



Revista Iberoamericana de Ciencia,

Tecnología y Sociedad - CTS

ISSN: 1668-0030

secretaria@revistacts.net

Centro de Estudios sobre Ciencia,

Desarrollo y Educación Superior

Argentina

Fombona, Javier; Vázquez-Cano, Esteban; Reis-Jorge, José

Los problemas de los recursos informáticos en el contexto universitario.

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 11, núm. 32,
mayo, 2016, pp. 145-163

Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92445928009>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Los problemas de los recursos informáticos en el contexto universitario

Os problemas dos recursos informáticos no contexto universitário

The Problems Of IT Resources Within The University Context

Javier Fombona, Esteban Vázquez-Cano y José Reis-Jorge *

La adecuada gestión de recursos informáticos se relaciona con una organización eficaz de las instituciones y una mejor satisfacción de las personas. Estas tecnologías condicionan el rendimiento en las tareas y su habitual desajuste o mal funcionamiento perjudica los resultados y las relaciones internas y externas de la entidad y sus miembros. Este artículo forma parte de una investigación que analiza las anomalías detectadas durante el uso de estos recursos en educación superior. Presenta una categorización de problemas en el conjunto global de una institución universitaria española y en una de sus facultades. Analiza tanto los casos del profesorado y personal de administración, como las incidencias en la docencia con los estudiantes. La investigación utiliza una metodología descriptiva longitudinal para cuantificar la variable “incidencias informáticas comunicadas”. Se catalogan por taxonomías los registros e incidencias detectadas en 3300 equipos informáticos usados por 5784 profesores, alumnos y personal de administración educativa, y se presentan los datos observados de forma cuantitativa diacrónica desde 2008 con una perspectiva internacional y multi-institucional. La experiencia refleja las tendencias en los problemas más frecuentes, destaca la paulatina deslocalización de averías, la estabilización de problemas del *hardware* y de las redes, y el incremento de incidencias del *software*.

145

Palabras clave: TIC, centro educativo, enseñanza superior, incidencia informática

* Javier Fombona: investigador de la Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: fombona@uniovi.es. Esteban Vázquez-Cano: investigador de la Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, España. Correo electrónico: evazquez@edu.uned.es. José Reis-Jorge: investigador del Instituto Superior de Educación y Ciencias, Portugal. Correo electrónico: reisjorge@isec.universitas.pt.

O adequado gerenciamento de recursos de TI tem relação com uma organização eficaz das instituições e uma melhor satisfação das pessoas. Estas tecnologias condicionam o desempenho no trabalho, e seu habitual desajuste ou mal funcionamento prejudica os resultados e as relações internas e externas da entidade e seus membros. Este artigo faz parte de uma pesquisa que analisa as anomalias detectadas durante o uso destes recursos em educação superior. Apresenta uma categorização de problemas no conjunto global de uma instituição universitária espanhola e em uma das suas faculdades. Analisa tanto os casos do curso de professores e funcionários administrativos, quanto as incidências na docência com os estudantes. A pesquisa utiliza uma metodologia descritiva longitudinal para quantificar a variável “incidências informáticas comunicadas”. Os registros e incidências detectadas em 3300 equipamentos de TI usados por 5784 professores, alunos e funcionários administrativos da área da educação são catalogados por taxonomias, e os dados observados de forma quantitativa diacrônica desde 2008 são apresentados com uma perspectiva internacional e multi-institucional. A experiência reflete as tendências nos problemas mais frequentes, salienta o paulatino deslocamento de avarias, a estabilização de problemas de *hardware* e das redes, e o aumento de incidências do *software*.

Palavras-chave: TIC, centro de educação, ensino superior, incidência informática

146

The appropriate management of IT resources is related to the effective organization of institutions as well as to people's higher satisfaction. These technologies condition the performance of tasks; in addition, its frequent disruptions or malfunctioning interfere with results and the internal and external relations of the organization and its members. This paper is part of a research study that analyzes the irregularities detected in the use of these resources in higher education. It features a ranking of problems in a Spanish university in general, and of one of its schools in particular. It analyzes not only the cases of the teacher training college but also of the administration staff, as well as events occurred during teaching. This study implements a longitudinal descriptive methodology to quantify the variable, “reported IT events”. They are catalogued according to their taxonomies on records, and to the events detected in 3,300 pieces of equipment used by 5,784 teachers, students, and the education management staff. In addition, it presents a quantitative and diachronic approach of the data observed since 2008, with an international and multi-institutional perspective. The experience describes the tendency of the most frequently detected problems; also, it points out the slow deterioration of the ability to spot failures, the stabilization of hardware and network problems, and the increase of software events.

Key words: ICT, educational center; higher education, IT events

Introducción

El incremento exponencial del uso de equipos informáticos para apoyar las actividades educativas ha situado a la tecnología como un elemento clave de eficacia, a pesar de su reducida vida útil y de padecer sistemáticamente anomalías de funcionamiento. La literatura científica las ha denominado indistintamente con términos como anomalías, problemas, averías, alteraciones o interferencias, y así en esta investigación se usan indistintamente tales expresiones para referirse de una forma semánticamente rica a todas las disfunciones en el normal funcionamiento.

Las investigaciones nos alertaron ante un lógico aumento de los problemas con estos recursos al crecer el número de equipos en funcionamiento (Schroeder y Gibson, 2007), así como al incrementarse las tareas importantes automatizadas y vinculadas a los ordenadores (Elerath, 2007). Incluso, para evitar interrupciones por averías se ha llegado a la práctica de trabajar simultáneamente con varias máquinas en paralelo, o a realizar sistemáticamente copias de seguridad de los datos de especial trascendencia (Cheng, 1997; Eichner, 1978). En esta línea y desde una perspectiva china (Tan et al, 2011), se asegura que la reducción del precio de los equipos permite establecer sistemas de hasta triple redundancia en almacenamiento, alimentación y conexión de red, para garantizar que los datos, duplicados, estén accesibles e inalterables durante todo el tiempo.

Hay investigaciones que demuestran el elevado impacto que causan las averías de los recursos informáticos en el proceso y producto de los trabajos, sobre todo por el tiempo de inactividad generado (Cheng, 1997), y detectan que una menor capacidad informática se puede compensar con una correcta intervención en sus anomalías. En todo caso, el adecuado análisis, prevención y resolución de estas alteraciones correlaciona con un óptimo aprovechamiento de estos recursos y una mejora en los resultados académicos. La correcta gestión de las interferencias en los instrumentos conlleva beneficios no sólo en los logros, sino también en la anticipación de futuros problemas, y esta función preventiva surge del seguimiento sistemático de las actividades en intervalos reducidos de tiempo (Young, 1974).

