culturas.

nueva óptica, que la total anticipación y erradicación del riesgo no es alcanzable, podemos empezar a aprender a equilibrar la necesidad de controlar el riesgo con la necesidad de responder, evolucionar conjuntamente y prosperar en un entorno incierto. La creación de una sociedad resistente nos dotará de la flexibilidad y la capacidad innata para adaptarnos y responder al tiempo que mantenemos los recursos para hacer frente a los peligros imprevistos después de que se han manifestado. Asimismo, abrirá la posibilidad de beneficiarse de las nuevas oportunidades que no fueron diezmadas a través de nuestra búsqueda del control del riesgo.

El amor por la certidumbre es una demanda de garantías anticipadas a la acción.

-John Dewey

En nuestra búsqueda de una mayor certidumbre encontramos una paradoja emergente del siglo XXI, mostrando que la obsesión por el riesgo y nuestros intentos organizativos y sociales para mejorar nuestra capacidad para controlarlo realmente puede producir nuevas incertidumbres. De la misma manera que los ingenieros de seguridad han aprendido que el incremento de seguridad contribuye realmente a fallos y accidentes, la *organización de riesgo*, que es un elemento nuevo en nuestra "sociedad de riesgo", está empezando a reconocer que las nuevas incertidumbres con que nos encontramos son a veces mayores que los riesgos que creemos que hemos dejado atrás.

Nuestra paradoja de la incertidumbre muestra que menos riesgo en realidad puede significar más. El riesgo seguirá siendo una consecuencia de la innovación tecnológica. En una sociedad obsesionada con la eliminación de lo incierto, las organizaciones y sus acciones directamente fabrican e incuban nuevos riesgos. En consecuencia, si el riesgo por sí solo es la nueva medida de la riqueza, la búsqueda de la reducción del mismo nos puede dejar aún empobrecidos y hambrientos.

Referencias

- [1] **Benoit B. Mandelbrot, Richard L. Hudson.** *The (Mis)behaviour of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin and Reward*, Profile Business, Londres, 2008.
- [2] **Ulrich Beck.** *Risk Society: Towards a New Modernity*, Sage, Londres, 1992. ISBN-10: 0803983468.
- [3] **Daniel Ellsberg.** Risk, Ambiguity and the Savage Axioms. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 75, 1961, pp. 643-669.
- [4] **Mary Douglas, Aaron Wildavsky.** *Risk and Culture: An Essay of the Selection of Technological and Environmental Dangers*, California University Press, Berkeley, CA., 1982. ISBN-10: 0520050630.
- [5] **Samuel Peltzman.** *Regulation of Automobile Safety*, Enterprise Institute Publications, 1975.
- [6] **Edward Tenner.** *Why Things Bite Back, Predicting the Problems of Progress*, Fourth Estate, Londres, 1996. ISBN-10: 1857025946.
- [7] **Anthony Giddens.** *Runaway World: How Globalization is Reshaping Our Lives*, 2nd. edition, Profile Books, Londres, 2002. ISBN-10: 0415944872.
- [8] **Darren Dalcher.** "Safety, Risk and Danger: A New Dynamic Perspective". *Cutter IT Journal*, Vol. 15, No. 2, Febrero 2002, pp. 23-27.
- [9] **Charles Perrow.** *Normal Accidents, Living with High-risk Technologies*. Basic Books, Nueva York, 1984.
- [10] **C.P. Snow.** *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge, 1959.
- [11] **Darren Dalcher.** "Consilience for Universal Design: The Emergence of a Third Culture". *Universal Access in the Information Society*, UAIS, Springer Verlag, Vol. 5, no. 3, Noviembre 2006, pp. 253-268.

¿Estudiante de Ingeniería Técnica o Ingeniería Superior de Informática?

Puedes aprovecharte de las condiciones especiales para hacerte

socio estudiante de ATI

y gozar de los servicios que te ofrece nuestra asociación,

según el acuerdo firmado con la

Asociación RITSI

Infórmate en <www.ati.es>

o ponte en contacto con la Secretaría de ATI Madrid