147

La recogida de esta información impulsada por algunas empresas informáticas en ocasiones sigue los intereses de mercado, por lo que un estudio riguroso debe derivarse de investigaciones sobre la experiencia real de actividad académica con estos recursos a lo largo del tiempo, y puede tener alto valor tanto para las administraciones que ponen los recursos, como para los gestores de la institución, para los usuarios, para quienes realizan la intervención reparadora y para los diseñadores de estos instrumentos (Durán, 2014).

1. Instrumentos para la recogida de información sobre anomalías en los recursos informáticos

Aun con elevada importancia, son pocos los informes disponibles sobre incidencias en los recursos informáticos en general; esto obliga a gestores, investigadores y empresas a trabajar sobre las escasas bases de datos y a utilizar registros de

incidencias no consensuados y no orientados para cada sector específico (Schroeder y Gibson, 2006). Asimismo, la revisión de la literatura científica sobre resolución de estos problemas, realizada en las últimas décadas podría carecer de validez actualmente, ya que los equipos en poco tiempo cesan en su funcionamiento o por el propio desarrollo del *software* que los vuelve obsoletos (Gray, 1986 y 1990; Iyer et al, 1986; Lin y Siewiorek, 1990; Murphy y Gent, 1995). Apenas hay análisis específicos en el campo educativo sobre las interrupciones o disfunciones informáticas, por ello son interesantes las recopilaciones de otros ámbitos, de manera que puedan trasladarse al contexto docente con ciertas particularidades. En este caso hemos considerado la referencia de repositorios de elevado prestigio como el *Computer Failure Data Repository*, del Laboratorio Nacional de Los Álamos en los Estados Unidos, que cataloga más de 230.000 problemas de informáticos describiendo el sistema afectado, los síntomas, la carga de trabajo del equipo, su antigüedad, tiempo en resolverlo, usuarios implicados y los pasos que se tomaron para diagnosticar y reparar el problema.¹ También hemos analizado la base de incidencias *Rochester Memory Hardware Error Research Project*, que sintetiza en cinco niveles sus categorías: identificación y situación del equipo, descripción inicial del fallo, descripción final de la avería, causa real y tiempo de reparación (Li et al, 2010).

Las investigaciones previas apuntan a la necesidad de una respuesta rápida y versátil ante estos problemas. Además, la complejidad del nuevo ecosistema tecnológico flexibiliza las formas y lugares de las actividades educativas, apoyadas con equipos portátiles situados en cualquier sitio y conectados a redes inalámbricas. Esto incrementa las anomalías en lugares distintos a los destinados específicamente al manejo de ordenadores, lo que abre una posible brecha en la seguridad informática tradicionalmente acotada en determinados espacios del centro educativo. Así, es importante constatar la proliferación de dispositivos móviles que acceden en cualquier espacio y tiempo a Internet. Esto fomenta la deslocalización de las aplicaciones y un nuevo marco de problemas situados en la red, en la gestión de datos en la “nube”, en servidores ajenos y en lugares desconocidos para el usuario (Lin y Chang, 2012).

Por otro lado, la heterogeneidad actual de dispositivos y aplicaciones complica una clasificación rígida y un modelo de registro de incidencias con suficiente estabilidad y validez externa (Sahoo, 2004). Una división fundamental en el tipo de fallos en estos recursos consiste en distinguir *software* y *hardware*, esto es: las averías en los programas y las fallas mecánicas. También hay clasificaciones relacionadas con los problemas encontrados en la gestión y almacenamiento de datos en el ámbito de la educación (Van Ingen y Gray, 2005; Schwarz et al, 2006; Pinheiro, 2007), hay otras experiencias sobre la fiabilidad y robustez de las *intranets* (Hossain y Zhang, 2009), sobre los servidores de datos (Minkevicius, 2012), sobre la comunicación sincrónica y segura entre profesores y alumnado (Sharples, 1993).

1. Más información en: <http://cfdr.usenix.org/data.html>.

2. Diseño y metodología

Este trabajo muestra resultados de una investigación que se realiza desde 2008 con una perspectiva internacional y pluri-institucional sobre la Universidad de Oviedo. Uno de sus objetivos consiste en describir la tipología y evolución de los problemas en los recursos informáticos en un centro educativo de enseñanza superior. Con este estudio se pretende describir las anomalías, clasificarlas y extraer un significado a los resultados de las correspondientes intervenciones, así como aportar pautas para la mejora en la previsión y toma de decisiones por parte de los gestores institucionales.

La investigación se basa en una recogida de la casuística a nivel interno de la universidad. La muestra se obtiene en un estudio descriptivo longitudinal *ex post facto* que categoriza la variable no controlada “anomalías en los recursos informáticos”. Se han recogido informaciones desde 2008 sobre incidencias a dos niveles: en los equipos para docencia de estudiantes en una facultad y en el conjunto de equipos a disposición del resto de personal docente y administrativo de toda la Universidad de Oviedo.

El diseño para configurar un modelo consistente de registro de anomalías sigue la referencia metodológica de siete instituciones de enseñanza superior:²

- Universidad Carlos III Madrid (España).
- Universidad de Alcalá (España).
- UNED (España).
- Universidad Miguel Hernández de Elche (España)
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
- Universidad Nacional Autónoma, Centro Atención a Usuarios – UNAM (México)
- *Usenix-Advencez Computing Systems Association* (Estados Unidos)

| 49

El instrumento de registro de incidencias ha ido perfeccionándose hasta considerarlo fiable, consensuado por los usuarios y generador de información consistente y significativa. Posee dos formularios aplicados, uno a nivel de Universidad para incidencias del Personal Docente e Investigador (PDI) y Personal de Administración y

2. A continuación ofrecemos los sitios web de cada una de ellas:

- Universidad Carlos III Madrid (España): http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/informatica/CAU/Servicios_IncidenciasInformaticas
- Universidad de Alcalá (España): https://portal.uah.es/portal/page/portal/servicios_informaticos/atencion_usuario
- UNED (España): http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,1208407,93_20527615&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Universidad Miguel Hernández de Elche (España): <http://www.umh.es/incidencias/NuevaIncidencia.aspx?destino=CRA>
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España): http://www.sic.ulpgc.es/index.php?option=com_content&view=article&id=41&Itemid=17
- Universidad Nacional Autónoma, Centro Atención a Usuarios – UNAM (México): http://ayuda.telecom.unam.mx/hd/rep_categoria/fallas_criticas.ssp
- *Usenix-Advencez Computing Systems Association* (Estados Unidos): <http://cfdr.usenix.org>

Servicios (PAS), que contiene diez ítems: fecha y hora; Nombre, correo electrónico y teléfono de quien comunica la incidencia; departamento donde está la incidencia; dirección; clasificación general de la incidencia; empresa y técnico encargado de su solución; nivel de prioridad; estado; asunto. Y otro formulario con siete ítems para recoger las incidencias informáticas en una facultad, en equipos para la docencia y a disposición del alumnado: fecha; profesor/a que la comunica; localización de incidencia; descripción; persona que se encarga de la incidencia; seguimiento de la avería (resuelto con fecha y breve descripción de la causa, o pendiente de la siguiente actuación); observaciones.

Para lograr la precisión descriptiva del estudio se realizó una medida global en función de la incidencia y del usuario, cuantificando las medias y frecuencias por ítem. Con este análisis se comprueba el grado, tipo y porcentaje de incidencias de forma diacrónica en los últimos siete cursos académicos de la universidad. Los datos (**Tabla 2**) de las incidencias se procesaron con el programa 3D BMDP.³ En este análisis se compara el número total con la media del estadístico empleado (F de Snedecor), mediante las cuales comprobamos si hay cambios significativos en los tipos y periodicidad de las incidencias. Para comprobar posibles relaciones explicativas entre las variables hemos utilizado la técnica de Medidas de asociación y modelos log-lineales, utilizando tablas de contingencia. Esto se ha debido a que consideramos que la variable dependiente “incidencias informáticas” puede explicarse a partir de otros factores o variables independientes: personales, de uso, institucionales, contextuales, tipología del *hardware* y *software*. Se realizaron pruebas de contraste no paramétrico y se obtuvo el estadístico “ji-cuadrado” de Pearson. Aceptamos la hipótesis nula cuando el grado de significación sea mayor que 0,05. En caso contrario afirmamos que sí existe relación significativa para ese par de variables.

150

2.1. Población y muestra de estudio a nivel de universidad y de una facultad

No es fácil seleccionar una muestra estable de usuarios de estos equipos y analizar la evolución del fenómeno a lo largo del tiempo, pero es esencial esta cuantificación para explorar el progreso y la dimensión de estos problemas en un periodo donde las variables “usuarios” y “recursos informáticos” se mantengan en una situación similar. En este caso se ha elegido una muestra con las incidencias informáticas relativas a los ordenadores a disposición del alumnado de la Facultad de Formación del Profesorado y Educación, y otra con las incidencias en los equipos del PDI y PAS de toda la Universidad de Oviedo. Estos grupos en cada curso académico podemos considerarlos paralelos y equivalentes.

Consideramos fundamental una descripción exhaustiva de la muestra, las infraestructuras y personas que ocupan esta universidad, que ofrece 82 titulaciones a través de 38 departamentos, 11 facultades, seis escuelas de estudios superiores y 15 centros de investigación. A este contexto complejo se suman ocho edificios con funciones administrativas, deportivas y auxiliares. Todo ello distribuido en siete

3. Los datos están disponibles en: <http://www.si.uniovi.es/es/info/estadisticas.asp>.

campus universitarios situados en tres ciudades (Oviedo, Gijón y Avilés) al norte de España. Este es un escenario típico de una institución dispersa de tamaño medio, con difícil cuantificación precisa sobre estas herramientas ya que algunas pueden contabilizarse aún estando en desuso; por otro lado, sería preciso delimitar qué se entiende por recurso informático, ya que hay diversas máquinas que podrían incluirse o no en esta categoría, por ello nos hemos centrado en el equipamiento básico: Unidad Central de Proceso (CPU) con periféricos normalizados como teclado, monitor y en ocasiones con impresora. Los datos de los inventarios de infraestructuras revelan la existencia de un total de 5950 equipos en toda la institución, 2650 destinados al alumnado y 3300 al PDI y PAS.

La población objeto de estudio en esta universidad es de 20.566 estudiantes, 2104 docentes e investigadores, y 1680 como personal de administración y otros servicios, esto supone un total de 24.300 personas. Estas tres tipologías tampoco tienen una frontera rigurosa y en ocasiones alumnos y profesores podrían compartir equipos, y en otras los docentes realizan tareas de gestión y administración. Por ello no es fácil asociar un perfil específico de usuario a cada recurso informático, no obstante están creados dos servicios paralelos y complementarios que atienden los diversos problemas informáticos: por la parte institucional se encuentra el Centro de Atención al Usuario (CAU) que solventa las cuestiones informáticas de docentes y administrativos, y se ocupa de las averías de los 3300 equipos en toda la Universidad. Y por otro lado están los servicios de incidencias para recursos usados por el profesorado para impartir su docencia, que dependen de cada facultad. Siguiendo esta división se recopilaron las incidencias gestionadas por el CAU. Y, por otra parte, las que afectan a los equipos para la docencia al alumnado en sus aulas y en una de las 11 facultades de esta Universidad. En este caso se ha estudiado el caso medio típico de la Facultad de Formación del Profesorado y Educación, que posee 1949 estudiantes cada curso académico y que dispone de 240 equipos informáticos (CPU y monitor) y 47 cañones de video-proyección (**Tabla 1**).

151

Tabla 1. Equipos a disposición del alumnado a nivel de facultad

Espacios	CPU y monitor	Vídeo-proyección	Pantalla interactiva	Megafonía	Impresora
41 aulas	41	41	12	20	
4 espacios para seminarios	4	4			
2 salas de profesores	3				2
2 salas de actos y conferencias	2	2		1	
1 aula libre acceso a Internet	31				1
5 aulas con múltiples PC	159			1	
Total equipos	240	47	12	22	3

Fuente: elaboración propia

Esta relación no considera los equipos del profesorado y personal de administración, ya que son gestionados por el CAU y ya se observan en esa categoría; tampoco analiza los recursos analógicos al estar en desuso, esto es: 47 equipos de video VHS, DVD y TV.

2.2. Categorización de los elementos de la variable “incidencia informática”

Es difícil hacer una diferenciación rígida en la tipología de averías, dado que en muchas ocasiones las intervenciones conllevan acciones en distintos componentes y programas, por lo que resulta habitual una sustitución de un material (*hardware*) y la consecuente adaptación del programa que lo maneja (*software*). Inicialmente, en un intento de categorización válido, se han distribuido las averías detectadas en tres tipologías fundamentales: *hardware*, *software*, red y otras indeterminadas. A pesar de que en un principio el CAU no realiza intervenciones en los espacios para el alumnado, ya que entran dentro de la categoría de vinculada a cada facultad, en 2011 se ha incorporado la variable “Aulas” dado que muchas averías involucraban servicios comunes a PDI, PAS y las aulas de docencia (**Tabla 2**), y también se incorporó la categoría “Correo” por su elevado volumen de incidencias.

Tabla 2. Tipología de incidencias informáticas en la universidad

152

1) Incidencias en equipos de aulas: comunicaciones/red, configuración del servidor, <i>software</i> , y otras.
2) Incidencias de correo electrónico: Microsoft Outlook, Outlook Express, Thunderbird, Webmail, y otras.
3) Incidencias en el <i>hardware</i> <ul style="list-style-type: none"> 3.1.- <i>Hardware</i> en el PC. 3.2.- <i>Hardware</i> en periféricos: escáner, impresora, monitor, ratón, teclado, puerto USB, otras.
4) Incidencias de red: cableado, base de conexión y otros.
5) Incidencias en <i>software</i> <ul style="list-style-type: none"> 5.1. Incidencias de <i>software</i> básico de equipo. 5.2. Incidencias de <i>software</i> corporativo específico: actualizaciones, carpeta compartida, restaurar equipo completo, firma digital, programas de ofimática, perfil de usuario, sistema operativo, y otras. 5.3. Incidencias del <i>software</i> de red: configuración, Internet, WIFI.
6) Incidencias en virus y antivirus
7) Otras incidencias

Fuente: elaboración propia

3. Resultados

3.1. Datos sobre las incidencias comunicadas y resueltas por los servicios técnicos de la universidad

Los datos sobre las anomalías informáticas en equipos para docentes y personal de administración y servicios de la Universidad de Oviedo fueron recogidos por el CAU desde 2008 (**Tabla 3**). En estos 84 meses se han recogido 41.270 registros de incidencias. Se observa que siempre oscilan entre las 5400 y 6000 cada año, así como con un dominio constante de los problemas con el *software* que suponen normalmente más del 50% del total de averías.

Tabla 3. Evolución de incidencias a nivel Universidad de Oviedo

2008		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hardware	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Software	101	21,1	87	18,3	84	14,8	106	17,8	96	19,1	119	22	61
Red	302	63	299	62,9	265	46,6	397	60,5	327	65,1	349	64,6	278
Otros	18	3,8	6	1,3	37	2,5	42	6,1	5	1	2	2,5	6
Total	479	100	475	100	569	100	597	100	502	100	540	100	400
% del total anual	7,8		7,8		9,3		9,8		8,2		8,8		6,6
2009		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hardware	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Software	92	16,6	80	13,4	124	16,2	82	17,8	98	19,3	82	19,9	44
Red	341	61,4	379	63,5	514	67	263	57,2	316	62,1	297	58,6	262
Virus	14	2,5	14	2,3	8	1	6	1,3	10	2	43	8,5	10
Otros	54	9,7	57	9,5	61	7,2	60	13	46	7,9	8	1,8	23
Total	555	100	597	100	767	100	460	100	509	100	507	100	412
% del total anual	9,1		9,8		12,6		7,6		8,4		8,3		6,8
2010		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hardware	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Software	57	12	101	16,8	95	17	76	14,8	95	20,4	101	18,9	90
Red	6	1,3	7	1,2	6	1,1	4	0,6	6	1,3	28	5,2	22
Virus	53	9,7	52	8,6	53	8,6	51	8,6	51	9,7	51	9,7	49
Otros	62	11,3	60	10	54	9,6	63	12,3	53	9,9	87	17,4	63
Total	475	100	600	100	560	100	513	100	466	100	534	100	450
% del total anual	8		10,2		9,5		8,7		7,9		9		7,6
2011		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aulas	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Correo	-	-	27	4,9	29	4,9	20	4,5	15	2,5	10	2	12
Hardware	93	19,6	115	21	113	19,1	76	17	123	20,3	109	21,3	85
Red	10	2,1	10	1,8	15	2,5	22	4,9	19	3,1	7	1,4	5
Software	287	60,5	295	53,9	291	49,2	231	51,7	316	51,8	272	53,1	218
Virus	11	2,3	14	2,6	23	3,9	16	3,6	32	5,3	15	2,9	13
Otros	47	9,9	55	10,1	64	10,8	43	9,6	60	9,9	47	9,2	44
Total	474	100	547	100	592	100	447	100	607	100	512	100	408
% del total anual	7,5		8,7		9,4		7,1		9,6		8,1		6,5
2012		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aulas	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Correo	42	8,8	50	17,2	36	6,2	32	6,7	55	10,5	38	8,1	34
Hardware	82	17,2	109	37,6	107	18,4	71	15,1	86	16,4	80	17,1	60
Red	19	4	19	6,6	27	4,6	12	2,5	12	2,3	6	1,3	9
Software	249	52,0	316	53	303	52,1	288	59,8	375	52,6	254	54,2	221
Virus	14	3,0	17	5,9	3,8	0,6	20	4,2	36	6,9	17	3,8	21
Otros	56	11,7	61	21	64	11,1	66	9,8	48	9,2	47	10	11
Total	477	100	590	100	582	100	478	100	524	100	469	100	409
% del total anual	8,6		10,6		10,5		8,6		9,4		8,4		7,4
2013		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aulas	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Correo	43	10,3	50	9	58	11,8	43	10,3	50	9	58	11,8	47
Hardware	66	15,9	106	21	86	17,5	66	15,9	106	19,2	86	17,5	107
Red	11	2,6	8	1,7	14	3,1	2	0,4	6	1,2	7	1,4	9
Software	207	45,9	293	56	266	51,1	207	46,2	202	46,6	256	51,1	165
Virus	27	6,5	27	4,9	19	3,8	27	6,5	27	4,9	19	3,8	16
Otros	57	13,7	49	8,9	50	10,1	57	13,7	49	8,9	50	10,1	72
Total	416	100	553	100	491	100	416	100	553	100	491	100	642
% del total anual	7,08		9,3		8,2		7		9,3		8,2		10,8
2014		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aulas	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Correo	39	8,4	74	15,8	73	14,6	46	9,0	50	11,8	73	14,0	40
Hardware	78	17,9	78	11,3	74	14,2	72	14,1	62	14,6	73	18	64
Red	9	2,1	11	1,6	7	1,1	0	0,2	3	0,7	0	0	4
Software	218	50,1	364	52,7	328	49,7	297	58,2	227	53,1	193	47,7	204
Virus	17	3,9	11	1,6	9	1,4	8	1,8	23	5,4	41	10,6	26
Otros	61	14	162	23,4	176	26,7	76	14,9	50	11,8	52	12,8	51
Total	435	100	691	100	660	100	510	100	424	100	405	100	398
% del total anual	8,1		12,8		12,2		3,4		7,9		7,5		2,3

Fuente: elaboración propia

La evolución mensual oscila normalmente entre los 400 y 700 registros, salvo el mes de agosto que baja a 200 por su inactividad académica. Los niveles de cada tipo de incidencia parecen estables en el tiempo salvo incrementos debidos a acciones informáticas institucionales, como por ejemplo la modificación en los servidores de correo electrónico de la universidad realizada de julio a octubre de 2013 que provocó el aumento de averías en esta categoría desde el 10% típico hasta superar el 40% del total mensual de incidencias. Las incidencias en *hardware*, red y virus se mantienen en torno al 17,3 y 6% respectivamente. Destacan los problemas del *software* que suponen sistemáticamente el 60% del total de fallas.

En 2011 se incorporan y destacan las variables “Aulas” y “Correo” por su creciente importancia. Las incidencias en “Aulas” son aquellas averías que resuelven los equipos técnicos de la universidad al no poder ser solucionadas a nivel de las diversas facultades, normalmente debido a su elevada complejidad. La tendencia en los resultados globales (**Tabla 4**) marca un descenso de problemas en todas las categorías salvo en “Correo”.

Tabla 4. Evolución de las incidencias informáticas abordadas por la Universidad de Oviedo

	2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Nº	%	Nº	%								
Aulas							193	3	168	3	138	1,2
Correo							448	7,1	469	8,4	1058	8,9
<i>Hardware</i>	1.140	18,7	1.090	17,9	1059	17,9	1.188	18,8	975	17,5	939	7,9
Red	194	3,2	169	2,8	197	3,3	179	2,8	167	3	125	1,1
<i>Software</i>	3.878	64,2	3.689	60,7	3.686	62,4	3.452	54,6	2.888	51,9	2779	23,4
Virus			491	8,1	325	5,5	189	2,9	244	4,3	260	2,2
Otros	867	13,7	637	10,5	643	10,9	663	10,5	648	11,6	638	5,4
Total	6.079	100	6.076	100	5.910	100	6.312	100	5.559	100	5937	50,0

Fuente: elaboración propia

3.2. Resultados, datos sobre las incidencias abordadas a nivel de una facultad

Las incidencias más comunes en la facultad (**Tabla 5**) también se distribuyen en las categorías *hardware*, red, *software*, virus y otras incidencias/gestión ofimática. El periodo analizado en este nivel de facultad no coincide con el año natural, fue el de los cursos 2010-11, 2011-12, 2011-13 y 2013-14. En estos periodos académicos se detecta un aumento general en determinados problemas, destacando los incrementos en “Arreglar cableado”, “Reciclaje/cambio de equipos y/o materiales”, “Instalar/actualizar *software*”, “Problemas de vídeo (proyectores, monitores o pantallas múltiples)” e “Instalación completa de *software*/clonación de equipos”.

Existen ciertas tareas, indicadas con un asterisco (*) en las **Tablas 5 y 6**, que se computan como una única incidencia pero en realidad se repiten sobre un grupo de equipos. O también son realizadas sistemáticamente en todos los aparatos al menos una vez al año como puede ser es el inventario y etiquetado identificativo de los equipos.

Tabla 5. Tipología de averías detectadas a nivel de Facultad de Formación del Profesorado

Avería	2010-11		2011-12		2012-13		2013-14	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Hardware	61	39,1	32	31,3	59	18	82	25,8
Sustituir/verificar <i>hardware</i> en aulas y salas de actos*.	51	32,7	26	25,5	41	12,5	52	16,5
Problema impresora para profesores.	4	2,5	1	0,9	4	1,2	2	0,6
Arreglar cableado de red, de alimentación.*	6	3,8	5	4,9	14	4,3	28	8,9
Red	34	21,8	22	21,5	36	11	16	5,0
Fallos de gestión de red, IPs-Proxy.	15	9,6	17	16,6	23	7,0	14	4,4
Cambio/unificar contraseñas y/o problemas en cuentas de usuarios*.	11	7,0	2	1,9	10	3,0	0	0
Wifi e instalar de <i>software</i> , o configurar PC portátiles.	8	5,1	3	2,9	3	0,9	2	0,6
Software	48	30,7	35	34,3	189	57,9	198	62,3
Instalar/actualizar <i>software</i> en aulas y salones actos*.	24	15,4	25	24,5	84	25,7	93	29,4
Problemas de vídeo (proyectores, monitores o pantallas múltiples).	12	7,7	6	5,9	77	23,6	73	23,1
Problemas de audio.	12	7,7	4	3,9	19	5,8	30	9,5
Virus y antivirus	3	1,9	5	4,9	9	2,7	2	0,6
Gestión ofimática	10	6,4	8	7,8	33	10,1	22	6,9
Reciclaje/cambio de equipos.	10	6,4	4	3,9	31	9,5	4	1,3
Inventario y etiquetado identificativo en equipo.*		*		*			2	0,6
Limpieza filtros de video-cañones*			4	3,9	2	0,6	16	5,0
Subtotal	156	100	102	100	326	100	318	100
Instalación completa de <i>software</i> - clonar equipos.	5		6		22		4	

Fuente: elaboración propia

A fecha de finalización de la investigación, y en la **Tabla 6**, se recogen los datos de los seis últimos meses de 2014, como base a la proyección de tendencia al total del curso académico 2014-2015. Se verifican la relativa estabilidad o reducción de problemas con el *hardware* y los fallos de red. Y se confirma la tendencia al alza de las incidencias en el *software* alcanzando el 76%, y adquieren especial trascendencia los problemas de vídeo (proyectores, monitores o pantallas múltiples).

Tabla 6. Tendencia en la tipología de averías a nivel de facultad

Avería	Tendencia 2014-15	
	Nº	%
Hardware	44	14,6
Sustituir/verificar <i>hardware</i> en aulas y salas de actos*.	20	6,6
Problema impresora para profesores.	2	0,6
Arreglar cableado de red, de alimentación*.	22	7,3
Red	22	7,3
Fallos de gestión de red, IPs-Proxy.	14	4,6
Cambio/unificar contraseñas y problemas en cuentas de usuarios*.	4	1,3
Wifi e instalar de <i>software</i> , o configurar PC portátiles.	4	1,3
Software	228	76
Instalar/actualizar <i>software</i> en aulas y salones actos*.	76	25,3
Problemas de vídeo (proyectores, monitores o pantallas múltiples).	86	28,6
Problemas de audio.	66	22
Virus y antivirus	6	2
Gestión ofimática	14	4,6
Reciclaje/cambio de equipos.	0	0
Inventario y etiquetado identificativo en equipo*.	0	0
Limpieza filtros de video-cañones*.	14	4,6
Subtotal	300	100
Instalación completa de <i>software</i> - clonación de equipos.	6	0

156

Fuente: elaboración propia

4. Análisis de datos y discusión

En el estudio una de las variables relevante en el proceso es el tiempo de resolución de cada incidencia. Este dato ha sido muy disperso a lo largo del tiempo a nivel de universidad, pero a nivel de la facultad se ha mantenido una demora máxima de 24 horas para solventar el 88% de incidencias. Esta velocidad fue una premisa lograda gracias a la cercanía y disponibilidad inmediata de un técnico con los recursos precisos.

Al comparar los problemas informáticos que afectan a los equipos de la universidad gestionadas por el CAU (usuarios PAS y PDI) con los equipos para la docencia del alumnado en la facultad, parece que se ha mantenido constante el número entorno a las 6000 averías solventadas anualmente en la institución Universidad de Oviedo (**Tabla 7**). La tendencia parece reducirse en este último curso académico 2014-2015, al tomar como referencia sus seis primeros meses, los datos descritos en las **Tablas 3** y **7** sugieren una baja del 10% de los problemas que podría relacionarse con un periodo de crisis económica y reducción de gastos de la institución. A nivel de facultad hay un incremento sustancial relacionado con la apertura de nuevos espacios y con 80 nuevos equipos en los dos últimos cursos académicos.

Tabla 7. Evolución anual de incidencias en facultad y en universidad y tendencia 2014-15*

Curso académico y nº incidencias informáticas	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15*
Universidad de Oviedo	5941	6253	5846	6128	5398*
Facultad de Formación	156	102	326	318	300*

Fuente: elaboración propia

Independientemente del incremento en el uso de los equipos, el número de problemas en las categorías de “Virus” y de “Red” es estable a lo largo del tiempo. Se han detectado períodos con aumentos de las incidencias coincidentes con acciones sistemáticas de cambios globales, de renovación de *software* y equipos. En un análisis longitudinal se verifica una reducción de incidencias registradas en el CAU (**Tabla 8**) desde el curso académico 2010-11, con un total de 6209 incidencias comunicadas y 5865, y 5759 en los siguientes cursos, así como una diferencia acusada entre agosto y septiembre que marcan respectivamente el mínimo y máximo de problemas. A nivel universitario también destaca febrero y marzo, períodos que se corresponden con el final del primer semestre académico e inicio del segundo.

157

Tabla 8. Evolución mensual de incidencias en la Universidad de Oviedo

2010-11	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.
N	594	605	351	474	547	592	447	607	512	408	344	728
% anual	9,6	9,7	5,7	7,6	8,8	9,5	7,2	9,8	8,2	6,6	5,5	11,7
2011-12	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.
N	633	650	370	477	590	582	478	524	469	409	195	488
% anual	10,8	11,1	6,3	8,1	10,1	9,9	8,2	8,9	8,0	7,0	3,3	8,3
2012-13	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
N	572	464	311	416	553	491	416	553	491	642	217	633
% anual	9,9	8,1	5,4	7,2	9,6	8,5	7,2	9,6	8,5	11,1	3,8	11,0
2013-14	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
N	670	475	380	435	691	660	510	424	405	398	124	506
% anual	11,8	8,4	6,7	7,7	12,2	11,6	9,0	7,5	7,1	7,0	2,2	8,9

Fuente: elaboración propia

Las incidencias resueltas a nivel de universidad analizadas desde 2008 oscilan entre los valores máximos que alcanzan los 767 registros en marzo de 2009, y los mínimos de 181 y 124 en los meses de agosto de 2009 y 2014 (**Tabla 3**). En ese mes esta institución permaneció cerrada lo que influye en la reducción de actividad y

constatación de anomalías. La media mensual para el curso 2008-2009 ha sido de $M=518,75$ (D.T.=150,19), para el curso 2009-10 de $M=490,08$ (D.T.=109,90), para el curso 2010-2011 se obtuvieron $M=501,83$ (D.T.=98,66) y para el curso 2011-2012 de $M=488,75$ (D.T.=125,91). Dichas medias no presentan diferencias estadísticamente significativas entre el curso 2008-09 y 2009-10 [$t(11)=1,283$, $p=.226$], ni tampoco entre 2009-10 y 2010-11 [$t(11)=.655$ y $p=.526$], ni entre 2008-09 y 2010-11 [$t(11)=-.549$ y $p=.594$], ni con relación a los sucesivos.

El seguimiento específico de las incidencias pueden dar pautas sobre los focos de anomalías más frecuentes a nivel institucional, como el caso recogido en **Tabla 9** sobre el periodo 2008 a 2012, y donde se observa la existencia de problemas sistemáticos como la instalación de "software básico", software ofimático y las impresoras. Las anomalías derivadas de virus sólo han afectado de forma destacada en agosto de 2008. Los problemas en el correo sólo han destacado ocasionalmente en 2008, 2009 y 2010; las variables "Internet" y "Sistema operativo" han dejado de ser incidencias acentuadas en 2009, 2010 y 2011.

Tabla 9. Ejemplificación de tipología y número de incidencias mensuales en un periodo, destacadas en la Universidad de Oviedo

2008	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Internet	55	45	33	61	42	39	41		59	53		
Soft. básico	45	42	35	67	61	63	41		66	80	90	52
Impresora			41									89
Sist. operativo				36			40					
Soft. ofimática					62	47	55		55	73		
Correo						54	47					
Virus								91				
2009	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Soft. básico	64	50	78	50	50	55	337		51	103	87	43
Impresora				64		80	40	20	20			
Soft. ofimática			70	87		51	54					
Correo					53		57					
2010	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Soft. básico	63	70	63	50	45		46	23	64	68	62	41
Impresora								23	54			53
Soft. ofimática	53	74	80	60	47	63	45		66	65	50	40
Correo							52		51			39
2011	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Soft. básico				53	59	71	48	41	114	108	80	62
Impresora	52	50	51			41						49
Soft. ofimática	54	79	69			75	58					62
2012	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Internet												42
Soft. básico	46	66	50	30	37		39	24	51	68	60	
Impresora	43	51	48	37	39	45	39	25	46	67		36
Sist. operativo							49	41				46
Soft. ofimática	55	62	37	37								

Fuente: elaboración propia

La categorización a nivel de universidad es más genérica mientras que a nivel de facultad se puede hacer un seguimiento más preciso de cada problema. En todo caso el procedimiento aquí descrito es orientativo, y no son válidas las distinciones rígidas entre categorías, ya que se han producido averías comunicadas dentro de una categoría que posteriormente pertenecen a otra, tal es el caso de los problemas de video (proyección o pantallas múltiples) que puede deberse a una mala configuración del *software*, un fallo del *hardware* o un simple error de manipulación, y en ocasiones a la conjunción de todos estos factores.

A nivel de facultad se ha visto que es eficiente realizar tareas sistemáticas de mantenimiento y limpieza informática en todos sus computadores, y tener almacenada una copia del *software* genérico básico de cada grupo de ordenadores iguales, por lo que ante una avería compleja sólo se procede a restaurar tal copia y añadir los datos identificativos de ese equipo específico.

Parece confirmarse la tendencia apuntada por Elerath (2007) sobre el aumento de averías novedosas, complejas y difíciles de categorizar, tales como las relacionadas con los cañones de video-proyección, que son recursos incorporados en todos los espacios docentes con un funcionamiento especialmente limitado en el tiempo y con elevado número de incidencias. Este incremento de incidencias se observa en las **Tablas 5 y 6** al pasar en 2010 del el 7,7% al el 28,6% en 2014. Otra tarea nueva es el reciclado de equipos viejos y la actualización precisa de los inventarios describiendo las características de las máquinas y asociándolos a un lugar físico.

La inserción de la tecnología en la docencia está reorientando los problemas informáticos del sector institucional al sector estudiantil, y en el caso aquí analizado los equipos destinados a los alumnos ha doblado su número de averías y mientras que los recursos para los académicos y personal de administración se ha mantenido estable. Esto puede relacionar también con el aumento del uso de los equipos de cómputo en el domicilio del usuario, lo que traslada las incidencias al ámbito personal. Cabe indicar también a nivel de facultad que el 18,5% de las incidencias comunicadas son sencillas operaciones de manejo de los equipos que desconocían los usuarios, tales como equipos apagados, desconectados o problemas que no requieren especiales conocimientos para su solución. Incluso es deficiente en muchos casos la descripción realizada de la avería, limitándose a constatar imprecisiones del tipo “el equipo no arranca”, “Internet no funciona” o “no se ve bien”.

Cabe destacar averías tradicionales que pueden ser prevenidas o fácilmente resueltas con la propia evolución tecnológica, algunos casos son reiterados: “ratón de bola no funciona” se evita con la aparición de ratones con sensor óptico; “cableado roto” se impide ocultándolo o con la llegada de dispositivos inalámbricos; problemas de video-proyección se mejoran con nuevos equipos de mayor duración, entre otros casos. Todo indica que se reducen las averías mecánico-electrónicas y la reparación centrada en buscar y sustituir el componente defectuoso (Ball y Hardie, 1969) a causa de una deficiente calidad de los materiales y un insuficiente historial de las características de resistencia (Elkind y Siewiorek, 1980). Actualmente los recursos informáticos se basan en el *hardware* sólido, digitalizan sus componentes analógicos y eliminan las piezas mecánicas móviles susceptibles de averiarse. Esto implica un

desarrollo y mayor complejidad del *software*, así como el aumento en sus problemas (Murphy, 2004; Baumann, 2005), a pesar de que los sistemas operativos cada vez son más estables y libres de averías. No obstante, también proliferan los paquetes informáticos integrados, inaccesibles al control por un docente y vinculados a la gestión telemática (Wyrwicka, 1997), así confirmamos con nuestra investigación la problemática generada con esta tipología de *software*, como es el caso algunos paquetes de análisis estadístico de amplia difusión.

Coincidimos con Kaechele (2006) en afirmar que los equipos informáticos se han vuelto en un elemento crítico en la práctica educativa actual, sobre todo a nivel superior. Pero el aumento tecnológico parece no influir en la cantidad de averías mecánicas y tampoco el incremento de tráfico de datos en Internet genera más problemas de red; esto contradice las afirmaciones de Lin y Chang (2012). Por otro lado es constatable la influencia de la crisis económica en España y los objetivos institucionales en reducir los costes de compra de nuevos equipos de inventario, hecho que paradójicamente no incrementa el nivel de averías en equipos antiguos como se pone de manifiesto en **Tabla 7**. La incorporación a las redes abre un nuevo perfil de problemas relacionados con los flujos de datos en Internet (Oppenheimer, Ganapathi y Patterson, 2003), con el control remoto de equipos, con la aparición de problemas generados por otras anomalías atípicas (Shen et al, 2009). Con la evolución técnica crece el número, la tipología y el uso de los equipos informáticos; esta complejidad, junto a lo efímero de su vida útil, su obsolescencia, la caducidad en el soporte de los sistemas operativos y la reducción de precios en equipos nuevos, hace que se sustituya el recurso en vez de repararlo y sufragar este servicio; en este sentido son especialmente interesantes las investigaciones de Qiao et al (2012) sobre el tiempo de utilidad y la duración efectiva del *hardware* y *software*.

Conclusiones

La incorporación constante de recursos informáticos ha convertido a la tecnología en un instrumento indispensable en cualquier actividad docente, pero estas herramientas tienen una vida útil reducida y además es habitual la aparición de problemas técnicos que alteran el normal desarrollo de las tareas. Por ello es necesario conocer tanto desde el ámbito educativo y abordar eficaz y velozmente desde la gestión académica estas incidencias, así como considerar la referencia preventiva de otras experiencias.

Esta investigación experimenta durante siete cursos académicos un modelo consistente y sencillo para el registro de incidencias en estos equipos, que puede servir para canalizar soluciones y anticiparse a problemas de forma correcta y eficaz en casos o instituciones similares.

El análisis confirma que una entidad como la Universidad de Oviedo (con 3300 equipos de cómputo -PC con monitor- a disposición de 3784 profesores y personal de administración y servicios) crea anual y sistemáticamente unos 6000 problemas informáticos, unas 27 incidencias cada día de actividad universitaria. En uno de sus centros, la Facultad de Educación, con 2000 alumnos usuarios de 240 equipos de cómputo y 47 aulas, genera en torno a las 300 incidencias anuales, aproximadamente

dos incidencias cada día de docencia, además de los servicios de prevención de averías y mantenimiento sistemático (actualizaciones, limpieza y demás). Una proporción significativa de docentes, con casi el 20% de los casos, desconoce el procedimiento para solventar incidencias muy comunes y sencillas en sus equipos, lo que incrementa sustancialmente el cómputo global de averías.

El incremento tecnológico no es proporcional con el aumento de problemas en el *hardware*. Incluso, aparece una tendencia reciente de reducción de anomalías, a pesar de la no renovación de equipos, dado el periodo de crisis económica que padece la institución; esto nos sugiere la eficacia en los procedimientos de prevención, seguimiento y reparación. Parece que surgen nuevas anomalías (tales como las cuestiones de gestión ofimática, la actualización de inventarios de recursos, reciclado de aparatos, mantenimiento de cañones de video-proyección) y aparecen cuestiones relacionadas con la deslocalización de los usuarios. Por tanto, parece lógico pensar que se acerca una época con una nueva tipología en los problemas informáticos distinta a la antigua clasificación entre problemas de *hardware* y *software*. Esta tendencia revela nuevas disfunciones que afectan tanto a la relación entre docentes y alumnado como a los nuevos espacios y tiempos donde se realizan las actividades. Por último, sería interesante continuar este estudio valorando el coste de subsanar las incidencias, analizando el número de incidencias en relación a su precio o dificultad en su reparación, o la forma en la que interfieren en la actividad docente.

Bibliografía

- BALL, M. y HARDIE, F. (1969): "Effects and detection of intermittent failures in digital systems", *Proceeding AFIPS '69*, Nueva York, ACM, pp. 329-335.
- BAUMANN, R. (2005): "Soft errors in advanced computer systems", *IEEE Design and Test of Computers*, vol. 22, pp. 258-266.
- CHENG, H. (1997): "Optimal internal pricing and backup capacity of computer systems subject to breakdowns", *Decision Support Systems*, vol. 19, pp. 93-108.
- DURÁN, J. (2014): "Las TIC en la Formación Inicial y Permanente del Profesorado", en M. L. Cacheiro González: *Educación y Tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*. Madrid, UNED, pp. 18-32.
- EICHNER, M. (1978): "Dual computer system working in parallel - computer design free from breakdowns", *Elektrotechnische zeitschrift ETZ-A*, vol. 99, pp. 260-266.
- ELERATH, J. (2007): "Specifyng reliability in the disk drive industry: No more MTBFs", *Annual Reliability and Maintainability Symposium. Publishing Journal of Physics*, 78.

- ELKIND, S. y SIEWIOREK, D. (1980): "Reliability and performance of error-correcting memory and register arrays", *IEEE Transactions on Computers*, vol. 29, pp. 920-927.
- GRAY, J. (1986): "Why do computers stop and what can be done about it", *Proc. 5th Symposium on Reliability in Distributed Software and Database Systems*.
- GRAY, J. (1990): "A census of tandem system availability between 1985 and 1990", *IEEE Transactions on Reliability*, vol. 39.
- HOSSAIN, E. y ZHANG, Q. (2009): "Special issue of computer communications on heterogeneous networking for quality, reliability, security & robustness", *Computer Communications*, vol. 32, pp. 1353-1354.
- IYER, R., ROSSETTI, D. y HSUEH, M. (1986): "Measurement and modeling of computer reliability as affected by system activity", *ACM Trans. Comput. Syst*, vol. 4.
- KAECHELE, M. (2006): "Teacher and Technology: The Computer in Education", *Interactive Educational Multimedia*, vol. 13, pp. 37-58.
- LI, X., SHEN, K., HUANG, M. y CHU, L. (2010): "A Realistic Evaluation of Memory Hardware Errors & Software System Susceptibility", *USENIX Annual Tech Conference* 2010.
- 162 LIN, T. y SIEWIOREK, D. (1990): "Error log analysis: Statistical modeling and heuristic trend analysis", *IEEE Transactions on Reliability*, vol. 39.
- LIN, Y. y CHANG, P. (2012): "Maintenance reliability of a computer network with nodes failure in the cloud computing environment", *International Journal of Innovative Computing Information and Control*, vol. 8, pp. 4045-4058.
- MINKEVICIUS, S. (2012): "Simulation of reliability in multiserver computer networks", 9th Int. Conf. on Mathematical problems in engineering, aerospace and sciences, 1493.
- MURPHY, B. (2004): "Automating software failure reporting", *ACM Queue*, vol. 2, pp. 42-48.
- MURPHY, B. y GENT, T. (1995): "Measuring system and software reliability using an automated data collection process", *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 11.
- OPPENHEIMER, D., GANAPATHI, A. y PATTERSON, D. (2003): "Why do internet services fail, and what can be done about it?", *USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems*.
- PINHEIRO, E., WEBER, W. y BARROSO, L. (2007): "Failure trends in a large disk drive population", *Proc. of the FAST '07 Conference on File and Storage Technologies*.

- QIAO, X., MA, D. y ZHIXIN, Z. (2012): "The indices analysis of a repairable computer system reliability", *Workshop on Electrical Engineering and Automation Location, Beijing, Advances in Electrical Engineering and Automation*, vol. 139, pp. 299-305.
- SAHOO, R., SIVASUBRAMANIAM, A., SQUILLANTE, M. y ZHANG, Y. (2004): "Failure data analysis of a large-scale heterogeneous server environment", *Proc. of the International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'04)*.
- SCHROEDER, B. y GIBSON, G. (2006): "A large scale study of failures in high-performance-computing systems", *International symposium on dependable systems and networks*.
- SCHROEDER, B. y GIBSON, G. (2007): "Understanding failures in petascale computers", *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 78.
- SCHWARZ, T., BAKER, M., BASSI, S., BAUMGART, B., FLAGG, W., VAN INGEN, C., JOSTE, K., MANASSE, M. y SHAH, M. (2006): "Disk failure investigations at the internet archive", *Work-in-Progress session, NASA/IEEE Conference on Mass Storage Systems and Technologies (MSST2006)*.
- SHARPLES, M. (1993): "A study of breakdowns and repairs in a computer-mediated communication-system", *Interacting with computers*, vol. 5, pp. 61-77.
- SHEN, K., STEWART, C., LI, C. y LI, X. (2009): "Reference-driven performance anomaly identification," *ACM Sigmetrics*, Seattle, pp. 85–96.
- TAN, P., HE, W., LIN, J., ZHAO, H. y CHU J. (2011): "Design and reliability, availability, maintainability, and safety analysis of a high availability quadruple vital computer system", *Journal of Zhejiang University-Science*, vol. 12, pp. 926-935.
- VAN INGEN, C. y GRAY, J. (2005): "Empirical measurements of disk failure rates and error rates", *Microsoft Research Technical Report MSR-TR-2005-166*. Disponible en <http://research.microsoft.com/pubs/64599/tr-2005-166.pdf>. Consultado el 13 de agosto de 2014.
- WYRWICKA, M. (1997): "Barriers and breakdowns of computer integrated management. Design of computing systems: cognitive considerations", *7th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 97). San Francisco, California. Advances in human factors / ergonomics*, vol. 21, pp. 683-685.
- YOUNG, J. (1974): "A first order approximation to the optimum checkpoint interval", *Communications of the ACM*, vol. 17, pp. 530-531.